



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida

Université Saad
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU STRESS THERMIQUE CHEZ LE POULET
DE CHAIR

Présenté par
BELKACEMI Rezak & MERABET Nadir

Soutenu :

Devant le jury :

Président :	SALHI.O	M.A.A	ISV de BLIDA
Examinatrice :	SAIDI A.	M.A.B	ISV de BLIDA
Promoteur :	KALEM A.	M.A.A	ISV de BLIDA

Année : 2015/2016

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre gratitude et nos remerciements pour toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce modeste travail.

Nos profonds remerciements pour le président et les membres de jury qui ont accepté d'évaluer ce travail.

Nous tenons à remercier Dr. KALEM Ammar, notre encadreur à l'ISV de Blida, pour son aide, ses conseils, son encouragement et sa disponibilité pour la réalisation de ce projet.

Nous remercions également Mr. Bélaid T. et Mr. Abdenour K. qui nous ont permis de réaliser nos expériences au niveau de leurs bâtiments.

Nous présentons nos sincères remerciements à tous nos enseignants de l'ISV de Blida.

DEDI CACES

Je dédie ce travail à ;

Mes chers parents, que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sincères sentiments, pour leur patience illimitée, leur encouragement continu, leur aide en témoignage de mon profond amour et respect pour leurs grands sacrifices ;

Mes chers frères et sœurs, pour leur grand amour et leur soutien, qu'ils trouvent ici l'expression de ma haute gratitude ;

Mes chers amis qui sans leur encouragements, ce travail n'aura jamais vu le jour ;

Mon ami TOUATI T., qui ma encouragé pour réaliser ce travail ;

Et à toute ma famille et à tous ceux que j'aime.

Rezak

DEDI CACES

Je dédie ce modeste travail ;

A mes chers parents et Yihi, en signe d'amour, de remerciement et de gratitude
pour tous les soutiens et les sacrifices dont ils ont fait preuve à mon égard ;

A mes chers frères et sœurs, à toute ma famille et à ma bien aimée Lilia ;

Aucun mot ne pourra décrire vos dévouements et vos sacrifices ;

A mes confrères et mes consœurs, pour leurs encouragements et conseils ;

A tous mes amis, en témoignage de l'amitié sincère qui nous a liée, et les bons
moments passés ensemble ;

A tous les gents qui ont cru en moi et qui me donnent l'envi d'aller en avant.

Nadir

Résumé

Dans les élevages avicoles les pertes économiques sont surtout causées par le stress thermique, pour cela notre objectif est l'étude du stress thermique et son impact sur les performances d'élevage du poulet de chair.

Notre travail a été accompli au niveau de la Wilaya de Tizi-Ouzou de la période allant de mois de Juillet jusqu'au mois d'Octobre 2015.

Deux expériences ont été réalisées au niveau de deux régions (A et B) sur un échantillon de 2800 poussins (région A) et 3600 poussins (région B).

Deux protocoles ont été mis en place en utilisant des additifs alimentaires, l'un avec TOXIDREN dans la région A et l'autre avec VIGEST dans la région B.

Les résultats de notre étude sont classés en deux parties :

- Première partie :
 - ✓ Évaluation des paramètres zootechniques.
- Deuxième partie :
 - ✓ La détermination des valeurs usuelles de quelques paramètres biochimiques.

De point de vu zootechnique nous avons enregistré une mortalité globale de 210 sujets dans la région A vs 395 sujets au niveau de la région B.

L'indice de conversion qu'est le rapport de la quantité d'aliment ingérée sur le poids vif des poulets à révélé une différence hautement significative entre les deux élevages avec une valeur meilleure de 1,5 au niveau de la région B et un IC de 2,08 au niveau de la région A.

Quant aux paramètres biochimiques nous n'avons enregistré aucune anomalie ; les valeurs sont dans la fourchette des valeurs de références sauf pour les phosphatases alcaline dont on a enregistré une augmentation exagérée des valeurs allant de 2035UI à 14781UI.

Mots clés : avicole, poulet de chair, poussins, stress thermique, indice de conversion.

يعود السبب الرئيسي في الخسائر الاقتصادية في مزارع الدواجن الي الاجهاد الحراري , لهادا قمنا بدراسة الموضوع علي اساس اثره علي الدجاج المنبر.

وقد تم عملنا في ولاية تيزي وزو في الفترة من يوليو حتى شهر أكتوبر 2015

الدراسة تمت في المنطقتين (ا و ب), في مواضع ذات طقس مختلف حيث أن الخم (ا) يحتوي علي 2800 فرد,

و الخم (ب) يحتوي 360 فرد.

البروتوكول يتمثل في استخدام مضافات غذائه ,حيث تم استخدام toxidren في المنطقة (ا) و vigest في

المنطقة (ب)

و نتائج دراستنا تنقسم إلي قسمين :

القسم الأول :تقييم معلومات الإنتاج

القسم الثاني :تحديد بعض القيم البيوكيميائية

في طور الدراسة ,سجلنا قيم الوفيات التي تقدر ب 210 في (ا) و 395 في(ب) اما الكتلة الحية تم تسجيل نسبة

افضل في (ب) تقدر ب1,5 مقابل 2,08 في(ا)

اما التسجيلات البيوكيميائية فقد كانت مرجعية باستثناء الفوسفاتيز القلوية التي سجلت ارتفاع كبير يتراوح بين 2035 و

(UI)14781

Abstract

In poultry rearing, the economic losses are caused by the thermal fluctuation, thus our object is to study this fluctuation and its influence during the performances of poultry rearing.

Our study was accomplished at Tizi-Ouzou wilaya, started from July until October 2015.

Two experiments have been reached at the level of two regions (A and B) on a sample of 2800 chicks at region A and 3600 at region B.

Two protocols have made by using food additives one with TOXIDREN at region A and the other with VIGEST at region B.

We have classified the results of our study in two parts:

- The first part: The evaluation of zoo technical settings.
- The second part: The determination of usual values concerning some of biochemical settings.

According to viewpoints of zoo technical, we have recorded a global mortality of 210 chickens at region A and 395 at region B.

The conversion index which is the report of food quantity used dividing on liveweight chickens has revealed a significant differences between the two rearing with better value of 1,5 at the level of region B which is IC of 2,08 at the level of region A .

Concerning biochemical settings; we have not recorded any anomaly, the values are at the level its references except for phosphatases alcalin where we have recorded a significant increase of values from 2035 IU to 14781 IU.

SOMMAIRE

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des abréviations	
Liste des figures et schémas	
Liste des tableaux	
Résumé	
Introduction.....	01

Partie I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Titre	Page
Chapitre I : Alimentation du poulet de chair	
I .1 : Données générales sur la composition des aliments du poulet	02
I.1.1 : L'énergie	02
I.1.2 : Les protéines	02
I.1.3 : Les minéraux	03
I.1.4 : Les vitamines	04
I.1.5 : L'eau	05
I .2 : Classification, préparation, et présentation des aliments.....	06
I.2.1 : Classification.....	06
I.2.1.1 : Matières premières énergétiques.....	06

I.2.1.2 Matières premières protéiques.....	07
I.2.2 : Préparation.....	08
I.2.3 : Présentation.....	08
I.3 : Caractéristiques des aliments et besoin en nutriments selon les stades de croissance.....	09
I.3.1 : Alimentation en phase de démarrage.....	10
I.3.2 : Alimentation en phase de croissance.....	11
I.3.3 : Alimentation en phase de finition.....	12

Chapitre II : rappel sur certains métabolismes chez le poulet de chair

II.1 : Métabolisme glucidique et glycémie.....	14
II.2 : Métabolisme protéique et protéinémie.....	15
II.3 : Métabolisme lipidique et lipidémie.....	17
II.4 : Métabolisme de certains minéraux.....	18

Chapitre III : La thermorégulation

III. 1. Régulation thermique et ses facteurs	19
III. 1.1. Production de chaleur ou thermogenèse chez le poulet de chair	21
III 1.1.1.Métabolisme basal.....	22
III1.1.2.Activité physique.....	22
III. 1.1.3.Extrachaleur ou thermogenèse alimentaire.....	23
III1.1.4.Contrôle hormonal de la thermogenèse	24
III1.1.4.1. Thyroïde.....	25
III1.1.4.2. Glandes surrénales.....	26
III1.2. Thermolyse ou perte de chaleur chez le poulet de chair.....	26
III1.2.1. Thermolyse par chaleur sensible.....	27
III1.2.2. Thermolyse par chaleur latente.....	28
III 1.3.Réaction des volailles en fonction de la température.....	29
III 1.3.1.Régulation thermique en zone de neutralité thermique.....	29
III1.3.2.Régulation thermique sous la zone de neutralité thermique.....	30

III1.3.3.Régulation thermique au-delà de la zone de neutralité thermique.....	30
III 1.3.3.1. Sur le plan comportemental.....	30
III1.3.3.2. Sur le plan de son aspect	31
III 1.3.3.3. Sur le plan respiratoire.....	31
III1.3.3.3.1 Le mécanisme de la respiration et thermorégulation.....	31
III1.3.3.4. Sur le plan alimentaire.....	32

Partie II : ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre IV : Objectif, matériels et méthodes

IV.1 : Objectif.....	34
IV.2 : Matériels et méthodes.....	34

Chapitre V : Résultats et discussion

V.1 : Résultats	44
V.1.1 : première partie : Évaluation des paramètres zootechniques.....	44
V.1.2 : deuxième partie : Détermination des valeurs usuelles de quelques paramètres biochimiques.....	53
V.2 : Discussion.....	55

Conclusion

Recommandations

Références bibliographiques

LISTE DES TABLEAUX

Titre.....	page
Tableau I : Consommation d'eau journalière du poulet.....	05
Tableau II: Consommation d'eau et d'aliment en fonction de l'âge.....	06
Tableau III: Besoins nutritionnels du poulet de chair en phase de démarrage.....	11
Tableau IV: Besoins nutritionnels du poulet de chair en phase de croissance.....	12
Tableau V: Besoins nutritionnels du poulet de chair en phase de finition.....	13
Tableau VI : L'effet de l'humidité sur la perte de chaleur.....	19
Tableau VII : Température centrale en degrés centigrades de quelques espèces aviaires	20
Tableau VIII : Effet de la chaleur sur les performances de croissance et quelques caractéristiques plasmatiques des poulets de chair entre 2 et 4 semaines d'âge (5 animaux par traitement).....	25
Tableau IX : Les températures recommandées en aviculture.....	29
Tableau X : Représentation des dimensions des deux bâtiments	35
Tableau XI : Proportion des ingrédients de la formule alimentaire utilisée.....	37
Tableau XII : Représentation des taux de morbidité.....	44
Tableau XIII : Représentation des taux de mortalité.....	45
Tableau XIV : Représentation des taux de consommation.....	45
Tableau XV : Représentation du poids des sujets.....	47
Tableau XVI : Représentation du gain hebdomadaire des sujets.....	48
Tableau XVII : Représentation du l'indice de conversion (IC).....	49
Tableau XVIII : Représentation de la température externe	50
Tableau XIV : Représentation de la température interne	51
Tableau XX : Résultats des analyses A (minéraux).....	53

Tableau XXI : Résultats des analyses B.....	53
Tableau XXII : Résultats des analyses C (les enzymes).....	54

LISTES DES FIGURES ET SCHEMAS

Titre.....	page
Figure 01 : Principaux modes de transfert de chaleurs entre l'animal et l'ambiance.....	20
Figure 02 : Schéma du bilan énergétique.....	21
Figure 03 : Thermolyse par chaleur lente (équilibre thermique : 25 inspirations/min)	28
Figure 04 : Thermolyse par chaleur lente (augmentation de la température : tachypnée).....	28
Figure 05 : Thermolyse par chaleur lente (phase finale : Mortalité par hyperthermie).....	29
Figure 06 : Évolution de la zone de neutralité thermique chez le poulet.....	32
Figure 07 : Réponse physiologique des poulets de chair au stress de chaleur, effet sur les performances	33
Figure 08 : Physio pathologie et réponse des poulets au Stress thermique.....	33
Figure 09 et 10: poussin de la souche COBB 500.....	36
Figure 11 : Bâtiment A.....	36
Figure 12 : Bâtiment B.....	36
Figure 13et 14: l'aliment distribué et consommé par les sujets.....	37
Figure 15: Accès permanent à l'aliment et à l'eau.....	38
Figure 16: balance électronique.....	39
Figure 17: tubes héparines et aiguille multi-échantillon.....	39
Figure 18:Un Automate Roche,Hitachi,Cobas e 6000	40
Figure 19: Une Centrifugeuse.....	40

Figure 20: Un automate analyseur.....	40
Figure 21: graphe de taux de morbidité.....	44
Figure 22: graphe de taux de mortalité.....	45
Figure 23: graphe de taux de consommation.....	46
Figure 24: graphe du poids.....	47
Figure 25: graphe du gain hebdomadaire.....	48
Figure 26: graphe de l'indice de conversion.....	49
Figure 27: graphe de la température externe	50
Figure 28: graphe de la température interne	52

LISTE DES ABREVIATIONS

CMV : Complexe minéralo-vitaminés

IC : Indice de consommation

DEM : Phase de démarrage

CRS : Phase de croissance

FIN : Phase de finition

G/l : Gramme par litre

mg/kg : Milligramme par kilogramme

UI/kg : Unités internationales par kilogramme

mmol/l : Millimole par litre

VLDL: Very Low Density Lipoprotein

HDL: High Density Lipoprotein

LDL: Low Density Lipoprotein

ATP: Adenosine TriPhosphate

TG: Triglycerides

AG: Acides Gras

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR

Chapitre II : RAPPELS SUR CERTAINS METABOLISMES

CHEZ LE POULET DE CHAIR

Chapitre III : LA THERMOREGULATION

INTRODUCCION

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 sélection génétique avicole pratiquée ces dernières années a permis d'obtenir des poulets de chair à croissance rapide et aux rendements élevés. Contrebalançant ces côtés positifs, la résistance à différents stress et notamment au stress thermique est considérablement réduite chez ces oiseaux. Or, les souches aviaires obtenues dans l'hémisphère nord sont aujourd'hui majoritaires à travers le monde et près des deux tiers de la production avicole mondiale se fait dans les pays chauds. Les stress thermiques génèrent d'importantes pertes pour les filières avicoles de ces pays. Dans un contexte de changement climatique où les vagues de chaleur persistantes constituent une menace, il devient urgent de développer des solutions permettant de limiter les mortalités liées au stress thermique dans les élevages et d'améliorer le bien-être des animaux. (Jacques le Rouzic, 2015)

Dans une première partie, cette étude abordera un rappel sur l'alimentation ainsi que sur certains métabolismes, et le mécanisme respiratoire accompagné de déroulement de la thermorégulation 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.

Au terme de cette étude, des recommandations pratiques ont été proposées pour améliorer l'élevage du poulet de chair en saison chaude.

CHAPITRE I ALIMENTATION DU POULET DE CHAIRE

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).

I.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 au 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).

I.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.

I.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 composants.

Contrairement aux plantes qui synthétisent leurs propres acides aminés à partir du CO₂, 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).

I.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 volaille en renferme 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).

I.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 la vitamine 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'hydrox proline.

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 quelque acides aminés (méthionine, serine,...) ou encore de la choline, des bases puriques et pyrimidiques (Acide folique B9, et vitamine B12) (Bruger-picoux, 1973).

1.1.5. 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: La consommation d'eau journalière du poulet (litre/1000 poussins),
(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 : La consommation d'eau et d'aliment en fonction de l'âge.

(Quemeneur ,1998)

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

I.2. Classification, préparation et présentation des aliments:

I.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.

I.2.1.1. 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).

1.2.1.2. Matières premières protéiques:

Qu'elles soient d'origine animale ou végétales leurs but est commun et réside 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-produit 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).

I.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 moins 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.

I.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^{ère} 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 meilleur 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 heure). Ce mécanisme fonctionne au maximum pour les grains entiers.

I.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.

I.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 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 3200Kcal 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: Les besoins nutritionnels du poulet de chair en phase de démarrage en fonction de la présentation de l'aliment (INRA, 2004)

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

I.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: Les besoins nutritionnels du poulet de chair en phase de croissance en fonction de la présentation de l'aliment (INRA, 2004)

Les besoins	Unités	Valeurs selon la présentation de l'aliment	
		Farine	Granulé
Energie métabolisable (E.M)	Kcal/kg d'aliment	3 100	2 950
Protéines brutes	%	21,5-25	20-25
Lysine	%	1.07	1
Méthionine	%	0.46	0.43
Méthionine + cystine	%	0.83	0.77
Minéraux			
Calcium	%		0,90
Phosphore	%		0.45
Oligo-éléments			
Zinc	g/100 kg		4
Cuivre	g/100 kg		0.30
Fer	g/100 kg		2,5
Manganèse	g/100 kg		6
Les vitamines			
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
Vit Groupe B	mg/100kg		Diffèrent de l'une à l'autre

I.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 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: Les 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
Energie métabolisable (E.M)	Kcal/kg d'aliment	3 150	3 000
Protéines brutes	%	18.5-25	18-25
Lysine	%	0,94	0,9
Méthionine	%	0.40	0.39
Méthionine + cystine	%	0,70	0.68
Minéraux			
Calcium	%		0,90
Phosphore	%		0.40
Oligo-éléments			
Zinc	g/100 kg		2
Cuivre	g/100 kg		0.20
Fer	g/100 kg		1,5
Manganèse	g/100 kg		6
Les vitamines			
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
Vit Groupe B	mg/100kg		Diffèrent de l'une à l'autre

CHAPITRE II

RAPPELS SUR CERTAINS METABOLISMES CHEZ LE POULET DE CHAIRE

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).

II.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 modernes 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).

II.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, céto-genèse, 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 dosages ont fait l'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.

II.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.

II.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.

Chapitre III

LA THERMOREGULATION

III.1. Régulation thermique et ses facteurs :

Pour maintenir leur température corporelle, les oiseaux ne possèdent pas de glandes sudoripares, et leur seul mécanisme pour accroître leurs pertes de chaleur en situation chaude, est de vaporiser de l'eau au niveau des voies respiratoires.

De jeunes poulettes exposées à 32°C perdent ainsi 60 % de la chaleur totale par évaporation. Cette augmentation des pertes évaporatoires en périodes chaudes est associée à un accroissement du rythme respiratoire.

Une humidité relative élevée réduit les possibilités d'évaporation et accroît donc la sensation de stress thermique :

Tableau VI : L'effet de l'humidité sur la perte de chaleur (AMAND et al. 2004).

Températures en °C	Humidité en %	La perte de chaleur en %
34	40	80
34	90	39

Pour que les pertes par évaporation aient lieu, il faut que la consommation d'eau soit optimale. L'énergie apportée par l'aliment est utilisée:

- D'une part à l'entretien et à la production
- D'autre part, à compenser les transferts caloriques en situation froide, afin de maintenir la température corporelle de l'animal; Ces derniers devront être bien maîtrisés si l'on désire réduire les indices de consommation.

Le maintien de cette température corporelle est nécessaire pour un fonctionnement optimal des organes vitaux de l'oiseau. La chaleur produite doit correspondre à celle perdue (ou le contraire).

Comme l'oiseau produit constamment de la chaleur, il faut que celle-ci "s'évacue" régulièrement, sinon la température corporelle s'élève (notion de température d'ambiance critique supérieure).

Par contre si les transferts deviennent trop importants, cette température corporelle aura tendance à s'abaisser (notion de température d'ambiance critique inférieure).

Les animaux peuvent, dans les cas extrêmes, succomber par hyperthermie (environ 47 °C de température rectale) ou hypothermie (environ 28 °C).

La zone de neutralité thermique de l'ambiance dans laquelle vit l'animal est définie, pour un âge donné, par les températures critiques inférieures et supérieures (voir plus loin, la définition de la température effectivement vécue). Les transferts qui s'établissent dans cette zone correspondent à des dépenses énergétiques faibles, non influencées par l'environnement et égales à la production de chaleur dégagée lors de la transformation de l'aliment en muscle et graisse et lors de l'activité des animaux. Leur confort thermique est optimal. Les oiseaux transforment alors efficacement leur ration afin de produire. (AMAND et al. 2004).

La température centrale de quelques espèces aviaires en °C :

Tableau VII : Température centrale en degrés centigrades de quelques espèces aviaires (Didier Villate, 2001)

ESPECE AVIAIRE	TEMPERATURE EN °C
Poulet	39,6-43,6°C
Dindon	41-41,2°C
Pigeon	41,3-42,2°C
Canard	41-42,5°C
Oie	40-41,3°C
Aigle	42-44°C

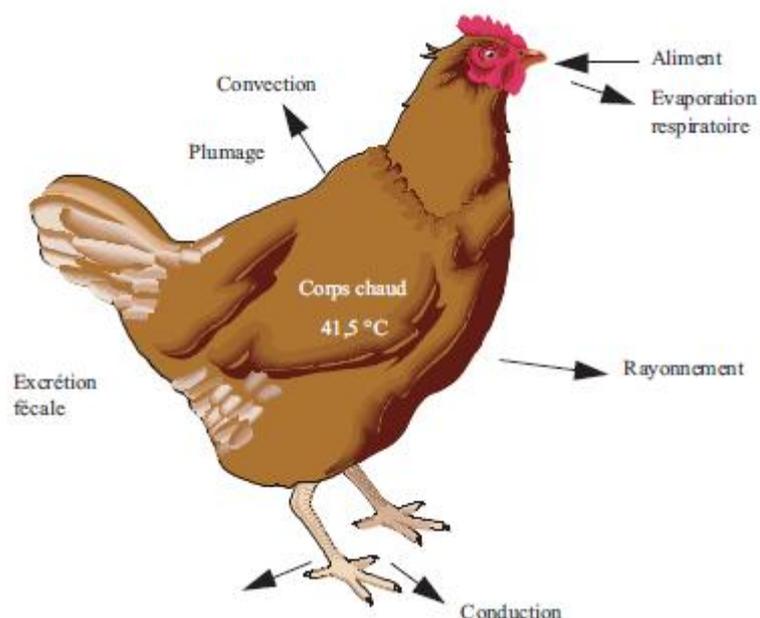


Figure 01 : Principaux modes de transfert de chaleurs entre l'animal et l'ambiance. (AMAND et al.2004).

III.1.1. Production de chaleur ou thermogenèse chez le poulet de chair :

L'ensemble des synthèses et dégradations nécessaires au maintien des fonctions vitales (métabolisme) est à l'origine de la grande partie de la chaleur produite par l'organisme.

Le bilan énergétique représentant les différentes composantes de la dépense énergétique est présenté par la figure 02.

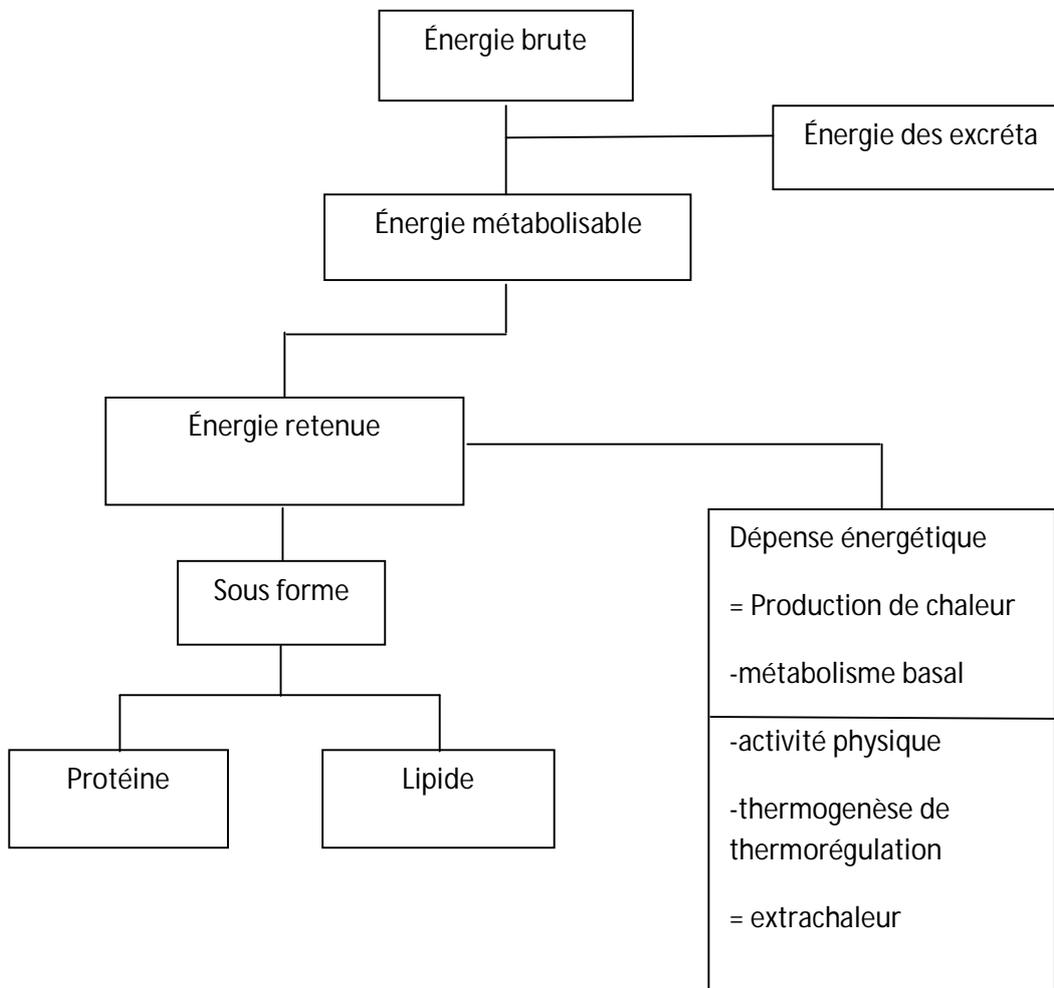


Figure 2 : Schéma du bilan énergétique (GERAERT, 1991)

Il ressort de cette figure que la thermogenèse fait intervenir un certain nombre de mécanismes représentés par le métabolisme basal, l'activité physique, la thermogenèse de thermorégulation et la thermogenèse alimentaire ou extrachaleur.

III.1.1.1. Métabolisme basal :

C'est la production de chaleur au repos en état de jeûne postprandial et dans la zone de neutralité thermique. Chez les oiseaux, on l'estime par la production de chaleur à jeun. L'augmentation de la température ambiante entraîne une diminution de la chaleur produite à jeun, et par conséquent, du métabolisme basal. (Farrel ,1988)

Il y aurait aussi réduction du besoin énergétique d'entretien (métabolisme de base + activité physique + utilisation alimentaire), rendant ainsi disponible plus d'énergie pour la production à condition que les besoins en d'autres nutriments soient couverts. (Sykes, 1977)

Le métabolisme basal varie aussi en fonction d'autres facteurs. La sélection génétique réduit le métabolisme basal. En effet, les souches qui ont une masse corporelle faible, de même que des appendices développés tolèrent mieux la chaleur que les autres. (Mac Leod,1984)

Cependant, les génotypes de volailles maigres ou gras ne présentent pas de différence significative de production de chaleur à jeun et l'excès de gras pourrait entraver la thermolyse. (Mac Leod et Geraert, 1988)

III.1.1.2. Activité physique :

Chez les pondeuses, la station debout accroît la production de chaleur de 25 % par rapport à la position de repos. (Van Kampen, 1976)

Il est considéré qu'au maximum 15 % de production de chaleur journalière proviennent de l'activité physique des pondeuses et que ce taux peut descendre jusqu'à 6% selon les génotypes. (Mac Leod et al.1982)

Les poulets passent 65% de leur temps couchés avec de fréquentes interruptions pour manger, boire ou se déplacer. (Murphy et Preston, 1988)

Le phénomène en disant qu'au moment de la station debout, les oiseaux produisent un bref efflux de chaleur et augmenteraient la surface corporelle disponible pour la perte de chaleur par diminution du contact avec les voisins ou le sol. (Geraert, 1991)

Chez les poulets en croissance, 7 % de l'EM ingérée est utilisée pour l'activité physique, mais le rationnement alimentaire pourrait augmenter cette proportion jusqu'à 15 %, ceci montre toute l'importance qu'il y a de bien formuler les rations pour cette catégorie d'animaux. (Wenk et Van Es, 1976)

Outre le déplacement, le halètement fait partie de l'activité physique. Ainsi, chez le poulet exposé à des températures élevées, la production de chaleur est supérieure à la quantité produite dans la zone de neutralité thermique. En fait, le halètement a un coût énergétique puisqu'il contribue à augmenter la fréquence cardiaque, mettant ainsi en jeu une participation active des muscles cardiaques. (Geraert, 1991)

Sous une température ambiante de 35 à 40° C, le halètement représente 12 % de l'augmentation de la thermogénèse, alors que la fréquence respiratoire passe de 30 à 150/minute. Il suffirait de réduire la demande des autres tissus pour compenser cette augmentation de la demande énergétique due à la respiration, ceci maintiendrait constante la production de chaleur (Hillman et al. 1985).

III.1.1.3. Extrachaleur ou thermogénèse alimentaire :

L'extrachaleur peut se définir comme étant l'énergie produite lors de l'ingestion et de la digestion de l'aliment ainsi que lors de l'utilisation métabolique des nutriments résultant de cette digestion. On l'estime à 15-30 % de l'EM pour les aliments complets. Elle dépend de la composition de l'aliment. Ainsi, les rations qui présentent une extrachaleur élevée sont déconseillées en période de chaleur. Les protéines présentent la plus forte contribution à la thermogénèse alimentaire par rapport aux glucides et aux lipides. De plus, tout apport d'acides aminés en excès par rapport aux besoins entraîne un catabolisme accru et une production de chaleur augmentée. Dès lors, tout retard de croissance ne saurait être comblé par un réajustement du niveau des protéines alimentaires. (Tasaki et Kushima, 1979)

Les meilleurs gains de poids des poulets étaient obtenus pour les régimes renfermant 20 % de protéines et 14,27 MJ/kg. (Husseini et al. 1987)

Une réduction de l'apport alimentaire d'acides aminés pourrait se faire si on utilisait des protéines de base supplémentées en acides aminés de synthèse. (Waldroup, 1982)

Toutefois, une légère augmentation de la fourniture en lysine s'avère bénéfique lorsque la température devient légèrement élevée (Mc Naughton et al. 1983).

L'énergie des aliments se trouve en grande partie dans les glucides et les lipides. Leur utilisation va dépendre de la température ambiante. Des trois groupes de nutriments, les lipides ont l'extrachaleur la plus basse. Pour 100 kJ d'énergie nette obtenue à partir des graisses, seulement 5 kJ sont perdus sous forme de chaleur, contre 25 avec les glucides. (MacLeod, 1985).

Par ailleurs, les régimes contenant des graisses ont souvent une valeur énergétique plus élevée que la valeur EM calculée, s'expliquant par un ralentissement du transit digestif et une amélioration de la digestibilité de l'amidon. (Mateos et Sell, 1980)

Quelle que soit la forme de présentation de l'aliment, farine ou granulés, les régimes riches en lipides sont toujours préférés par les poulets en croissance. (Fuller, 1981)

L'ingéré alimentaire est réduit lors d'un stress thermique pour diminuer la composante « thermogénèse alimentaire » de la production de chaleur. (MacLeod, 1985)

De plus, l'extrachaleur correspond à 10 % de l'EM pour les régimes riches en graisse, contre 30 % pour les régimes riches en fibres. Ainsi, le contenu énergétique net supérieur des régimes riches en graisses permettrait des ingérés énergétiques plus importants. Toutefois, une amélioration de l'efficacité alimentaire et des gains de poids plus faibles avec les régimes riches en fibres chez le poulet en croissance dans les régions chaudes. (Abdelsamie et al. 1983).

Une solution serait de réduire le stress thermique d'origine alimentaire en supprimant la distribution de l'aliment aux heures chaudes. Ainsi, la température rectale augmente moins et moins vite qu'en présence de l'aliment (Francis et al. 1991).

L'absence d'interaction entre la température ambiante et la composition de l'aliment chez le poulet permet de penser que les effets des températures élevées sont spécifiques et n'agissent pas seulement par le biais de l'alimentation, mais aussi seraient sous la dépendance d'un contrôle hormonal. (Charles et al. 1981)

III.1.1.4. Contrôle hormonal de la thermogénèse :

L'énergie est stockée dans l'organisme sous forme d'ATP (Adénosine Triphosphate).

De nombreuses réactions biochimiques d'oxydoréduction aboutissent à la libération de l'énergie ainsi stockée. Tous ces processus sont régulés par les sécrétions hormonales.

Il s'avère donc utile de connaître les glandes dont les hormones sont impliquées dans la thermogénèse.

III.1.1.4.1. Thyroïde

Chez la plupart des espèces animales, elle est impliquée dans le contrôle de la thermogénèse. Les principales hormones sécrétées sont la triiodothyronine (T3) et la thyroxine (T4). L'absence de thyroïde entraîne un défaut de thermorégulation et une baisse de la thermogénèse chez le poussin. (Davison et al. 1980)

La réponse de la thyroïde aux températures élevées serait décomposée en deux phases : d'abord, une phase rapide qui est la phase d'adaptation précoce pendant laquelle il y aurait un changement rapide de la conversion de T3 en T4 au niveau du foie et ensuite, une phase lente. (Rudas et Pethes, 1982)

Les deux hormones thyroïdiennes n'ont pas la même efficacité dans la régulation de la production de chaleur, note) ; la T3 étant la plus active. (Geraert, 1991)

S'il y a réduction de l'ingéré sans diminution de la dépense (bilan énergétique négatif), la concentration circulante de T3 diminue. Ceci rejoint les conclusions présentées dans le tableau VIII de Mitchell et Goddard, 1990; ces auteurs observent une diminution de T3 chez des poulets élevés au chaud (35° C) comparés à d'autres maintenus à 22° C et ingérant la même quantité d'aliment. Ainsi, lorsque les poulets sont élevés en période de chaleur, leurs performances de croissance sont inférieures à celles obtenues avec des poulets élevés à des températures plus basses, même lorsqu'ils consomment la même quantité d'aliment.

Tableau VIII : Effet de la chaleur sur les performances de croissance et quelques caractéristiques plasmatiques des poulets de chair entre 2 et 4 semaines d'âge (5 animaux par traitement) : Source: Mitchell et Goddard 1990

Température alimentation	22°C Ad libitum	22°C Égalisée	effet	35°C Ad libitum
Ingéré (g/jour)	127,6	90,7		95,8
Gain de poids (g/jour)	50,7	41,2		29,9
Indice de consommation	2,6	2,4	*	3,2
(g grain/g ingéré. jour)	881	847	*	703
Poids vif final (g)				
En mg/ml plasma				
T4	15,2	15,6	*	5,6
T3	3,5	3	*	0,98
GH	60,5	44,6	Ns	108

* : effet significatif au seuil $p < 0,05$ / ns : non significatif

III.1.1.4.2. Glandes surrénales

Elles sont fortement impliquées dans le contrôle de divers processus organiques, au rang desquels la réaction face aux différentes agressions, dont le stress. Les principales hormones dont le taux plasmatique varie en fonction de la température sont la corticostérone et les catécholamines (adrénaline et noradrénaline). C'est au niveau du cortex surrénalien que ces hormones sont sécrétées. Une augmentation suivie d'une diminution importante de la corticostéronémie est observée pendant les périodes chaudes chez les poulets. Les jeunes oiseaux chez lesquels le cortex surrénalien peu développé ne sécrète pas suffisamment de corticostéroïdes présentent une prostration lorsqu'ils sont exposés à la chaleur. (Edens et Siegel, 1976)

Quant aux catécholamines, leur sécrétion est immédiate en cas de stress thermique puisque l'innervation des surrénales est de type sympathique. La réaction de l'organisme serait surtout due à l'impact de la température ambiante sur les cibles de ces hormones plutôt qu'à l'action même des catécholamines. (Hillman et al. 1985)

III.1.2. Thermolyse ou perte de chaleur chez le poulet de chair :

Maintenir constante sa température corporelle est impératif pour la survie du poulet de chair. Ceci passe par l'élimination de la chaleur produite. Pour ce faire, les volailles doivent perdre la chaleur par :

- *convection* : il y a perte de chaleur au travers des duvets ou des plumes au profit de l'air ambiant. Plus les plumes sont mouillées, plus l'air est frais, et plus les échanges se feront rapidement. L'utilisation de brasseurs d'air permet la mise en mouvement de l'air et donc la convection ;
- *conduction* : il s'agit du contact direct de la volaille avec la litière lui permettant d'exporter ses calories ;
- *rayonnement* : la chaleur est envoyée vers la litière ou vers les parois plus froides au travers de l'air ;
- *évaporation* : l'évaporation de l'eau à travers la respiration encore appelée halètement, favorise la diminution de la température interne chez les oiseaux ;
- *excrétion* par les fientes : elle est peu efficace, puisqu'elle ne représente que 5 % des pertes de chaleur des oiseaux.

La perte de chaleur résulte donc de l'écart thermique entre le corps de l'animal et le milieu ambiant. Les différents mécanismes de thermolyse évoqués ci-dessus peuvent être répartis en deux ensembles que sont les pertes sensibles (chaleur qui augmente la ambiante) dont font partie les pertes par convection, conduction et rayonnement, d'une part, et les pertes insensibles (qui n'entraînent pas le réchauffement du milieu) dues à l'évaporation et à l'excrétion par les fientes, d'autre part.

III.1.2.1. Thermolyse par chaleur sensible :

Près de 75 % de la thermogenèse chez les oiseaux est éliminée par la voie sensible. (El Boushy et Van Marle, 1978)

Les pertes par rayonnement (ou par radiation) ne représentent que 5 % du flux total de chaleur. (Walsberg en 1988).

La perte thermique due au rayonnement baisse avec l'augmentation de la température.

Les pertes par convection dépendent du niveau de ventilation ambiante. En effet, il suffirait que l'air arrivant au niveau de l'animal soit plus frais que le corps de ce dernier pour qu'il cède des calories. (Mitchell, 1985)

La conduction thermique a surtout lieu d'une part au niveau des appendices céphaliques (crêtes et barbillons) pouvant représenter jusqu'à 7 % de la surface totale du corps et des pattes d'autre part. (Freeman, 1983)

Ces parties dépourvues de plumes peuvent servir à exporter près de la moitié de l'énergie due à la thermogenèse en raison d'une importante vasomotricité qui améliore les échanges thermiques via l'accroissement du flux sanguin.

Le flux sanguin vers la peau emplumée et les organes internes diminue lors de l'exposition au chaud. (Geraert, 1991)

Les modifications physiques (épilation) et génétiques (génotype cou nu) de l'emplumement comme étant favorables aux pertes sensibles. Le comportement des volailles en vue de se débarrasser de la chaleur ainsi que la réduction des densités d'élevage sont aussi des atouts permettant la réalisation de la voie sensible. (Mitchels et al.1985)

III.1.2.2. Thermolyse par chaleur latente :

Le poulet peut perdre par la peau, les 40 % voire plus de l'évaporation totale lorsqu'il est en zone de neutralité thermique. Cependant, l'augmentation de la température fait que la voie respiratoire devient la plus sollicitée. Vers 28-29° C, le halètement apparaît et se traduit par une très forte augmentation de la fréquence respiratoire. (Dawson ,1982)

Il est sous la dépendance de récepteurs médullaires et hypothalamiques et ce n'est qu'après élévation des températures hypothalamiques et cloniques, qu'a lieu le halètement (Woods et Whittow, 1974).

Le nerf vague assure la transmission des influx. Les conséquences de ce phénomène sont : hyperthermie, hypocapnie et alcalose respiratoire à l'origine d'une baisse de croissance, asphyxie et mort.

Une hygrométrie élevée sature l'atmosphère en vapeur d'eau, réduisant ainsi les possibilités d'évaporation. Elle favorise dès lors la sensation de stress thermique.

En augmentant la vitesse de l'air qui arrive au niveau des animaux, en réduisant les densités et en au chaud peut augmenter son ingéré sans accroître sa thermogénèse, conclut (adoptant des régimes adaptés), on arrive à améliorer les pertes de chaleur, mais surtout à diminuer la thermogénèse. Une autre solution consisterait à l'acclimatation des oiseaux ; cela passe par une adaptation précoce aux températures élevées. Si le métabolisme basal est diminué par l'acclimatation, une plus grande extrachaleur sera tolérée avec pour conséquence un accroissement de l'ingéré énergétique. (Mac Leod, 1984)

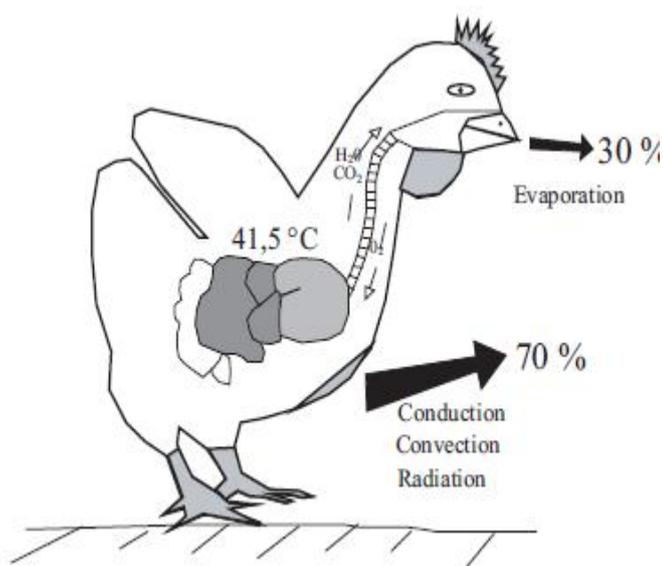


Figure 03 : Équilibre thermique : 25 inspirations/min

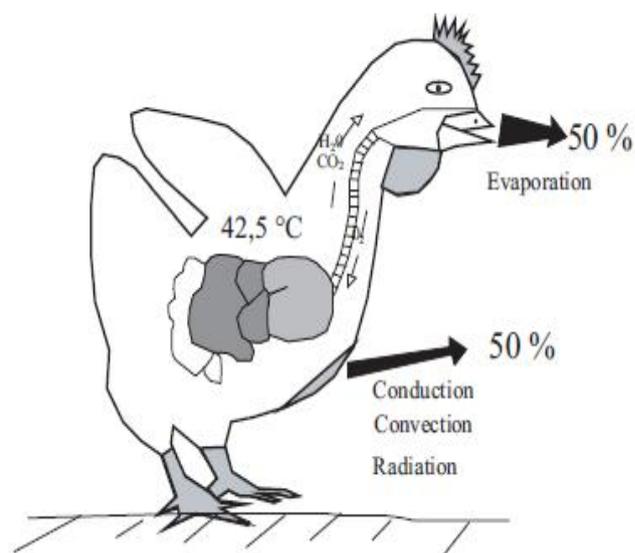


Figure 04 : Augmentation de la température : tachypnée

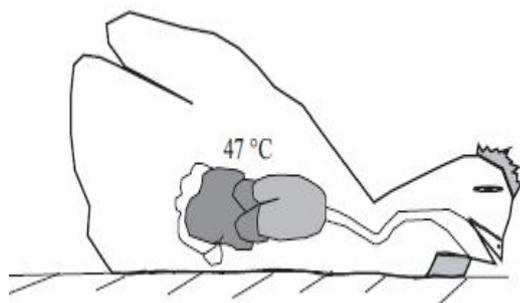


Figure 05 : Phase finale : Mortalité par hyperthermie. Source : (AMAND et al. 2004)

III.1.3. Réaction des volailles en fonction de la température :

III.1.3.1. Régulation thermique en zone de neutralité thermique :

La neutralité thermique représente les températures idéales ; le confort thermique des animaux est maximum et permet ainsi une régulation thermique et une conversion alimentaire optimales. En dehors de cette zone, on note une baisse de la croissance et donc, de la productivité. La neutralité thermique varie en fonction de l'âge de la volaille ; les températures recommandées étant présentées dans le tableau VII.

Quand ces normes sont respectées, on note une répartition homogène des animaux dans tout le bâtiment ; ils s'alimentent et s'abreuvent sans difficulté ; il n'y a ni gaspillage de l'aliment, ni bagarre, ni picage, encore moins de piétinement ; la croissance est régulière et homogène sur l'ensemble du lot. La zone de neutralité thermique évolue avec l'état d'emplumement, se déplace et s'élargit avec l'âge.

Tableau IX : les températures recommandées en aviculture

Source : Anonyme1 ,1996

Age (jours)	Températures aire de vie °C	Évolution du plumage
0-3	33-31	Duvet
3-7	32-31	Duvet et ailes
7-14	31-29	Duvet et ailes
14-21	29-28	Ailes et dos
21-28	28-22	Ailes, dos, bréchet
28-35	22-21	
35 et +	21-18	

Ainsi, elle peut être ramenée de 2 à 4° C vers le haut lors de l'augmentation progressive de la température (environ 1° C par semaine). On parle alors d'acclimatation des volailles.

III.1.3.2. Régulation thermique sous la zone de neutralité thermique :

L'animal a tendance, soit, à gonfler son plumage (isolant thermique), soit à consommer plus d'aliments, soit à faire des efforts musculaires qui provoquent un dégagement de chaleur. Les animaux se serrent les uns contre les autres à la recherche de la chaleur ; on observe le plus souvent des étouffements. Ils recherchent des coins de litières sèches et chaudes. Les plumes, unique revêtement isolant, sont alors ébouriffées pour augmenter cet effet. La surconsommation alimentaire qui en résulte permet de produire des calories qui servent à réchauffer les oiseaux, d'où un gaspillage alimentaire. Chez le poussin, c'est seulement après 3 semaines lorsque le duvet est remplacé par les plumes (1ère mue), que le contrôle de la température est pleinement assuré, d'où l'intérêt d'un emplumement précoce.

Quand ces normes sont respectées, on note une répartition homogène des animaux dans tout le bâtiment ; ils s'alimentent et s'abreuvent sans difficulté ; il n'y a ni gaspillage de l'aliment, ni bagarre, ni picage, encore moins de piétinement ; la croissance est régulière et homogène sur l'ensemble du lot. La zone de neutralité thermique évolue avec l'état d'emplumement, se déplace et s'élargit avec l'âge. Ainsi, elle peut être ramenée de 2 à 4° C vers le haut lors de l'augmentation progressive de la température (environ 1° C par semaine). On parle alors d'acclimatation des volailles. (Figure 06)

III.1.3.3. Régulation thermique au-delà de la zone de neutralité thermique :

La connaissance des effets de la chaleur sur le poulet de chair et des adaptations défensives qu'il met en jeu face à l'agression thermique est indispensable, puisqu'elle permet d'améliorer son confort et donc la productivité. Dès que la température dépasse 25° C, au fur et à mesure de son élévation, la poule réagit de manière à en diminuer l'effet.

III.1.3.3.1. Sur le plan comportemental

La poule évite toute dépense musculaire, cherche l'endroit le plus frais ; elle s'enfonce dans la litière pour essayer de restituer au sol frais une partie de la chaleur emmagasinée. L'air devenant vital, les animaux recherchent des zones aérées soit en se tenant près des ouvertures, soit en montant sur des perchoirs.

III.1.3.3.2. Sur le plan de son aspect

Les ailes tombantes, écartées du corps et le plumage aussi collé que possible contribuent à augmenter la surface d'échanges des calories et à réduire au maximum l'effet isolant des plumes. Très vite, l'état de l'animal change allant de la prostration à l'apathie ou alors à la nervosité ce qui aboutit à la fatigue et au stress.

III.1.3.3.3. Sur le plan respiratoire

La poule augmente son rythme respiratoire (160 mouvements/minute contre 20 à 37 normalement) afin de diminuer sa température corporelle par l'échange au niveau du poumon et par l'exportation de calories dans la vapeur d'eau de l'air expiré. Les sacs aériens jouent un rôle important, puisque l'air frais et sec dont ils se remplissent, s'humidifie enlevant ainsi à l'organisme une quantité importante de vapeur d'eau, donc de calories par un phénomène identique à la sudation chez les mammifères.

III.1.3.3.3.1 Le mécanisme de la respiration et thermorégulation:

Les températures d'ambiance supérieures à 30 °C entraînent une élévation de température corporelle des animaux variable suivant les souches et le degré d'acclimatation. Cette augmentation de température interne provoque une élévation des rythmes cardiaque et respiratoire (fig.1) : le premier, joint à une vasodilatation périphérique, permet à l'animal d'augmenter sa perte de chaleur sensible au niveau de la peau. L'augmentation du rythme respiratoire est indispensable pour accroître la perte de chaleur latente lorsque la première ne suffit plus. Le rythme respiratoire peut ainsi atteindre 160 cycles/minute lorsque la température corporelle est de 44 °C contre 30 cycles environ à 41 °C. Ce phénomène (appelé panting ou hyperventilation thermique) débute généralement lorsque la température ambiante est de 29 °C (pour une hygrométrie moyenne ; 27 °C pour une hygrométrie élevée).

Le phénomène de panting entraîne secondairement une déshydratation importante et une élimination excessive de gaz carbonique. Il en résulte une modification de l'équilibre acido-basique sanguin (alcalose respiratoire) aboutissant à une moindre disponibilité des tampons bicarbonate. (Figure 08)

La régulation thermique par panting a elle-même ses limites: au delà de 37-38 °C, la poule n'a pratiquement plus de possibilité de régulation et cesse toute activité (état de prostration). Le stade de coma peut être atteint si l'exposition est trop prolongée (Figure 08).

III.1.3.3.4. Sur le plan alimentaire

La consommation accrue d'eau permet d'exporter une grande partie de chaleur par la vapeur d'eau. Lorsque le poulet est exposé à des températures ambiantes élevées, il modifie son métabolisme énergétique. Ainsi, il y a diminution de la consommation alimentaire se traduisant par la baisse des besoins énergétiques d'entretien et des oxydations métaboliques d'origine alimentaire. Les fonctions de production (croissance) diminuent plus rapidement entraînant une augmentation de l'indice de consommation. (fig 07 et fig 08)

Quelques repères cliniques de température sont donnés ci-dessous (variables suivant l'humidité, la vitesse de l'air...):

- à partir de 27° C : halètement des animaux ;
- à partir de 30° C : stress thermique ;
- à partir de 35° C : croissance des volailles presque nulle ;
- à partir de 38° C : prostration, mue ;
- à partir de 40° C : risque d'apoplexie ;
- à 43° C : mortalité de l'ordre de 30 %.

Pour maintenir constante leur température corporelle, les oiseaux doivent donc équilibrer leurs productions et leurs pertes de chaleur.

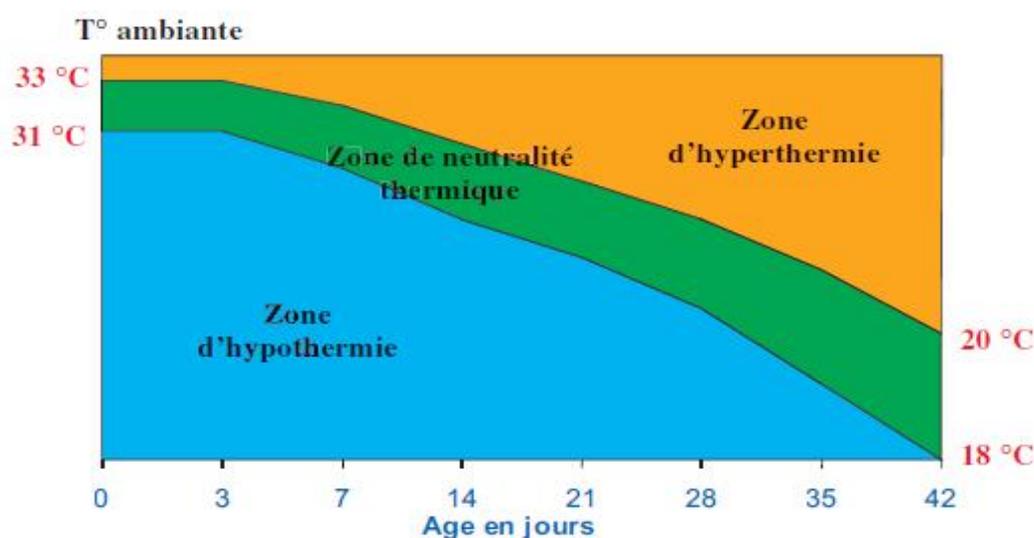


Figure 06: Évolution de la zone de neutralité thermique chez le poulet. (AMAND et al.2004).



Figure 07 : Réponse physiologique des poulets de chair au stress de chaleur, effet sur les performances. (anonyme 02)

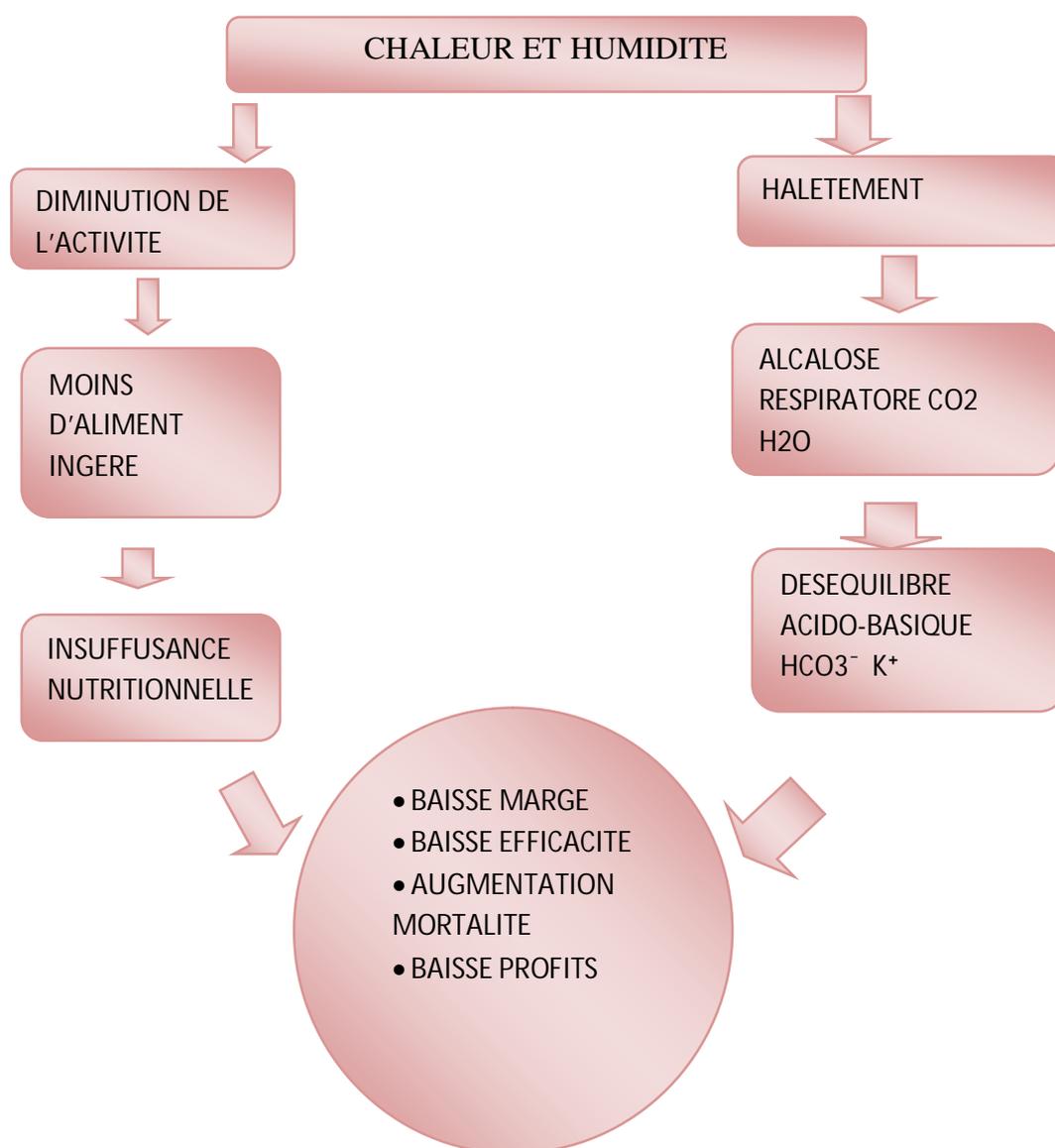


Figure 08 : Physio pathologie et réponse des poulets au Stress thermique (Anonyme 2)

ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre IV : OBJECTIF, MATERIELS et METHODES

Chapitre V : ANALYSE et DISCUSSION

CHAPITRE IV

OBJECTIF, MATERIELS ET METHODES

En Algérie, la production des poulets de chair intensive est efficace mais souffre de pertes économiques graves dont les origines sont la mortalité élevée et le retard de croissance due à la chaleur. Deux expériences ont été réalisées afin de trouver des solutions pour lutter contre le stress thermique.

IV.1. Objectif :

L'objectif est l'étude du stress thermique et son impact sur les performances d'élevage du poulet de chair dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

IV.2. Matériels et méthodes :

- REGION D'ETUDE :

La présente étude s'est déroulée dans les régions A et B.

La région A : au niveau de la commune de TIFRA dans la Daïra et TIGZIRT à 05 km de la mer et à 25 km de chef lieu de la wilaya de TIZI-OUZOU; pour une période s'étant de 56 jours allant du 26 Juillet au 20 Septembre 2015.

La région B : au niveau de TAWINT OULEKHRIF dans la commune et Daïra de TIZI-RACHED à 20km de chef lieu de la wilaya de TIZI-OUZOU ; pour une période s'étant de 70 jours allant du 26 Juillet au 04 Octobre 2015.

Au cours de cette étude, il y'a eu recours à plusieurs matériel et méthodes, dont certains ont servi :

- Première partie :
 - Évaluation des paramètres zootechniques.
- Deuxième partie :
 - La détermination des valeurs usuelles de quelques paramètres biochimiques, ainsi selon leurs utilisations, sont classés en :

A-MATERIEL BIOLOGIQUE : représenté par :

- Les animaux :

Pour les deux régions A et B l'étude a été menée sur des poussins de souche COBB 500 provenant d'un même couvoir, de sexe mélangés, d'un poids homogène (60g), de plumage blanc, et possède de grandes pattes de couleur jaune foncées (Figure 09 et 10). 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.

Deux-mille huit-cent (2.800) poussins ont été mis en place dans la région A (bâtiment A, Figure 11) le 26 Juillet 2015 pour une durée de 56 jours ; et trois mille six-cent (3.600) poussins ont été mis en place dans la région B (bâtiment B, Figure 12) le 26 Juillet 2015 pour une durée de 70 jours.

Les deux élevages sont élevés au sol sur litière paillée, dans un bâtiment en dur avec fenêtres, et dont les dimensions sont comme suit:

Tableau X : représentation des dimensions des deux bâtiments :

bâtiment Mesures en mètre	Bâtiment A	Bâtiment B
Longueur	32 m	24 m
Largeur	8 m	12 m
hauteur	5 m au centre et 3 sur les cotés	12 m
surface	256 m ²	288 m ²
volume	1024 m ³	3168 m ³



Figure 09 : poussins de la souche COBB 500



Figure 10 : poussins de la souche COBB 500



Figure 11 : Bâtiment A



Figure 12 : Bâtiment B

- L'aliment:

L'aliment utilisé est de type farineux, fabriqué par le fournisseur, 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 XI, il contient:

Tableau XI: Proportion des ingrédients de la formule alimentaire utilisée

MATIERES PREMIERES (%)	NATURE DE L'ALIMENT		
	DEMARRAGE	CROISSANCE	FINITION
Mais	60	62	67
Tourteau de soja	32	28,5	25
Son de blé	04	05	04
CMV	01	01	01
Phosphate	1,7	1,7	1,5
Calcaire	0,8	0,8	0,5
Huile de tournesol	0,5	01	01
Totaux	100	100	100



Figure n° 13 et 14 : l'aliment distribué et consommé par les sujets

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

L'eau de consommation provient d'une réserve située à proximité (puits).



Figure 15 : 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 vivant contre la maladie de New Castle (B1) et Bronchite Infectieuse (H120), (HIPRAVIAR B1/H120®)

J14 : Vaccin de type vivant cloné contre la maladie de Gumboro (G-61), (IBDL®).

J21:Rappel vaccinal de type vivant contre la maladie de New Castle, (HIPRAVIAR B1/H120®)

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.

A partir de 30 jours d'âge des poussins, on a procédé à une séparation de chaque élevage durant 3 semaines afin d'étudier l'efficacité des produits administrés. (Annexes 03,04 et 05)

B. Matériel non biologique : concerne :

- Le matériel de pesage :

Dans ce cas, une balance électrique a été utilisée pour la prise du poids vif des sujets.

(Figure 16).

- Matériel de prélèvement :

Les prélèvements sanguins ont fait appel à des lames de bistouri et des tubes héparines (Figure 17).



Figure 16: balance électronique



Figure 17: tubes héparines avec vacutenaire

- Matériel de dosage :

Le dosage des paramètres biochimiques a fait appel à un laboratoire (laboratoire d'analyses médicales du Dr M-IRATNI spécialiste en biologie clinique), et nécessitait un certain type d'appareillage:

- Un automate Roche, Hitachi, Cobas e 6000
- Une Centrifugeuse
- Un Automate Analyseur



Figure 18 : Un Automate Roche,Hitachi,Cobas e 6000



Figure 19 : Une Centrifugeuse



Figure 20 : Un automate analyseur

- Matériel de calcul et analyses statistiques :

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

Les différents résultats des paramètres zootechniques et biochimiques ont fait objet des calculs de la moyenne, écart type, les valeurs maximale et minimale et le coefficient de variation, puis les comparer aux valeurs de références et aux objectifs standards.

- 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- Évaluation 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 de morbidité, 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 20 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.

- Le taux de morbidité :

Les taux de morbidités sont déterminés par le calcul suivant :

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

Le nombre de sujet malades 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 :le sodium, potassium, calcium, magnésium, protéine totale, albumine,cholesterole totale,TGO,TGP et phosphatase alcaline .Des prélèvements sanguins étaient réalisés à 35 et 42 jours d'âge , sur 03 sujets de chaque compartiment séparé des deux élevages.

- Méthode de prélèvement :

Les prélèvements sanguins étaient effectués sur des sujets pris au hasard dans les deux bâtiments, le sang est récolté sur l'animal vivant au niveau de la veine allaire directement sur des tubes héparines d'un volume de 5ml.

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.

CHAPITRE V

RESULTATS ET DISCUSSION

V.1 : Résultats :

V.1.1 : Première partie : évaluation des paramètres zootechniques :

I.LA MORBIDITE

Tableau XII : Représentation du taux de morbidité.

Age (jours)	Morbidité T	Morbidité K
1	0	0
7	0	0
14	8	3
21	6	3
29	5	6
35	15	3
42	5	10
49	0	60
56	0	0
Moy (μ)	4,33	9,44
Ecart type	5,07	19,24
CV	117,10%	203,81%
Max	15	60
Min	0	0

RMQ : compte tenu de l'hétérogénéité des données qui ont fait que l'écart-type est supérieure à la moyenne dans certains cas, nous avons jugé opportun de calculer le coefficient de variation qui est défini comme le rapport entre l'écart-type σ et la moyenne μ : $CV = \sigma / \mu$

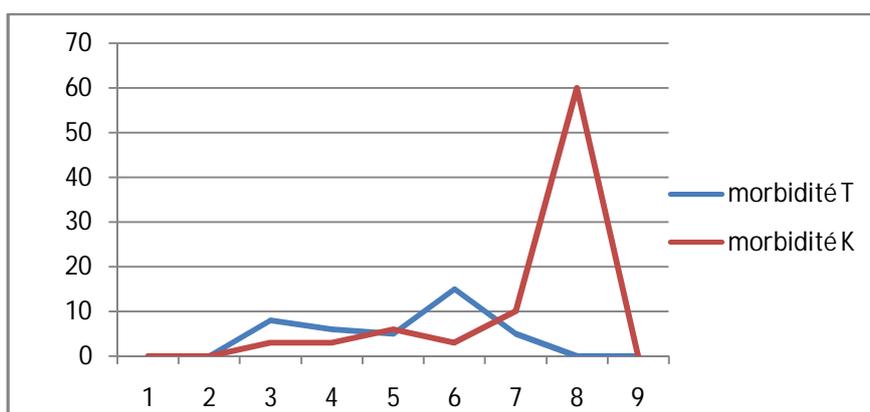


Figure 21 : graphe de taux de morbidité.

Le tableau et la figure ci-dessus représentent les résultats expérimentaux obtenus par notre étude, du quel les valeurs sont :

La moyenne des sujets malades chez T est de 4,33 avec un écart type de 5,07 dont un léger taux de morbidité qui atteint seulement 15 sujets à la 6^{ème} semaine et un coefficient de variation de 117,10%, alors que chez K les résultats montrent une moyenne de 9,44 avec un écart type de 19,24 ce qu'est explique un taux de morbidité très important à partir de la 7^{ème} semaine avec un pic de 60 sujets malades au milieu de la 8^{ème} semaine et un coefficient de variation de 203,81% .

II.LA MORTALITE

Tableau XIII : représentation de taux de mortalité.

Age (jours)	Mortalité T	Mortalité K
1	2	3
7	55	9
14	30	11
21	15	14
29	25	19
35	50	41
42	17	82
49	12	102
56	4	15
Moy	23,33	32,89
Ecart type	18,8	35,47
CV	80,58%	107,84%
Max	55	102
Min	2	3

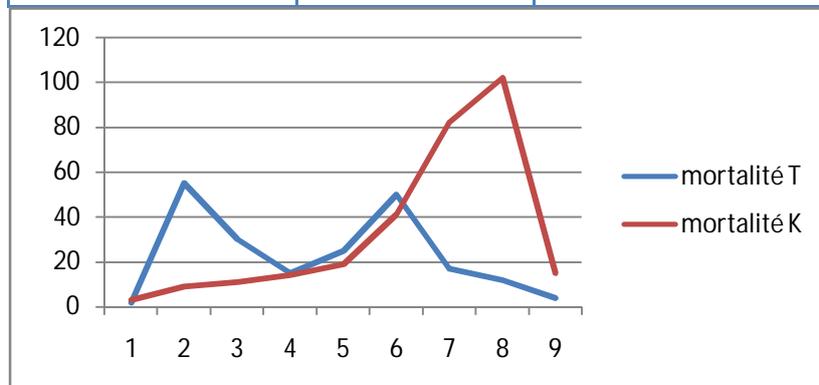


Figure 22 : graphe de taux de mortalité.

La moyenne des sujets morts chez T est de 23,33 avec un écart type de 18,80 dont deux pic de mortalités sont observés au milieu de la 2^{ème} et de la 6^{ème} semaines avec un nombre maximum de 55 sujets morts lors du premier pic et un coefficient de variation de 80,58% , tandis que chez K une moyenne des morts est représentée par 32,39 et un écart type de 35,47 avec une augmentation de la mortalité à partir de la 4^{ème} semaine jusqu'au pic avec 102 sujets morts à la 9^{ème} semaine et un coefficient de variation de 107,84% .

III.LA CONSOMMATION :

Tableau XIV : représentation de taux de consommation.

Age	Cons. T	Cons. K
1	0	0
7	160	83
14	428	194,44
21	500	250
29	550	402
35	678	583,33
42	1000	777,78
49	1000	833,33
56	1000	1028
Moy	590,67	461,32
Ecart type	367,59	362,27
Max	1000	1028
Min	0	0

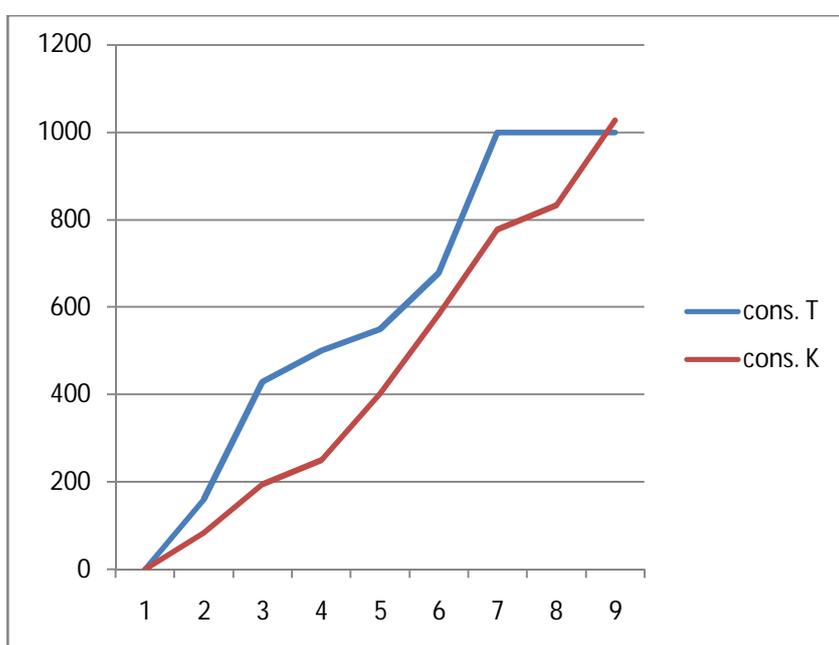


Figure 23 : graphe de taux de consommation.

Les résultats expérimentaux obtenus par notre étude à propos de la consommation l'aliment par nos deux élevages sont représentés dans le tableau et le graphe ci-dessus :

La consommation d'aliment chez T est en ordre croissant de la 1^{ère} à la 3^{ème} semaine puis entre la 3^{ème} et la 6^{ème} on observe une augmentation moins importante mais une importante augmentation à partir de la 6^{ème} semaine jusqu'où elle se stabilise à partir de la 7^{ème} semaine.

La moyenne de la consommation des sujets dans le bâtiment T est de 590,67 gr/semaine avec une augmentation jusqu'au maximum de 1000 gr/semaine à partir de la 7^{ème} semaines jusque a l'abattage et un écart type de 367,59 ; tandis que dans le bâtiment K la moyenne est de 461,32 gr/semaine avec une augmentation tout au long de l'élevage jusqu'au

maximum de consommation de 1028gr/semaine à la dernière semaine de la vie des sujets avec un écart type de 362,27.

IV.LE POIDS

Tableau XV : représentation du poids des sujets

Age(jour)	Poids T	Poids K
1	60	60
7	188,33	81,66
14	401,66	200
21	601,59	382,5
29	919,25	695
35	1307,5	1056,65
42	1950	1315
49	2314	1550
56	2550	2200
Moy	1143,59	837,87
Ecart type	935,83	745,79
Max	2550	2200
Min	60	60
CV	81,83	89,01

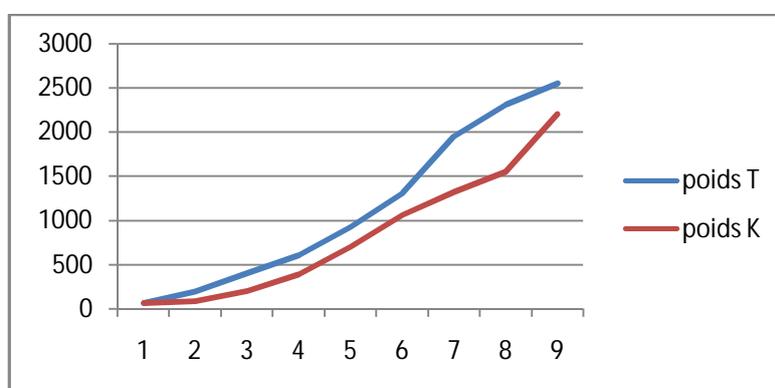


Figure 24 : graphe du poids.

Les résultats expérimentaux obtenus par notre étude à propos du poids des sujets par nos deux élevages sont représentés dans le tableau et le graphe ci-dessus :

Le poids des sujets dans les deux élevages sont en ordre croissant avec une moyenne de 1143,59gr dans le bâtiment T avec un poids maximum de quelques sujets de 2550gr à la dernière semaine d'élevage, écart type de 935,83 et un coefficient de variation de 81,83;

tandis que dans le bâtiment K la moyenne est de 837,87 ; le poids maximum est de 2200 gr ; l'écart type est de 745,79 et le coefficient de variation est de 89,01 .

V.LE GAIN HEBDOMADAIRE :

Tableau XVI : représentation du gain hebdomadaire des sujets

Age (jour)	gain hebdt	gain hebdk
1		
7	128,33	21,66
14	213,33	118,34
21	199,49	182,5
29	317,66	313,5
35	388,25	361,65
42	642,5	258,35
49	364	235
56	236	650
Moy	311,20	267,63
Ecart type	160,21	188,35
Max	642,5	650
Min	128,33	21,66
CV	0,51	0,70
CV	51%	70%

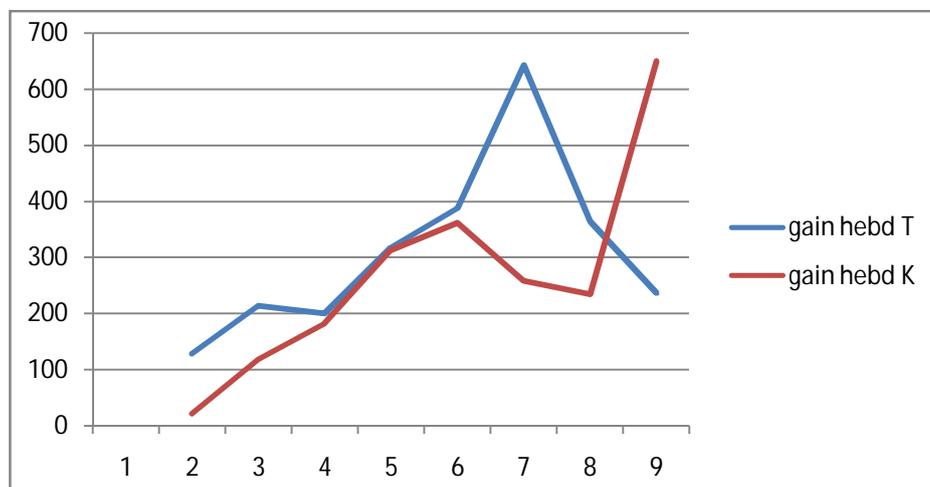


Figure 25 : graphe du gain hebdomadaire.

Les résultats expérimentaux obtenus par notre étude à propos du gain hebdomadaire par nos deux élevages sont représentés dans le tableau et le graphe ci-dessus :

Le gain hebdomadaire est en ordre croissant dans les deux élevages de la 2^{ème} à la 6^{ème} semaine avec une valeur de 388gr chez T et de 361 chez K à la 6^{ème} semaine et cela continu dans le bâtiment T jusqu'à la 7^{ème} avec un pic 642,5gr depuis en ordre décroissant de la 7^{ème} jusqu'à la dernière semaine de leurs vie avec une valeur de 236gr ; par contre dans le bâtiment K à partir de la 6^{ème} semaine on remarque une chute du gain hebdomadaire jusqu'à la 8^{ème} semaine avec une valeur minimum de 235gr puis un ordre croissant de la valeur jusqu'à la dernière semaine avec une valeur de 650gr.

La moyenne du gain hebdomadaire chez T est de 311,20gr et un écart type de 160,21 avec un coefficient de variation de 51% ; mais dans le bâtiment K on a une moyenne de 267,63gr et un écart type de 188,35 avec un coefficient de variation de 70%.

Les valeurs les plus faibles du gain hebdomadaire sont constatées au début d'élevage dans la première semaine avec 128,33gr chez T et 21,66gr chez K.

VI : INDICE DE CONVERSION:

Tableau XVII : représentation du l'indice de conversion (IC)

IC	à 56jours	IC K	IC T
		1,5	2,08
	à 70jours	2,14	

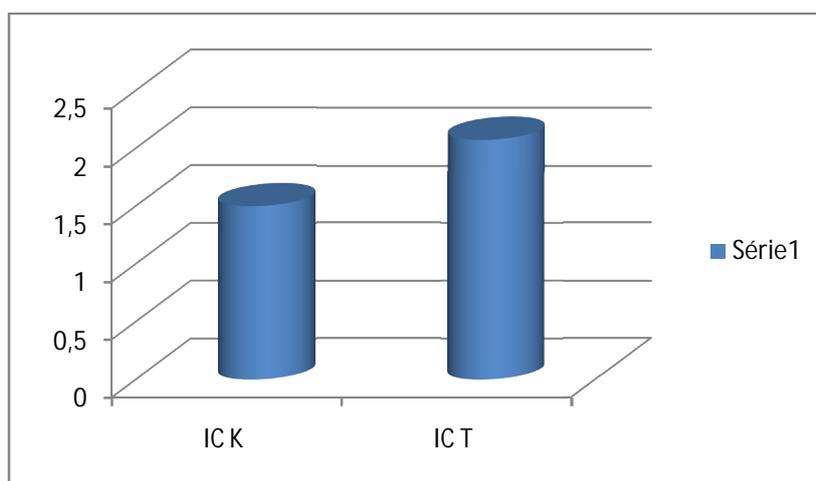


Figure 26 : graphe de l'indice de conversion.

Nous remarquons à partir du tableau XVII illustré par la figure 26, qu'à 56 jours d'âge l'indice de conversion au niveau du bâtiment K est meilleur que celui enregistré au niveau du bâtiment T. Les animaux du bâtiment K consomment 1,5kg d'aliment pour donner un kg de viande vs 2,08kg d'aliment consommé pour l'obtention d'un kg de viande au niveau du bâtiment T. Néanmoins l'IC au niveau de la ferme K augmente au delà de 56 jours puisque nous avons enregistré une valeur de 2,14 à 70 jours d'âge ; ceci dit qu'au delà de 56 jours les sujets consomment beaucoup et donnent peu ce que n'est pas recommandé de point de vue économique.

VII: LA TEMPERATURE EXTERNE :

Tableau XVIII : représentation de la température externe :

Age (jour)	temp.ext. T	temp.ext. K
1	33	34
7	34	36
14	32	40
21	27	29
29	30	36
35	34	42
42	28	33
49	30	36
56	30	30
Moy	30,89	35,11
Ecart type	2,52	4,23
Max	34	42
Min	27	29

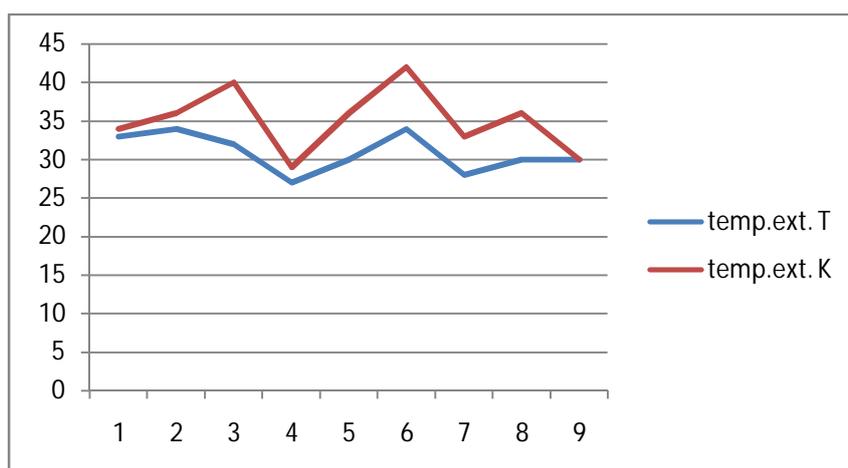


Figure 27 : graphe de la température externe :

Les résultats expérimentaux obtenus par notre étude à propos de la température externe par nos deux élevages sont représentés dans le tableau et le graphe ci-dessus :

La température moyenne des deux élevages est représentée par une valeur de 30,89 °C au niveau de la périphérie du bâtiment T et elle est de 35,11°C au niveau de la périphérie du bâtiment K.

Les valeurs maximales sont enregistrées à la 6ème semaine de l'élevage elles sont de 34°C chez T et de 42°C chez K ; et les valeurs minimales sont enregistrées à la 4ème semaine avec 27°C chez T et avec 29°C chez K.

L'écart type est de 2,52 chez T tandis que chez K est de 4,23.

VIII:LA TEMPERATURE INTERNE:

Tableau XIV : représentation de la température interne :

Age(jour)	temp.int. T	temp.int. K
1	35	35
7	30	34
14	26	34
21	27	33
29	26	33
35	29	34
42	22	29
49	27	34
56	27	29
Moy	27,67	32,78
Ecart type	3,54	2,22
Max	35	35
Min	22	29

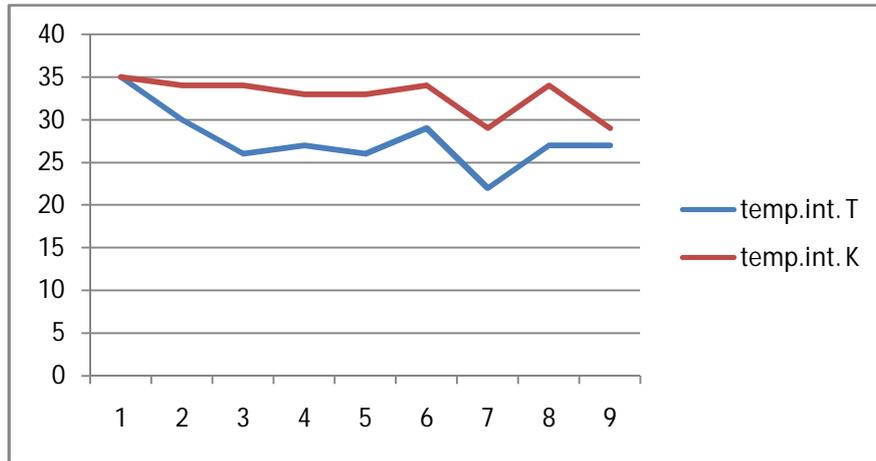


Figure 28 : graphe de la température interne :

Les résultats expérimentaux obtenus par notre étude à propos de la température interne par nos deux élevages sont représentés dans le tableau et le graphe ci-dessus :

La température moyenne des deux élevages est représentée par une valeur de 27,67 °C au sein du bâtiment T et elle est de 32,78 °C au sein du bâtiment K.

La valeur maximale enregistrée est de 35°C à la 1^{ère} semaine pour les deux élevages ; et les valeurs minimales sont enregistrées à la 7^{ème} semaine avec 22°C chez T et avec 29°C chez K.

L'écart type est de 3,54 chez T tandis que chez K est de 2,22.

V.1.2 : Deuxième partie : détermination des valeurs usuelles de quelques paramètres biochimiques.

Tableau XX : résultats d'analyse A (minéraux)

ECHANTIL.	RESULTATS			
	Calcium	Ions(K)	Ions(NA)	Magnésium
VIT C om k	117	6,1	139	25
VIT C 30m k	114	8,7	133	30
VIT C 60m k	108	6	135	23
M1 K	120	6,7	139	27
M2 K	107	6,8	138	25
VG 0m k	117	5,9	138	31
VG 30m k	121	8	149	28
VG 60m k	110	8,3	138	28
VIT C 30m A	114	8,1	156	39
VIT C 60m A	106	7,4	136	30
VG 60m A	107	7	135	27
AVTTRT 0mA	109	6,5	136	27

Tableau XXI : résultats des analyses B

ECHANTIL.			
	PRO T	Albumine	CHOL T
VIT C om k	28	10	0,99
VIT C 30m k	32	8	0,69
VIT C 60m k	31	10	0,93
M1 K	34	12	0,9
M2 K	33	11	1,09
VG 0m k	43	13	1,09
VG 30m k	35	11	0,98
VG 60m k	35	8	0,91
VIT C 30m A	41	13	1,69
VIT C 60m A	36	7	1,25
VG 60m A	29	9	1,14
AVTTRT 0mA	33	11	1,08

Tableau XXII : résultats des analyses C (les enzymes)

ECHANTIL.	TGO	TGP	PAL
VIT C om k	189	4	2969
VIT C 30m k	198	4	5195
VIT C 60m k	220	2	9729
M1 K	247	3	6428
M2 K	244	6	2035
VG 0m k	264	3	9494
VG 30m k	300	6	6859
VG 60m k	253	9	10325
VIT C 30m A	452	5	8027
VIT C 60m A	277	5	4725
VG 60m A	237	5	14781
AVTTRT 0mA	269	6	3740

Les résultats des dosages biochimiques n'ont révélé aucune différence significative entre les deux lots d'élevage mais aussi entre les deux échantillons séparés au niveau de chaque bâtiment. Les valeurs enregistrées au niveau des tableaux N° XX, XXI et XXII sont à l'intérieur de la fourchette des normes admises ; sauf pour les PAL qui enregistre des augmentations jusqu'à 14871UI comme valeur maximale et 2035UI comme valeur minimale.

Ces chiffres me semblerais exagérés ceci prouve que le foie est beaucoup sollicité lors du stress thermique et l'augmentation de la phosphatase alcaline est généralement, témoin de lithiase vésicale avec cholécystite.

V.2 :DISCUSSION

Le présent travail est une contribution à la valorisation des bienfaits des traitements d'additifs antis stress dans l'eau de boisson afin de minimiser les effets du stress thermique. Nous rappelons que l'expérimentation en réalité n'a commencé qu'à partir de la 4^{ème} semaine et avant la 5^{ème} semaine. Pour cela, les effets seront appréciés et évalués sur les paramètres zootechniques, et sur les paramètres biochimiques entre autre les transaminases et les phosphatases alcalines marqueurs enzymatique de la fonction hépatique.

Les résultats des paramètres zootechniques ont montré qu'il existe une différence significative entre les différents traitements en ce qui concerne la consommation alimentaire, le poids vif, le gain de poids, le rendement de la carcasse par le calcul de l'indice de conversion (IC). Cependant, les poulets de chair du bâtiment (T) qui ont reçu un traitement à base de toxidren ont présenté des morbidités ainsi des taux de mortalités moindre, ainsi une consommation d'aliment et une prise de poids significativement élevée par rapport à celles de l'autre traitement à base du produit BAYER du bâtiment (K) ce qui montre une grande contribution de la nature du traitement instauré lors du stress thermique qui constitue un facteur limitant dans la consommation d'aliments.

Il est clair qu'il est impossible de déterminer des spécifications alimentaires sans connaître la capacité maximale d'un animal ou d'un groupe d'animaux à consommer de l'aliment. Nous rappelons aussi que les poulets consomment l'aliment ad libitum même lors des canicules, bien qu'il est admis que l'exposition prolongée des animaux à des températures supérieures ou inférieures à la zone de thermoneutralité modifie la consommation d'aliment. De même lorsque la température du milieu passe des conditions confortables aux conditions du stress thermique, tout comme le bâtiment (K), la consommation diminue proportionnellement.

Nos résultats différents de ceux rapportés par MITCHELL et GODDARD (1990), lesquels, en mesurant l'effet de la chaleur sur la croissance du poulet nourri à volonté avec de l'aliment commercial, ont trouvé à 4 semaines et à 22° C, un poids vif de 881 g et un GMQ de 50,7 g.

Pendant la phase de démarrage nous avons remarqué une mortalité en ordre croissant au niveau nos deux élevages, il s'expliquerait par le stress de transport et la manipulation lors de la mise en place des poussins.

Dans les deux bâtiments nous avons remarqué une morbidité accompagnée d'une mortalité avec un taux de 4,5% au niveau du bâtiment de la région A (T) avant l'administration de TOXIDREN et 2,9% après; tandis qu'au niveau du bâtiment de la région B (K) nous avons une mortalité de 1,5% avant l'utilisation de VIGEST et 9,4% après ; cette mortalité enregistrée pourrait être liée à la dégradation de certaines normes zootechniques entre autre l'hygiène.

A partir de ces résultats et dans nos conditions expérimentales nous nous limitant à émettre un constat et dire qu'au niveau du bâtiment A que le taux de mortalité enregistré, qui est minime est imputable à l'ajout de TOXIDREN qui semblerai très efficace contre les grandes chaleurs.

Cependant nous avons constaté que l'apport de VIGEST et son incorporation dans l'eau de boisson à donné satisfaction dans le rendement, puisque il suffit d'avoir un kilo et demi d'aliment pour avoir un kilo de viande.

Ceci peut s'expliquer par l'effet de vitamine sur la réponse immunitaire, rapporté par Allen et al. (1996) ; et que certains oligo-éléments comme le zinc augmente la défense immunitaire Fletcher et al. (1988) et le cuivre accroît la réponse des anticorps. Larsen et al. (1997) ont aussi mis en évidence une baisse de la mortalité (passant de 86 à 21 %) chez les poulets confrontés à *Escherichia coli* lorsqu'ils reçoivent une supplémentation à 0,3 mg/kg de sélénium.

Les résultats des paramètres biochimiques ont révélé une exagération dans l'activité enzymatique des phosphatases alcalines marquée par une augmentation spectaculaire avec une valeur maximale de 14781 UI et une valeur minimale de 2035 UI de cette enzyme, ce qu'est supérieure à norme qu'est de 25 à 45 UI.(H. HOLLEREAU, CH.PORCHER, E. NICOLAS, A. BRION ,1992). Quant aux autres paramètres il semblerait que les valeurs sont dans les limites des valeurs de référence.

CONCLUSION

Au terme de notre travail on se limite à rapporter quelques constats :

Une mortalité des sujets qui diffèrent entre les deux élevages et aussi des rendements moins importants, et ceci a cause des mauvaises conditions zootechniques, les mauvaises habitudes des éleveurs et la présence de multiples facteurs de stress.

Nous avons remarqué une baisse nette de la mortalité (210) dans le bâtiment T avec un indice de conversion moins important (2,08) contrairement au bâtiment là ou on a enregistré une augmentation de la mortalité (395) avec un indice de conversion meilleur (1,5).

Pour rappel, au niveau du bâtiment T nous avons utilisé TOXIDREN alors qu'au niveau du bâtiment K les sujets ont reçu le VIGEST.

Bien que les conditions d'élevages soient meilleures au niveau du bâtiment T, néanmoins nous pouvons attribuer la différence de mortalité à l'efficacité du TOXIDREN contre le stress thermique par contre le VIGEST a donné des bons résultats sur le gain pondéral et la conversion de l'aliment.

Ajouter à cela si l'on veut avoir une excellente amélioration avec l'utilisation de ces additifs, il faut faire appel aux techniques de climatisation dans les bâtiments d'élevage du poulet de chair.

La souche du poulet dans nos élevages est la COBB 500 qu'est une souche lourde; son élevage est à proscrire en été, en raison de sa faible résistance contre la chaleur, par contre la souche ISA F15 est recommandée vu sa résistance dans les régions tempérées.

Nos résultats confirment que TOXIDREN est conseillé pour combattre la mortalité causée par le stress thermique, et VIGEST est à prescrire pour améliorer l'indice de conversion.

RECOMMANDATIONS

Nos recommandations s'adressent aux acteurs intervenant dans le secteur de l'élevage à savoir les éleveurs, les fabricants d'aliment et l'État.

▪ RECOMMANDATION EN DIRECTION DES ELEVEURS

Les éleveurs doivent être motivés pour la promotion de l'aviculture. Pour se faire il est absolument nécessaire de susciter l'esprit coopératif chez les éleveurs, de les organiser autour des structures de développements souples et viables, et de les convaincre à participer eux aussi au développement de l'aviculture.

A ce titre le regroupement en organisation de producteurs et le système de cotisation peuvent être retenus. Ce qui faciliterait les échanges d'informations et d'expérience entre-eux et leur capacité de négociation.

Les éleveurs doivent être sensibilisés sur la présence de produits nouveaux et efficace sur la lutte contre la chaleur, et connaître les avantages de ces derniers afin qu'ils y investissent.

▪ RECOMMANDATION EN DIRECTION DES FABRICANTS

Les additifs devraient être utilisés depuis le démarrage et pendant toute la période d'élevage ce qui permettrait aux animaux de s'adapter au produit et avoir une réponse plus importante.

Les fabricants de ce produit doivent le mettre à la disposition des pays tempérés et les confrontés à la problématique de lutte contre le stress thermique. Et à l'intérieur de chaque pays, le fabricant doit mettre en place un système de distribution qui devance les attentes des producteurs.

▪ RECOMMANDATION EN DIRECTION DE L'ETAT

L'État devrait s'impliquer dans l'organisation de la filière avicole en proposant des formations aux éleveurs et en contribuant à la vulgarisation du produit.

L'État doit mettre aussi en place une politique qui consiste à une décentralisation de l'industrie de l'alimentation de la volaille.

Pour que tous les éleveurs soient en possession du produit, l'État devrait subventionner les prix des produits ce qui peut être une solution au problème de la sécurité alimentaire.

L'État devrait aussi aider les éleveurs pour améliorer leurs bâtiments d'élevages en fournissant les matériaux nécessaires pour avoir un climat adéquat dedans et avec des prix raisonnables.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1-FONTAINE M., 1995.

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

2-VILLATE D., 2001.

Maladie des volailles, 2^e édition de France Agricole, page 27-37.

3-HUART A., 2004.

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

4-BRUGERE-PICOUX J., et SILIM A., 1992.

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

5-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.

6-BRUGERE-PICOUX J., 1973.

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

7-BIGOT K., TESSERAUD S., TAOUIS M., PICARD M., 2001.

Alimentation néonatale et développement précoce du poulet de chair. *INRA Prod. Anim.*, 14, 219-230.

8-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.

9-BLUDGEN A., et COLLABORATEURS, 1996.

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

10-LARBIER M., et LECLERCQ B., 1992.

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

11-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.

12-LARBIER M., et COLLABORATEURS, 1991.

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

13-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.

14-PICARD M., PLOUZEAU M., FAURE J.M., 1999.

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

15-*INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE AGRONOMIQUE*, 2004.

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

16-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.*

17-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.*

18-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.*

19-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.*

20-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.*

21-TESSERAUD S., 1995.

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

22-AMAND G., et COLLABORATEURS, 2004.

Sciences et techniques avicoles ; la revue scientifique de l'aviculture ; la prévention du COUP DE CHALEUR en aviculture.

23-PP.A. GERAERT ,1991.

Métabolisme énergétique du poulet de chair en climat chaud. *INRA Prod. Anim.*, 4 (3),257-267.

24- ABDELSAMIE R.E., RANAWEERA K.N.P. et NANO W.E., 1983.

The influence of fibre content and physical texture of the diet on the performances of broilers in the tropics. *Br. Poult. Sci.*, 24: 383-390.

25- CHARLES D.R., GROOM C.M. et BRAY T.S., 1981.

The effects of temperature on broilers: interactions between temperature and feeding regimen. *Br. Poult. Sc.*, 22: 475-481.

26- DAVISON T.F., MISSON B.H. et FREEMAN B.M., 1980.

Some effects of thyroidectomy on growth, heat production and the thermoregulatory ability of the immature fowl. *J. therm. Biol.*, 5: 197-202.

27- DAWSON W.R., 1982.

Evaporative losses of water by birds. *Comp. Biochem. Physiol.*, 71: 495-509.

28- EDENS F.W. et SIEGEL H.S., 1976.

Modification of corticosterone and glucose responses by sympatholytic agents in young chickens during acute heat exposure. *Poult. Sci.*, 55: 1704-1712.

29- EL BOUSHY A.R. et VAN MARLE A.L., 1978.

The effect of climate on poultry physiology in tropics and their improvement. *World's poult. Sci.J.*, 34: 155-171.

30- FARELL D.J., 1988.

The energy metabolism of poultry present and future perspectives. 18th world's Poult. Cong., 04-09/9/1988, Nagoya, Japan, *Jap. Poult. Sci. Ass.*, 85-91.

31- FRANCIS C.A. , MAC LEOD M.G. et ANDERSON J.E., 1991.

Alleviation of acute heat stress by food withdrawal or darkness. *Br. Poult. Sci.*, 32: 219-225.

32- FREEMAN B.M., 1983.

Body temperature and thermoregulation. In: FREEMAN B.M., Ed., *Physiology and biochemistry of Domestic fowl.*, vol 4: 365-377.

33-FULLER H.L., 1981.

Formulating broiler feeds for hot weather use. *Poult. Digest*, 40: 321-323.

- 34-HILLMAN P.E. ,SCOTT N.R. et VAN TIENHOVEN A., 1985.
Physiological responses and adaptations to hot and cold environments (124-136). In: Yousef M.K., Ed. Stress physiology in livestock, vol III Poultry, CRC press, Boca Raton (USA). 2-71.
- 35-HUSSEINI M.D., DIAB M.F., SALMAN A.J. et DANDAN A.M., 1987.
Effect of dietary protein, energy levels and bird stocking density on the performance of broilers under elevated temperatures. *Nutr. Rep. Int.*, 36: 261-272.
- 36- MAC LEOD M.G., 1984.
Factors influencing the agreement between thermal physiology measurements and field performance in poultry. *Arch. Exp. Vet. Med., Leipzig*, 38: 399-410.
- 37-MAC LEOD M.G., 1985.
Environment-nutrient interactions in turkeys. *Turkeys*, 33(4): 24-29.
- 38-MAC LEOD M.G., JEWITT T.R., WHITE J., VERBRUGE M. et MITCHELL M.A., 1982.
The contribution of locomotor activity to energy expenditure in the domestic fowl. Proc. 9th Energy Metabolism Symp., sept 1982, Lillehammer (Norway) Ekerb A., Sundstol F. Eds. *EAAP Publ. 29*: 72-75.
- 39-MAC LEOD M.G. et GERAERT P.A., 1988.
Energy metabolism in genetically fat and lean birds and mammals. In: Leanness in domestic birds. Leclercq B. & Whitehead. C.C Eds Butterworths, Sevenoaks (GB). 109-120.
- 40-MATEOS G.C. et SELL J.L., 1980.
True and apparent metabolisable energy value of fat laying hens : influence of level of use. *Poult.Sci.*, 59: 369-373.
- 41-MC NAUGHTON J.L., REECE F.N. et DEATON J.W., 1983.
Broiler lysine and energy requirements during heat stress. *Poult. Sc.*, 62: 1358.
- 42-MITCHELL M.A. et GODDARD C., 1990.
Some endocrine responses during heat stress induced depression of growth in young Domestic fowls. *Proc. Nutr. Soc.* 49: 120A.
- 43-MITCHELLS H., HERREMANS M. et DECUYPERE E., 1985.
Light-dark variations of oxygen consumption and subcutaneous temperature in young Gallus domesticus: influence of ambient temperature and depilation. *J. therm. Biol.*, 10: 13-20.
- 44-MURPHY L.B. et PRESTON A.P., 1988.
Time-budgeting in meat chickens growth commercially. *Br. Poult. Sci.*, 29: 571-580.

45-RUDAS P. et PETHES G., 1982.

Autoregulative change in the thyroid hormone metabolism response to temperature in *Gallus domesticus*. *Poult. Sci.*, 61: 1533.

46-SYKES A.H., 1977.

Nutrition-environment interactions in poultry. In Nutrition and the climatic environment, Haresign w., Swan H. and Lewis D. Eds, Butterworths, Sevenoaks (GB) 17-30.

47-TASAKI I. et KUSHIMA M., 1979.

Heat Production when single nutrients are given to fasted cockerels ; Proc. 8th Energy metabolism Symp., sept 1979, Cambridge (GB) Mount L.E. Ed. *EAAP Publ.* n°26: 253-256.

48-VAN KAMPEN M., 1976.

Activity and energy expenditure in laying hens. *J. Agric. Sci.*, 87: 81-88.

49-WALDROUP P.W., 1982.

Influence of environmental temperature on protein and amino acid needs of poultry. *Fed. Proc.*, 41: 2821-2823.

50-WALSBERG G.E., 1988.

Heat flow through avian plumages: the relative importance of conduction, convection and radiation. *J. therm. Biol.*, 13: 89-92.

51-WENK S. et VAN ES A.J.H., 1976.

Energy metabolism of growing chickens as related to their physical activity. Proc. 7th Energy Metabolism Symp., sept 1976. Vichy (France) Vermorel M. Ed. *EAAP Publ.* n°19: 189-192.

52-WOODS S.J. et WHITTOW G.C., 1974.

The role of central and peripheral temperatures changes in the regulation of thermal polypnea in the chicken. *Life Sci.* 14: 199-205.

53- JACQUES LE ROUZIC, 2015.

INRA-poulet de chair, pic de chaleur

54-CREAD 2010:

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

55- H. HOLLEREAU, CH.PORCHER, E. NICOLAS, A. BRION, 1992.

Les normes biologiques et zootechniques propédeutiques VADE-MECUM du vétérinaire P.842.

56-ALLEN P.C., DANFORTH H.D., MORRIS V.C. et LEVANDER O.A., 1996.

Poult.Sci. 75: 966.

57- FLETCHER M.P., GERSHWIN M.E., KEEN C.L. et HURLEY L., 1988.
Trace element deficiencies and immune responsiveness in humans and animal models. In :
R.K. Chandra (ed), Nutrition and Immunology, 215-239. Alan R. Liss Inc, New York.

58-LARSEN C.T., PIERSEN F.W. et GROSS W.B., 1997.
Effect of dietary selenium on the response of stressed and unstressed chickens to
Escherichia coli challenge and antigen. Biol. Trace Elements Res., 58: 169-176.

59-ANONYME 1 ,1996.
SANOFI; Guide de l'Aviculture Tropicale. Libourne-France. P.117.

60-ANONYME 2.
Physio pathologie et réponse des poulets au Stress thermique; Guide d'élevage poulet de
chair HUBBARD.

ANNEXES

Annexe 01: fiche de suivi sanitaire de TIFRA (Bâtiment A).

Age (en jour)	Diagnostic	Molécules utilisées	Durée
1, 2, 3, 4, 5	Prévention	ALFLOXACINE	05 jours
6	Prévention	VIGAL 2X	1 jour
7	Prévention	Vaccin bivalent: Newcastle (B 1), Bronchite infectieuse(H120), dans l'eau de boisson.	
8, 9	Prevention	VIGAL 2X	02 jours
10, 11		Eau seule.	02 jours
12, 13	Prévention	AMINOVITAL SUPER (poly vitaminé)	02 jours
14	Prévention	Vaccin vivant cloné contre la Gumboro (IBDL), dans l'eau de boisson.	
15, 16	Prévention	AMINOVITAL SUPER (poly vitaminé)	02 jours
17, 18		Eau seule.	02 jours
19,20	Prévention	VIGAL 2X	02 jours
21	Prévention	Vaccin contre la Newcastle (La Sota), Bronchite infectieuse(H120), dans l'eau de boisson.	
22	Prévention	VIGAL 2X	01 jour
23,24, 25,26,27	Prévention	COCCIDIOPAN (coccidiose prévention)	05 jours
28		Eau seule.	01 jour
De j= 29 à j=50 : à suivre dans le tableau ci-dessous*.			
De 51 à56 (l'abattage)		Eau seule.	6 jours

*SUITE :

Age (en jour)	Diagnostic	Molécules utilisées pour ½ élevage		Durée
De j=29 à j=34	prévention	Vitamine C (Vit C) + Oxykel80	Toxidren (Txd) + Oxykel80	6 jours
De j=33 à j=35	traitement	Vit C + Tylolide	Txd + Tylolide	3 jours
De j=36 à j=41	traitement	Vit C	Txd	6 jours
De j=42 à j=44	traitement	Vita C + AD3E+Colistine	Txd+AD3E+Colistine	3 jours
De j=45 à j=46	prévention	Vit C + AD3E	Txd +AD3E	2 jours
De j=47 à j=50	prévention	Vit C	Txd	4 jours

Annexe 02 : fiche de suivi sanitaire de TIZI-RACHED (Bâtiment B).

Age (en jour)	Diagnostic	Molécules utilisées	Durée
1, 2, 3,4 ,5	Prévention	ALFLOXACINE	05 jours
6	Prévention	VIGAL 2X	1 jour
7	Prévention	Vaccin bivalent: Newcastle (B 1), Bronchite infectieuse(H120), dans l'eau de boisson.	
8, 9	Prevention	VIGAL 2X	02 jours
10, 11		Eau seule.	02 jours
12 ,13	Prévention	AMINOVITAL SUPER (poly vitaminé)	02 jours
14	Prévention	Vaccin vivant cloné contre la Gumboro (IBDL), dans l'eau de boisson.	
15, 16	Prévention	AMINOVITAL SUPER (poly vitaminé)	02 jours
17, 18		Eau seule.	02 jours
19,20	Prévention	VIGAL 2X	02 jours
21	Prévention	Vaccin contre la Newcastle (La Sota), Bronchite infectieuse(H120), dans l'eau de boisson.	
22	Prévention	VIGAL 2X	01 jour
23,24, 25, 26,27	Prévention	COCCIDIOPAN (coccidiose prévention)	05 jours
28, 29		Eau seule.	02 jours
De j= 30 à j=50 : à suivre dans le tableau ci-dessous*.			
51		Eau seule.	1 jour
52, 53, 54, 55,56	traitement	Colistine	5 jours
De 56 à 70 (l'abatage)		Eau seule	15 jours

*SUITE :

Age (en jour)	Diagnostic	Molécules utilisées pour ½ élevage		Durée
De j=30 à j=39	prévention	Vitamine C (Vit C)	Vigest (Vgt)	12 jours
De j=40 à j=44	traitement	Vita C +Alfloxacoli	Vgt + Alfloxacoli	3 jours
De j=45 à j=49	prévention	Vit C + AD3E	Vgt +AD3E	2 jours
j=50	prévention	Vit C	Vgt	4 jours

Annexe 03 : composition de l'additif VIGEST :

Composition typique pour 100 ml :

Minéraux	Phosphore	0,615g	Calcium	0,039g	Fer	0,565mg
	Magnésium	0,101g	Chlore	3,429g	Potassium	1,300g
	Sodium	2,327g	Stabilisateurs/ Émulsifiant	1,97%		
Vitamines	Thiamine(B1)	5,480mg	Acide Folic	1,070mg	Riboflavine(B2)	8,079mg
	Biotine	0,101g	Niacin	54,800mg	Choline	282,500mg
	Pyridoxine (B6)	1,600mg	Acide Pantothenic	5,020mg	Cobalamine (B12)	Trace
	Inositol	Traces				
Acides aminés	Alanine	62,15mg	Arginine	310,75mg	Acide aspartic	864,45mg
	Cystine	Trace	Histidine	288,15mg	Isoleucine	463,3mg
	Leucine	649,75mg	Lysine	768,40mg	Méthionine	141,25mg
	Phénylalanine	372,90mg	Proline	367,25mg	Serine	401,15mg
	Thréonine	384,20mg	Tryptophane	Trace	valine	576,30mg
	Acide Glutamic	960,50mg	Glycine	423,75mg		

Annexe 04 : composition de l'additif TOXIDREN :

1,000g contiennent :

Vitamine A	7.000.000 U.I	Excipients : q.s.q 1.000g Chlorure de sodium Chlorure de potassium Sulfate de magnésium
Vitamine D3	200.000 U.I	
Vitamine E	2.000 mg	
Vitamine C	15.000mg	
VitamineK	3.500 U.I	
Vitamine B6	1.500 U.I	
Vitamine B12	6mg	
Acide folique	200 mg	Autres composants :
		BHA 750 mg
		BHT 750 mg

Annexe 05 : images des additifs :



(VIGEST)



(TOXIDREN)

Annexe 06 (A) : Tableau des résultats d'analyse

LABORATOIRE D'ANALYSES MEDICALES
M-IRATNI
 Spécialiste en Biologie Clinique

65 Rue Houari Boumediene . TIZI OUZOU (Face au Cinéma Djurdjura) - Tel/Fax : 026 19 17 17 -

Résultats d'Examens

dossier	Date	Patient	Résultats
✓150822001	31/08/2015	VITC OM K	IONOS: [NA : 139, K : 6,1] Calcium:117] Magnesium:25] PRO T:28] ALbumine:10] CHOLT:0,99] TGO:189] TGP:4] PAL:2 969]
✓150822002	31/08/2015	VIT C 30M K	Calcium:114] IONOS: [NA : 133, K : 8,7] Magnesium:30] PRO T:32] ALbumine:8] CHOLT:0,69] TGO:198] TGP:4] PAL:5195]
✓150822003	31/08/2015	VIT C 60M K	IONOS: [NA : 135, K : 6] Calcium:108] Magnesium:23] PRO T:31] ALbumine:10] CHOLT:0,93] TGO:220] TGP:2] PAL:9729]
✓150822004	31/08/2015	M1 K	Calcium:120] IONOS: [NA : 139, K : 6,7] Magnesium:27] PRO T:34] ALbumine:12] CHOLT:0,90] TGO:247] TGP:3] PAL:6428]
✓150822005	31/08/2015	M2 K	Calcium:107] PRO T:33] TGO:244] TGP:6] PAL:2035] Magnesium:25] IONOS: [NA : 138, K : 6,8] ALbumine:11] CHOLT:1,09]
✓150822006	31/08/2015	VG0M K	Calcium:117] IONOS: [NA : 138, K : 5,9] Magnesium:31] PRO T:43] ALbumine:13] CHOLT:1,09] TGO:264] TGP:3] PAL:9494]
✓150822007	31/08/2015	VG30M K	Calcium:121] Magnesium:28] IONOS: [NA : 149, K : 8] PRO T:35] ALbumine:11] TGO:300] TGP:6] PAL:6859] CHOLT:0,98]
✓150822008	31/08/2015	VG60M K	Calcium:110] IONOS: [NA : 138, K : 8,3] Magnesium:28] PRO T:35] ALbumine:8] CHOLT:0,91] TGO:253] TGP:9] PAL:10325]
✓150822010	31/08/2015	VITC30M A	Calcium:114] IONOS: [NA : 156, K : 8,1] Magnesium:39] PRO T:41] ALbumine:13] CHOLT:1,69] TGO:452] TGP:5] PAL:8027]
✓150822011	31/08/2015	VITC60M A	Calcium:106] Magnesium:30] IONOS: [NA : 136, K : 7,4] PRO T:36] ALbumine:7] TGO:277] TGP:5] PAL:4725] CHOLT:1,25]
✓150822012	31/08/2015	VG60M A	Calcium:107] IONOS: [NA : 135, K : 7] Magnesium:27] PRO T:29] ALbumine:9,00] CHOLT:1,14] TGO:237] TGP:5] PAL:14981]

Annexe 06 (B) : Tableau des résultats d'analyse :

LABORATOIRE D'ANALYSES MEDICALES			
M-IRATNI			
Spécialiste en Biologie Clinique			
65 Rue Houari Boumediene . TIZI OUZOU (Face au Cinéma Djurdjura) - Tel/Fax : 026 19 17 17 -			
Résultats d'Examens			
Dossier	Date	Patient	Résultats
150822013	31/08/2015	AVT TRTOM A	Calcium:109] IONOS: [NA : 136, K : 6,5] PRO T:33] Albumine:11] Magnesium:27] TGO:269] TGP:6] PAL:3740] CHOLT:1,08]

Annexe 07 : tableau des normes de certains métabolites chez le poulet de chair :

Métabolite	Valeur	
Na ⁺	148-163	mmol/l
K ⁺	4,6-6,5	mmol/l
Ca ²⁺	2,2-6	mmol/l
Mg ²⁼	0,5-1,5	mmol/l
PRO T	52-59	g/l
Albumine	21-35	g/l
CHOL T	1,3-3,8	mmol/l
TGO(ASAT)	88-208	UI/l
TGP(ALAT)	9,5-37	UI/l
PAL	25-45	UI/l