

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA**

**RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE VETERINAIRE – ALGER**

المدرسة الوطنية العليا للبيطرة - الجزائر

**PROJET DE FIN D'ETUDES**

**EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTEUR**

**VETERINAIRE**

**L'effet de la supplémentation de l'eau de boisson par le vinaigre sur les paramètres hématologique et biochimique du sang de poulet de chair élevé en ambiance chaude**

**Présenté par : CHERGUI Ahlam  
AZOUG Tarek  
HAMLA Abdenour**

**Soutenu le : 28/06/2012**

**Jury :**

<b>Présidente :</b>	<b>M<sup>me</sup> TEMIM S.</b>	<b>Professeur</b>	<b>ENSV Alger.</b>
<b>Examinatrice :</b>	<b>M<sup>elle</sup> AIN BAZIZ H.</b>	<b>Professeur</b>	<b>ENSV Alger.</b>
<b>Examineur :</b>	<b>M. DJEZZAR R.</b>	<b>Maître assistant B</b>	<b>ENSV Alger.</b>
<b>Promotrice:</b>	<b>M<sup>me</sup> BERRAMA Z.</b>	<b>Maître assistant A</b>	<b>ENSV Alger.</b>

**Année universitaire : 2011/2012**

# Remerciements

*Louange à Allah, seigneur de l'univers, le tout puissant et miséricordieux, qui nous a inspiré et comblé de bienfaits, nous lui rendons grâce.*

*Au terme de ce travail, qu'il nous soit permis d'exprimer nos plus vifs remerciements*

*À:*

*Madame SOUAMES née BERRAMA .Z Maître assistante A à l'ENSV nous lui exprimons nos vifs remerciements pour toute l'aide qu'elle nous a apporté ainsi que par ses encouragements et sa patience en tant que promotrice. Qu'elle trouve ici, l'expression de notre plus profond respect et notre considération pour ses compétences et ses qualités humaines.*

*Nous remercions, Madame TEMIM S. professeur à l'ENSV, d'avoir bien voulu présider notre jury.*

*Nous tenant à remercier Mademoiselle le Professeur AIN BAZIZ H. d'avoir bien voulu examiner notre travail.*

*Nous remercions Monsieur DJEZZAR R., Maître assistant B à l'ENSV d'avoir bien voulu juger notre travail.*

*Que les enseignants trouvent ici nos sincères remerciements pour NOUS avoir bien enseigné tout au long de ces années d'études. Sans oublier les bibliothécaires et travailleurs de cette école.*

*Nous remercions également, pour leur aide, toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste mémoire.*

## *Dédicaces*

*Tout d'abord je remercie Dieu le miséricordieux pour avoir exaucé mes vœux.*

*À ma Mère, sans qui rien de tout cela n'aurait été possible, merci ma mère  
qui m'a tout donné sans jamais rien demander, et j'espère te rendre heureuse  
et fière.*

*À mon Père, à celui qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne  
éducation, merci pour avoir suscité ma vocation et permis d'achever mes  
études.*

*À mon frère Mourad le plus cher à mes yeux.*

*À mes sœurs Nabila et Foufa.*

*À mes chères tantes, exemple de tendresse et de bonté.*

*À mes oncles ainsi qu'à tout mes cousins et cousines.*

*À tout mes amis.*

*À tout ceux qui m'ont aidé et qui ont été à mes côtés.*

*À tous ceux qui m'aiment*

# *Ahlem*

# DEDICACE

*Je dédie ce modeste travail avant tout à :*

*Mes mères qui m'ont soutenu pendant toute ma vie et qui ont veillé au bon déroulement de mes études, dieu les protèges.*

*Mon père qui a toujours pu être présent dans les moments difficiles.*

*A toute la famille AZONG.*

*A mes meilleurs amis avec qui j'ai passé mes plus belles années*

# Tarek

## *Dédicaces*

*À mes chers parents qui m'ont précieusement soutenu.*

*À mes chères sœurs et frères.*

*À mes aimables belles sœurs et beaux frères.*

*À tout mes amies et collègues.*

# *Abdenour*

## Résumé

Cette étude a pour but de déterminer, l'impact de l'addition de l'acide acétique (vinaigre commercial) dans l'eau de boisson sur certains paramètres physiologiques du sang de poulet de chair soumis aux contraintes de la température estivale.

Pour cela, 352 poulets âgés de 28j ont été répartis en deux groupes expérimentaux de poids vif moyen similaires (950,11g±46,69). Avec 4 répétitions de 44 sujets par répétition.

Un groupe "T" recevant une eau non supplémentée et un groupe "V" qui a reçu une eau supplémentée par le vinaigre à raison de 2ml/l d'eau. Les deux groupes ont été nourris par un aliment standard adapté à l'âge et sont soumis aux mêmes fluctuations de la température ambiante et de l'humidité relative. A l'âge de 49 jours, deux prélèvements sanguins ont été réalisés par saignée sur 8 sujets de chaque groupe, destinés pour le dosage des paramètres hématologiques et biochimiques du sang.

Dans nos conditions expérimentales, l'acidification par le vinaigre de l'eau de boisson du poulet de chair soumis à un stress thermique chronique est sans effet sur le taux de glucose et protéines totale du sang. La glycémie ainsi que la protéinémie totale des sujets supplémentés sont similaires à celles des sujets non supplémentés. Néanmoins, cet additif a permis d'améliorer de façon significative le taux de cholestérol plasmatique (-34%,  $p < 0,05$ ).

Par ailleurs, les paramètres hématologiques mesurés à l'âge de 49 j indiquent qu'en conditions de stress thermique chronique, l'ajout du vinaigre dans l'eau de boisson entraîne une augmentation significative ( $p < 0,01$ ) de l'hématocrite (+12%), de la concentration sérique en hémoglobine (+14%) et du nombre des globules rouges (+11%).

En conclusion, l'addition du vinaigre dans l'eau de boisson à un taux de 0,2% a permis d'améliorer l'équilibre hémostatique et le profil lipidique des poulets soumis à la chaleur estivale. Des investigations ultérieures seront menées pour clarifier les mécanismes impliqués

**Mots clé :** poulet de chair, stress thermique, paramètres hématologiques, paramètres biochimiques ; acide acétique.

## Abstract

This study aims to determine the impact of the addition of acetic acid (commercial vinegar) in the drinking water on some physiological blood parameters of broiler subjected to the constraints of summer temperature.

For this, a total of 352 twenty eight- d old chicks were divided into two homogenous groups (4 replicates of 44 birds) of similar mean body weight ( $950.11 \pm 46.69$  g).

Control group "T" receiving water non-supplemented and the experimental group "V" received water supplemented with vinegar at a rate of 2 ml / l of water. Both groups were fed a standard diet adapted to the age and are subject to similar fluctuations of ambient temperature and relative humidity. At the age of 49 days, two blood samples were achieved by bleeding of 8 subjects in each group, destined for the determination of hematological and biochemical parameters of blood.

Under our experimental conditions, the acidification by vinegar of drinking water of broilers subjected to chronic heat stress has no effect on glucose levels and total blood protein. Blood glucose and total serum protein of supplemented animals are similar to non-supplemented ones. However, this additive has improved significantly the plasma cholesterol (-34%,  $p < 0.05$ ).

Furthermore, hematological parameters measured at the age of 49 days indicate that the addition of vinegar in the drinking water on chronic heat stress conditions, increase significantly ( $p < 0.01$ ) hematocrit (12%), the serum concentration of hemoglobin (14%) and the number of red blood cells (11%).

In conclusion, the addition of vinegar in the drinking water at a rate of 0.2% has improved the haemostatic balance and lipid profile of chickens subjected to summer heat. Further investigations will be conducted to clarify the mechanisms involved.

**Key words:** broiler, heat stress, haematological, biochemical parameters, acetic acid

## ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد أثر إضافة حمض الخل (الخل التجاري) إلى مياه الشرب على بعض القياسات الفسيولوجية في دم دجاج اللحم المعرض لضغوط حرارة الصيف . التجربة اقيمت على 352 دجاجة البالغ أعمارها بين 28 يوم . قسمت الى مجموعتين د تجريبيتين ذوات وزن مماثل (950.11 ± 46.69 غ). مع 4 تكرارات لكل مجموعة مجموعة الشاهدة "T" تحصلت على المياه عادية اما مجموعة "V" فتحصلت على مياه شرب اضيف لها 0.2% من حمض الخل (خل تجاري) . تمت تغذية المجموعتين على نظام غذائي حسب المعيار المناسب للعمر، وخضعت لتقلبات مماثلة في درجة الحرارة المحيطة والرطوبة النسبية. في سن ال 49 يوماً، تم اخذ عينات من دمها من 8 افراد في كل مجموعة، لتحديد المعالم الدموية والبيو كيميائية للدم. في ظل هذه الظروف التجريبية، وتحمض مياه الشرب بواسطة الخل للفراريج المعرض للإجهاد الحراري المزمّن ليس له أي تأثير على مستويات الجلوكوز والبروتين الكلي في الدم. السكر في الدم ومجموع المواد بروتين مصّل تستكمل مماثلة لتلك الموضوعات غير تستكمل. ومع ذلك، تحسنت بشكل كبير من هذه المضافات الكوليسترول البلازما (-34%، P < 0.05). وعلاوة على ذلك، المعلمات الدم يقاس في سن ال 49 يوماً تشير إلى أن الأمراض المزمنة الإجهاد الحراري، إضافة الخل في مياه الشرب تسبب في زيادة كبيرة (P > 0.01) في الهيماتوكريت (12%)، وتركيز الهيموغلوبين في الدم من (14%) وعدد كريات الدم الحمراء (11%). في الختام، قد تحسنت إضافة الخل في الماء الصالح للشرب بمعدل 0.2% على التوازن الفيزيولوجي و اثرت ايجابيا على الدهون في الدم للدجاج الذي تعرض لحرارة الصيف.

**الكلمات المفتاحية:** دجاج اللحم، الإجهاد الحراري، الدم، القياسات البيو كيميائية، حمض الخل

## Liste des abréviations :

- ° C : degré Celsius
- m<sup>3</sup>/h/kg : mètre cube/ heure/ kilogramme
- m/s : mètre/seconde
- poulets/m<sup>2</sup> : poulets /mètre carré
- CO<sub>2</sub> : dioxyde de carbone
- Ca<sup>++</sup> : calcium
- K<sup>+</sup> : potassium
- Na<sup>+</sup> : sodium
- ml/l : millilitre/litre
- CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> : ion acétate
- IUPAC : Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée
- AcOH : l'acide acétique
- HOAc : acide acétique
- CH<sub>3</sub>-CO- : acétyle
- C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub> : acide acétique
- CH<sub>3</sub>COOH : acide acétique
- CH<sub>3</sub>CO<sub>2</sub>H : acide acétique
- H<sup>+</sup> : proton
- mg/ml : milligramme par millilitre
- AMP : actine mono phosphate
- ITELV : institut technique des élevages de Baba Ali(Alger).
- J : jour
- g : gramme
- T : témoins
- V : vinaigre
- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> : eau
- O<sub>2</sub> : oxygène
- VGM : volume globulaire moyen
- A : Absorbance
- SD : déviation standard
- H : heure
- P : niveau de signification

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1 : Température ambiante et humidité relative moyennes enregistrées durant les différentes phases d'élevage de la période expérimentale.....</b>	<b>23</b>
<b>Tableau 2: Paramètres hématologiques des poulets témoins et supplémentés par le vinaigre à j49.....</b>	<b>25</b>
<b>Tableau 3 : Effet de la supplémentation en acide acétique sur la glycémie du poulet soumis au stress thermique chronique.....</b>	<b>26</b>
<b>Tableau 4 : Effet de la supplémentation en acide acétique sur la triglycéridémie du poulet élevé au chaud.....</b>	<b>28</b>
<b>Tableau 5 : Effet de la supplémentation en acide acétique sur la cholestérolémie du poulet soumis au stress thermique chronique.....</b>	<b>29</b>
<b>Tableau 6 : Effet de la supplémentation en acide acétique sur la protéinémie totale du poulet soumis au stress thermique chronique.....</b>	<b>30</b>
<b>Tableau 7 : Effet de la supplémentation en acide acétique sur la calcémie du poulet soumis au stress thermique chronique.....</b>	<b>31</b>

## Liste des figures

<b>Figure 1 : Evolution de la température ambiante et de l'humidité relative à l'intérieur du bâtiment d'élevage durant l'expérimentation.....</b>	<b>24</b>
<b>Figure 2 : Effet de la supplémentation en acide acétique sur la glycémie des poulets élevés au chaud.....</b>	<b>27</b>
<b>Figure 3 : Effet de la supplémentation en acide acétique sur la triglycéridémie des poulets élevés au chaud.....</b>	<b>28</b>
<b>Figure 4 : Effet de la supplémentation en acide acétique sur la cholestérolémie des poulets élevés au chaud.....</b>	<b>29</b>
<b>Figure 5 : Effet de la supplémentation en acide acétique sur la protéinémie des poulets élevés au chaud.....</b>	<b>30</b>
<b>Figure 6 : Effet de la supplémentation en acide acétique sur la calcémie du poulet de chair élevé au chaud.....</b>	<b>31</b>



# Sommaire

## INTRODUCTION

## PARTIE BIBLIOGRAPHIE

### CHAPITRE I : Le Stress Et Le Stress Thermique

I. Le stress .....	1
I.1.Définition.....	1
I.2.Les facteurs de stress.....	1
I.2.1.La température .....	2
I.2.2.La lumière .....	2
I.2.3.Le bruit.....	2
I.2.4.Les agents pathogènes .....	2
I.2.5.L'alimentation.....	2
I.2.6.L'éleveur.....	3
I.2.7.la densité .....	3
II. Le stress thermique.....	3
II.1.Définition.....	3
II.2.Types du stress thermique.....	3
II.2.1.Le stress thermique aigu (coup de chaleur) .....	4
II.2.2.Le stress thermique chronique .....	4
III. Les réponses physiologiques et conséquences du stress thermique .....	4

III.1.La consommation hydrique et alimentaire .....	4
III.2.Les variations du taux respiratoire et du pH sanguin .....	5
III.3.Les changements des concentrations plasmatiques d'ions .....	5
IV.les variations des paramètres biochimiques du sang.....	6
IV.1.Glycémie, cholestérolémie et triglycéridémie.....	6
IV.2.Les variations des paramètres hématologiques.....	6

## **CHAPITRE II : Stratégies Du Lutte Contre Le Stress Thermique.**

I. Stratégies génétiques .....	8
I.1.Gène cou nu (Na).....	8
I.2.Gène du nanisme (dw).....	8
I.3.gène réducteur des plumes (K) .....	8
I.4.Gène polydipsique (di).....	9
I.5.Autre gène .....	9
II. Stratégies techniques.....	9
II.1.L'ambiance d'élevage .....	9
II.1.1.Lumière intermittente .....	
II.1.2.Humidité.....	10
II.1.3.La ventilation.....	10
II.1.4.Réduire la densité.....	10
II.1.5.Maintenir une litière fraîche.....	10
II.2.La pratique de l'acclimatation précoce.....	11

III. Stratégies nutritionnelles.....	12
III.1.L'alimentation et les techniques alimentaires.....	12
III.2.Augmenter la consommation d'eau.....	12
III.3.Restriction alimentaire.....	12
IV. Stratégies thérapeutiques (l'utilisation d'additifs).....	13
IV.1.Les ionophores.....	13
IV.2.Les nicarbasines.....	13
IV.3.Le chlorhydrate d'éthylefrine à 0,75%.....	13
IV.4.autres traitements.....	13

### **CHAPITRE III : Acide Acétique Et Vinaigre**

I. Généralité.....	14
I.1. Nomenclature.....	14
I.2. Historique.....	14
II. Propriétés.....	15
III. Métabolisme.....	15
IV. Effets de la supplémentation par l'acide acétique lors de stress thermique.	16

## **PARTIE EXPERIMENTALE**

### **A. MATERIEL ET METHODES**

I. Lieu, durée et période de l'essai.....	18
II. Animaux.....	18
III .prélèvements.....	18
IV. Mesures réalisées.....	19
IV.1.Paramètres hématologiques.....	19
IV.2.Paramètres biochimique du sang.....	19
IV.2.1.Dosage du glucose plasmatique.....	19
IV.2.2.Dosage des protéines totales plasmatique.....	20
IV.2.3.Dosage de cholestérol plasmatique .....	20
IV.2.4.Dosage de triglycéride plasmatique.....	21
IV.2.5.Dosage du calcium plasmatique.....	21
V. Analyse statistique.....	22

### **B. RESULTAT**

I. Paramètres d'ambiance.....	23
II. Paramètres hématologiques du sang.....	25
III. Paramètres biochimiques du sang.....	26

III.1.Glycémie.....	26
III.2.La triglycémie.....	27
III.3.La cholestérolémie.....	29
III.4.La protéinémie.....	30
III.5.La calcémie.....	31

## **C. DISCUSSION**

## **D. CONCLUSION**

# *Introduction*

# INTRODUCTION

---

## INTRODUCTION

---

Depuis la deuxième guerre mondiale, l'aviculture s'est développée pour devenir dans de nombreux pays parmi, les premières productions animales tant par le volume des viandes produites, que par le tonnage des aliments composés.

Le dynamisme de l'aviculture s'explique par la conjugaison de nombreux facteurs. La nature même des espèces concernées, dont les cycles de production sont relativement courts, à manipulation aisée, à progrès génétique rapide, assurant une souplesse nécessaire pour adapter en permanence l'offre à la demande.

L'aviculture représente l'une des voies sur lesquelles s'est engagée l'Algérie. En effet elle offre les meilleurs rendements de conversions des calories végétales en calories animales et de transformations des protéines.

Cependant, l'aviculture en Algérie a été marquée par des contraintes structurelles qui selon **(BOUKHELIFA, 1993)** sont liées à la dépendance à l'égard du marché mondial des intrants avicoles, l'incohérence du fonctionnement des filières avicoles et la faiblesse des performances technico-économiques réalisées par les ateliers avicoles. **(BENOUARAB, 1998)**

En plus de toutes ces contraintes, l'Algérie subit le phénomène de réchauffement climatique. Les périodes de chaleur deviennent de plus en plus allongées avec des températures variant de 28 à 35°C ce qui correspond à un stress thermique chronique et des pics de températures qui avoisinent les 45°C provoquant un stress thermique aigu chez le poulet de chair.

Lors du stress thermique chronique, la mortalité des animaux est légèrement augmentée alors que les performances de croissance sont largement affectées. Dans ce type d'exposition, la supplémentation en additifs reste une solution très utilisée.

Les acidifiants alimentaires peuvent agir sur l'aliment lui-même (inhibition de la prolifération bactérienne) et sur la microflore digestive en modifiant le pH intestinal favorisant ainsi une meilleure digestibilité et utilisation des différents métabolites dont la conséquence est une amélioration des performances de croissance. **(SKINNER *et al.*, 1991, ADAMS, 1999)**.

Plusieurs auteurs rapportent les effets de l'addition de l'acide acétique sur la croissance du poulet de chair en condition de thermoneutralité. En revanche très peu de données

## INTRODUCTION

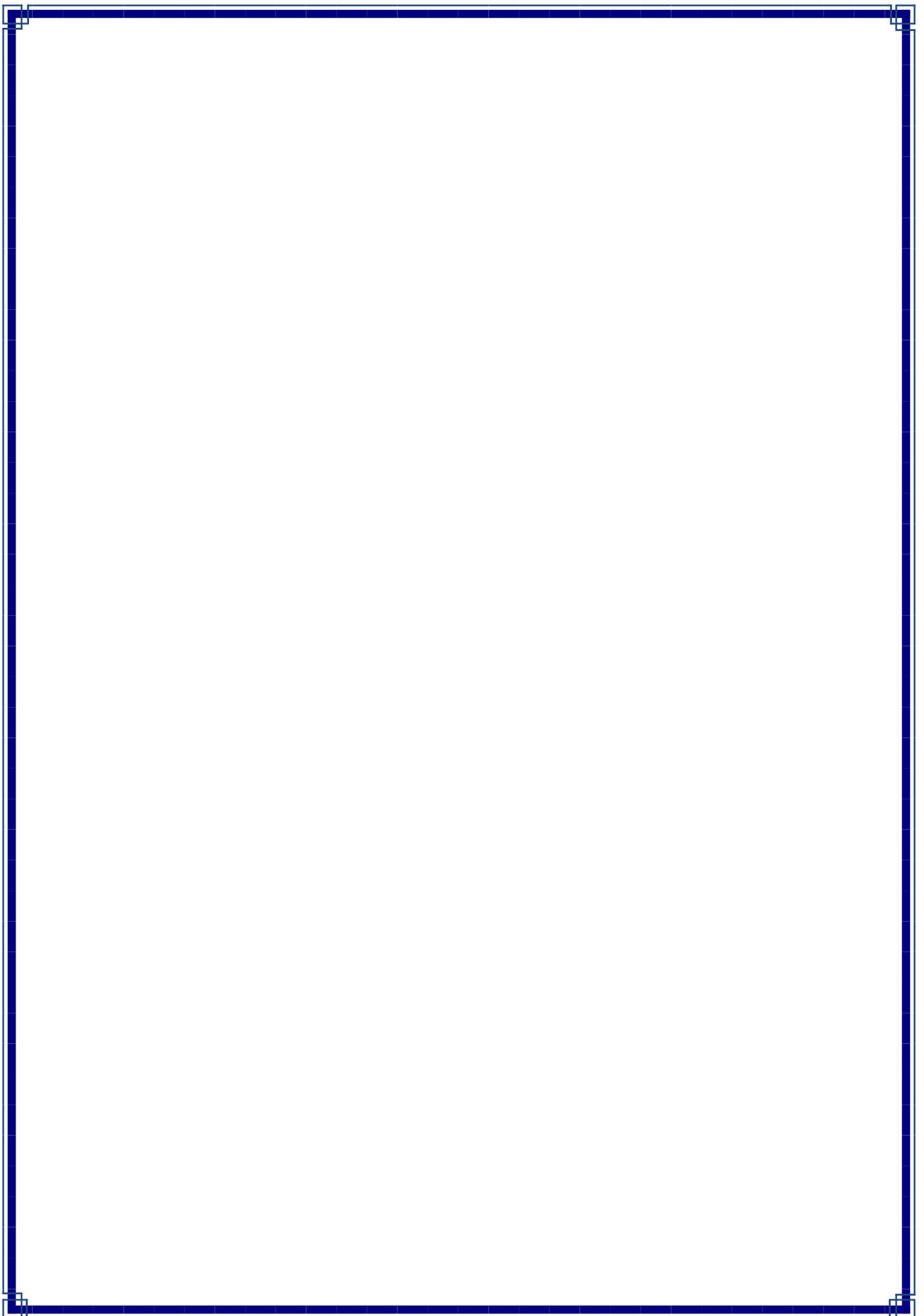
---

bibliographiques montrent l'impact de l'ajout de l'acide acétique en condition de stress thermique sur les performances de croissance et la physiologie du poulet de chair.

Pour cela, ce présent mémoire a pour objectif d'évaluer l'impact de l'addition du vinaigre dans l'eau de boisson du poulet de chair élevé en été.

La première partie de ce mémoire est une synthèse bibliographique, dans laquelle sont abordés trois chapitres portant sur des généralités sur le stress thermique, les différents moyens de lutte contre ce stress et un dernier chapitre sur l'acide acétique et son utilisation comme additif en aviculture.

La deuxième partie est consacrée à la partie expérimentale, par laquelle nous avons essayé de tester l'effet de l'addition du vinaigre sur les paramètres du sang du poulet de chair élevé en ambiance chaude.



*Partie*

*Bibliographique*

# *Chapitre 9*

## I. Le stress

### I.1. Définition :

Le stress est principalement défini comme une notion de physique désignant la contrainte exercée sur un matériau. Hans Selye (1907-1982) découvrit ce phénomène physiologique et lui attribua le nom de stress.

Le stress est un syndrome général d'adaptation, ou syndrome d'adaptation de "Selye", désigne à l'origine, la réponse ou réaction non spécifique de défense se déroulant à l'intérieur de l'organisme. La signification du terme s'élargit pour englober l'agent responsable de cette réaction.

Selon **SIEGEL (1995)**, le stress du poulet peut être de nature physique (température), chimique (agents polluants), social (densité) ou encore environnemental (bâtiment). Selon **BROON (2006)**, le stress en élevage se définit comme un ensemble de perturbations métaboliques et viscérales provoquées par des agents agresseurs. Ces derniers agissent sur l'organisme et peuvent être de différents ordres : traumatisme, choc, température, surprise, maladie ou infection.

### I.2. Les facteurs de stress :

Les volailles sont des animaux qui manifestent très rapidement des situations de stress. De nombreux stimuli peuvent être à l'origine d'une situation d'inconfort. Ils peuvent être de différents types (**DHOMS, 1991**)

- ⇒ Physique (poussière, hygrométrie élevée, température inadaptée, mauvaise ventilation...)
- ⇒ Social (relation de dominant-dominé, introduction de nouveaux individus)
- ⇒ Chimique (présence excessive de gaz, tel que l'ammoniac et le dioxyde de carbone)
- ⇒ Alimentaire (restriction d'eau et de nourriture, malnutrition...).

### **I.2.1 La température :**

Le stress induit par la chaleur affecte le gain de poids ainsi que la consommation hydrique et alimentaire des oiseaux (**MCKEE et HARRISON, 1995**). Dans une étude menée par **SPINU *et al.*** en **2003**, les poulets de chair soumis à de fortes **températures ambiantes** ont enregistré une croissance ralentie, une diminution de la productivité et une plus forte mortalité par rapport aux poulets élevés à une température optimale. Ces mêmes auteurs suggèrent que les faibles températures ambiantes augmentent les besoins énergétiques et diminuent la croissance.

### **I.2.2 La lumière :**

Certains auteurs rapportent que l'application d'un programme lumineux constant rend les animaux plus peureux (**CAMPO et DAVILA, 2002**). La **lumière** influence sur la santé de l'animal par l'absence de périodes régulières de jour et de nuit. D'ailleurs il a été observé qu'une durée de lumière trop prolongée réduit la capacité des animaux à dormir, entraînant ainsi un stress physiologique.

### **I.2.3 Le bruit**

Selon **GROSS (1990)**, une exposition à un **bruit** provoque une réaction de peur chez les oiseaux déclenchant ainsi un stress physiologique. La sensibilité des oiseaux à la peur augmente si ce stimulus se répète fréquemment.

### **I.2.4 Les agents pathogènes :**

Les **agents pathogènes** sont responsables de situations de stress liées à une agression de l'organisme qui détériore l'homéostasie (**MATHIEU et THIBODEAU, 1995**).

### **I.2.5 L'alimentation :**

Une accessibilité aux mangeoires insuffisante augmente aussi le niveau de stress des oiseaux (**APPLEBY *et al.*, 1992**). Une carence en nutriments (acides aminés et minéraux) peut être à l'origine de comportements anormaux (**HUGHES et DUNCAN, 1972; LATSHAW et al., 2004**). La forme sous laquelle l'aliment est présenté entraîne l'apparition de comportements anormaux tels que le picage, favorisé avec les aliments en farine comparés à ceux en granulés (**AERNIET *al.*, 2000**).

### **I.2.6 L'éleveur :**

Dans les élevages où l'éleveur est fréquemment dans ses bâtiments avec les animaux (Surtout lors des premières semaines), le taux de mortalité est plus faible et les oiseaux ont un comportement moins peureux lorsqu'ils sont mis en présence de stimuli stressant.

De plus, un éleveur qui se déplace de façon rapide en poussant rapidement les animaux dans son sillage rend ses volailles peureuses et diminue leur productivité (**GROSSET et SIEGEL, 1983; CRANSBERGET *et al.*, 2000**).

### **I.2.7 la densité :**

Des poulets élevés à une faible densité ont une meilleure productivité (Davis *et al.*, 2004). A l'opposé, la forte densité, entraîne une augmentation de la mortalité, des anomalies locomotrices et une dysfonction du sommeil (**SPINUET *al.*, 2003**).

**L'isolement** d'un poulet lorsqu'il est élevé dans un groupe provoque un stress chez ce sujet (**SAITO *et al.*, 2005**).

## **II. Le stress thermique**

### **II.1. Définition :**

L'environnement chaud est un des plus importants facteurs de stress dans la production aviaire. Il résulte de l'intervention et l'interaction de plusieurs paramètres d'ambiance : la température, l'humidité relative et la vitesse de l'air, mais la température joue le principal rôle.

**Le stress thermique chez les volailles résulte de la difficulté de maintenir l'équilibre entre la thermogénèse et la thermolyse.**

### **II.2. Types du stress thermique**

Apparaît lors de chaleur ou lors d'une exposition à une température ambiante élevée. Il recouvre deux aspects différents selon la durée et l'intensité de la chaleur.

### **II.2.1. Le stress thermique aigu (coup de chaleur) :**

Apparaît lors d'une augmentation relativement brutale de la température ambiante (De basilio et Picard, 2002). Sa principale conséquence est l'augmentation de la mortalité (Amand et *al.*, 2004).

### **II.2.2. Le stress thermique chronique :**

Apparaît lors d'une exposition prolongée à des températures ambiantes cycliques (entre 29 et 35°C pendant le jour et des températures plus fraîches durant la nuit) et s'étalant sur des périodes relativement longues allant de quelques jours à plusieurs semaines (De Basilio et Picard, 2002 ; N'Dri, 2006). Provoquant ainsi des changements relativement faibles sur une assez longue période, jusqu'à atteindre un nouveau équilibre homéostatique qui permet à l'animal de s'adapter à son nouveau environnement ; dans cette situation la mortalité n'est que légèrement augmentée alors que les performances de production sont très affectées (Temim, 2000).

## **III. Les réponses physiologiques et conséquences du stress thermique :**

Quand la température ambiante et l'humidité relative dépassent les valeurs respectives de 27°C et 80%, il y a échec de la thermorégulation qui va provoquer une augmentation de la température corporelle. Dans ce cas, les réponses physiologiques des poulets impliquent l'intervention de plusieurs organes pour assurer leurs besoins métaboliques et essayer de dégager la chaleur et maintenir l'homéostasie.

### **III.1. La consommation hydrique et alimentaire :**

La consommation d'eau augmente lorsque les poulets sont exposés aux fortes températures ambiantes (NORTH et BELL, 1990; DEYHIM et TEETER, 1991; MAY et LOTT, 1992). Ainsi, FOX (1951) a rapporté que la survie des poulets de chair dans un environnement chaud dépend de la consommation de grandes quantités d'eau. Par contre, la consommation volontaire des aliments est diminuée en réponse aux températures ambiantes élevées (OTTEN *et al.*, 1989). Cependant, cette augmentation de la consommation hydrique se produit immédiatement en réponse aux exigences immédiates de refroidissement par évaporation. Tandis que la réduction de la consommation alimentaire est observée plusieurs

heures après l'exposition des poulets aux fortes températures (**MAY et LOTT, 1992**). Cette réduction de l'ingéré alimentaire atteint 1,5% par °C au dessus de 20°C (**AUSTIC, 1985**).

La baisse d'ingestion entraine chez le poulet une diminution de sa production de chaleur interne, lui permettant de mieux maintenir son homéostasie (**YUNIS et CAHANER, 1999**).

### **III.2. Les variations du taux respiratoire et du pH sanguin :**

L'halètement est l'un des réponses physiologiques visibles du poulet de chair lors d'une exposition à la chaleur. Cette forme particulière de la respiration dissipe la chaleur par évaporation. D'après **NORTH en 1978**, cette perte de chaleur par voie latente prend le relais dès que la température ambiante atteint 29°C. Plus tard, Wang et ces collaborateurs en 1989 suggèrent que les poules commencent à haleter après une exposition de 60 min à une température de 37°C et une humidité de 45%. L'halètement permet aux poulets d'augmenter le taux d'évaporation de l'eau de 5 à 18 g / h en réponse à un changement de température ambiante de 29 à 35°C et une humidité relative de 50-60% (**LEE et al., 1945**). Toutefois, à une température ambiante de 32°C et une humidité relative de 50-60%, les poulets atteignent la capacité maximale à perdre de la chaleur par évaporation (**BARROT et PRINGLE, 1941; WILSON, 1948**). Ainsi la polypnée thermique qui survient suite à l'hyperthermie s'accompagne d'une réduction de la pression partielle de la concentration en ions H<sup>+</sup> qui sont à l'origine d'une alcalose respiratoire (**MONGIN, 1968 ; RICHARD, 1970**).

**SIEGEL et al. (1974)** et **VO et BOONE (1975)** n'ont observé aucun changement important du pH sanguin chez des poulets chair soumis à un stress thermique chronique (35°C). Par contre, **BOTTJE et al. (1983)** et **RAUP et BOTTJE (1990)** rapportent une augmentation du pH sanguin chez des mâles exposés aux fortes températures.

### **III.3. Les changements des concentrations plasmatiques d'ions :**

Le fonctionnement normal de tissus dépend de l'équilibre osmotique des fluides intracellulaires et extracellulaires. Les principaux ions du plasma sont le sodium, le chlorure, le potassium, le calcium, le phosphate, le sulfate et le magnésium. La concentration plasmatique de chaque ion est très peu variable, un changement des concentrations peut provoquer de graves perturbations pour les cellules et le pH des fluides corporels.

Une exposition du poulet de chair à une température ambiante de 41°C a entraînée une élévation de la température corporelle (44,5 - 45,0°C), associée à une augmentation de la concentration plasmatique du sodium, du chlorure et du potassium et une diminution du phosphate (AIT BOULAHSEN *et al.*, 1989). Cependant, ces résultats ne coïncident pas avec ceux rapportés par ARAD *et al.*, (1983) qui n'ont observé aucun changement des concentrations sériques du sodium, potassium et calcium chez des poulets élevés à des Ta de 35-45°C et ceci pendant les heures les plus chaudes de la journée. Ces différentes réponses observées dans ces études peuvent être dues à l'intensité et la durée de l'exposition thermique appliquées dans chaque essai.

#### IV. les variations des paramètres biochimiques du sang

##### IV.1. Glycémie, cholestérolémie et triglycéridémie

Les glucides représentent la principale source de nutriments énergétiques chez le poulet.

La diminution de la croissance et de l'engraissement observée au chaud suggère des modifications de l'utilisation du glucose et de son contrôle par l'insuline.

PANDHILA en 1992 a enregistré une glycémie basale de poulet âgée de 4 semaines et soumis à un stress thermique, inférieur par rapport au poulet élevé à des températures ambiantes de 22°C (1,79 g/l vs 1,94 g/l  $\pm$ 0,002). Par contre GARRIGA *et al.*, (2005) ont rapporté une augmentation du glucose sanguin en condition de chaleur.

D'après AIN BAZIZ *et al.*, (1996) et GERAERT *et al.*, (1994) l'adiposité accrue au chaud n'est pas associée à une augmentation de la concentration plasmatique de triglycéride.

D'ailleurs, PADHILA en 1994 a rapporté une triglyceridemie inférieure chez des poulets âgés de 6 semaines et soumis à une température de 32°C par rapport au témoin élevé à 22°C.

D'une manière générale, Il semble que le poulet en situation de stress montre des taux de **cholestérol**, de **triglycérides** et une **glycémie** plus élevés que des congénères non stressés (PUVADOLPRIOD et THAXTON, 2000). Ainsi, une affection des différents métabolismes glucidique, lipidique et protéique est constatée. Celui du glucose semble particulièrement touché.

Les hormones produites en cas de stress sont à l'origine des altérations du système neuro-végétatif. Le stress mobilise les réserves glucidique et lipidique de l'organisme. Il oriente leur métabolisme vers le catabolisme afin de maintenir un équilibre et de fournir des formes d'énergie facilement utilisables pour faire face à la situation de stress.

#### **IV.2. Les variations des paramètres hématologiques**

Le système hématologique est particulièrement sensible aux changements des températures ambiantes ce qui lui confère la particularité d'être un indicateur important des réponses physiologiques des animaux. Des changements morphologiques et quantitatifs des cellules de sang se traduisent par la variation des valeurs de l'hématocrite, le nombre des leucocytes circulant, les érythrocytes et l'hémoglobine (**BORGES, 1997 ; BORGES, 2001**). Lors du stress thermique, une diminution de l'hématocrites et du niveau d'hémoglobine ont été enregistrés par plusieurs auteurs (**KUBENA *et al.*, 1972 ; YAHAV et HURWITZ, 1996 ; OLANRAWAJU *et al.*, 2006**). La valeur du rapport hétérophiles/lymphocytes chez le poulet à la thermoneutralité est en moyenne de 0,40 ; celui-ci atteint 0,81 chez le poulet exposé à un stress thermique sévère (**AKSIT *et al.*, 2006**). L'altération du rapport hétérophiles/lymphocytes est dû principalement à l'augmentation des hétérophiles et la diminution du nombre des lymphocytes (**MAXWELL *et al.*, 1991 ; BORGES et al., 2001 ; POST *et al.*, 2003 ; BORGES, 2007**). Aussi, dans ces mêmes conditions la teneur en basophiles s'élève de 57% chez les poulets âgés de 44 jours d'âge et exposés à 39°C pendant 2 heures par rapport aux poulets maintenus à la thermoneutralité (**ALTAN *et al.*, 2000**). En **2009**, **DAHMANI** a enregistré chez des poulets âgés de 42 et 49 jours, soumis à un stress thermique chronique, un taux d'hématocrite de 26,2 et 24,6 respectivement.

# *Chapitre 99*

## I. Stratégies génétiques :

Il existe plusieurs gènes qui participent au développement de souches de poulet de chair résistantes à la chaleur.

### I.1. Gène cou nu (Na) :

C'est un gène dominant qui réduit les plumes couvrant le corps. Généralement, les follicules plumeux sont absents au niveau de la tête et du cou.

Certaines études rapportent que le gène "Na" améliore la tolérance à la chaleur, la production des œufs et l'efficacité alimentaire de poule pondeuse soumise à de fortes températures (**MERAT, 1990**).

D'après **SOMES** en **1988**, chez l'homozygote (Na Na), les plumes couvrant le corps sont réduites d'environ 40% ; tandis que chez l'hétérozygote cette réduction est d'environ 30%. Selon ce même auteur un meilleur rendement à l'abattage a été enregistré chez ces deux génotypes.

Aussi, les études menées par **WASHBURN et al.,(1993)** ont montré la capacité de ce gène à réduire les effets néfastes du stress thermique. Les animaux portant le gène Na et ayant grandi dans un environnement chaud (généralement plus de 30° C) enregistrent un poids corporel plus élevé, une meilleure efficacité d'alimentation, un faible pourcentage de plumes et un taux de viabilité plus élevé par rapport aux souches normales.

### I.2.Gène du nanisme (dw) :

C'est un gène récessif lié au sexe, réduit la taille du corps et par conséquent réduit la production de chaleur métabolique. Il a été observé que ce gène diminue le poids du corps d'environ 43% chez l'homozygote mâle contre 26 à 32% chez l'homozygote femelle.

En **1974**, **MERAT** et ses collaborateurs ont signalé que sur le plan zootechnique, les performances des souches naines sont meilleures que celle des souches normales en conditions chaudes.

### I.3.gène réducteur des plumes (K) :

C'est un gène dominant, lié au sexe, manifestant des effets indirects. Ainsi, les oiseaux porteurs de ce gène présentent une meilleure tolérance à la chaleur par la diminution de leurs besoins protéiques et une réduction des dépôts de graisse. Ce qui permet une amélioration des processus de perte de chaleur (**HORST, 1988**).

#### **I.4. Gène polydipsique (di) :**

C'est un gène dominant autosomique, qui détermine la polydipsie chez les volailles. Il accroît la consommation d'eau. Ce qui permet une meilleure dissipation de la chaleur par évaporation (**OBEIDA et al., 1997**) ; ainsi les sujets porteurs de ce gène supportent mieux le stress thermique.

Par ailleurs, les souches à croissance lente présentent une résistance plus grande que celles sélectionnées pour une forte croissance (**WASHBURN et al., 1992 ; LEENSTRA et CAHANER, 1992 ; EBERHART et WASHBURN, 1993**).

Dans une étude sur la lignée "Hubbard" soumise à une température ambiante de 33°C, **AL-BATSHAN (2002)** a relevé une interaction (génotype X environnement) significative à partir de la 3<sup>ème</sup> semaine. Le gain de poids des animaux est moins affecté par la chaleur.

#### **I.5. Autre gène :**

Plusieurs autres gènes peuvent améliorer la tolérance du poulet de chair aux conditions d'élevage tropicale (**HORST, 1988 ; 1989**).

Le gène dominant "Peacomb" (P) réduit la largeur des ailes, la taille de la crête et modifie la structure de la peau. Ces changements peuvent améliorer la capacité de dissipation de la chaleur.

### **II. Stratégies techniques :**

Différentes mesures d'ordre technique peuvent être prises et mises en place pour limiter les effets de la chaleur

#### **II.1. L'ambiance d'élevage**

##### **II.1.1. Lumière intermittente :**

Très peu d'études ont été menées pour éclaircir l'effet des programmes lumineux sur les performances du poulet de chair élevé au climat chaud et tropical (**DAGHIR, 1995**). **FRANCIS et al. (1991)** ont signalé que l'application d'une période de 4 h d'obscurité, au milieu de la journée lorsque la température augmente de 25 à 35 ° C, à un intervalle de 14 h réduit la température rectale des poulets de chair femelle âgées entre 28 et 35 jours.

### **II.1.2. Humidité :**

La perte de chaleur par évaporation augmente avec la température et diminue avec l'augmentation de l'humidité. L'effet de l'humidité sur la réponse de régulation thermique des poulets de chair dépend de l'âge et de la température de l'air (**LIN *et al.*, 2005**).

### **II.1.3. La ventilation :**

Cette technique a pour objectif de maintenir une humidité relative inférieure à 70%.

D'après **JACQUET (1999)**, cette pratique permet l'évacuation de 2 à 3g d'eau dégagés par les animaux par kg de poids vif et par heure. De plus la ventilation évacue la chaleur du local, ce qui peut contribuer à une baisse de la température ambiante allant jusqu'à 5,5°C. À cette fin, les mouvements d'air doivent être uniformément répartis dans tout le bâtiment.

Pour un bâtiment à ventilation dynamique, les débits réels de renouvellement actuellement se situent aux alentours de 5 m<sup>3</sup>/h/kg de poids vif avec ou sans système de refroidissement. (**ITAVI, 2004**).

Des ventilations additionnelles permettent une amélioration de la circulation de l'air, une augmentation des pertes de chaleur ainsi qu'une amélioration du confort des animaux et donc de leur production. Les différents systèmes de ventilation additionnelle les plus utilisés actuellement dans les pays à climats chaud, sont les brasseurs, les ventilateurs soufflants et les gaines percées. Le mouvement d'air peut être créé par des brasseurs d'air orientés pour accélérer l'air au niveau des animaux pour des bâtiments de 10m de largeur.

La vitesse d'air est ressentie par l'animal comme un refroidissement. Ainsi, une augmentation de la vitesse d'air de 0,10 m/s provoque chez le jeune, un refroidissement de plus ou moins 2°C et d'environ 1°C chez l'adulte (**BOUZOUAIA, 2005**).

Actuellement, afin de réduire la température à l'intérieur du poulailler, 3 procédés sont utilisés : la pulvérisation à basse pression, la brumisation à haute pression et les filtres humides.

### **II.1.4. Réduire la densité :**

**TURKYILMAZ, (2008)** a montré que l'augmentation de la densité de 15 à 25 poulets/m<sup>2</sup> affecte la survie des poulets élevés en période estivale (29°C).

### **II.1.5. Maintenir une litière fraîche**

Le contrôle de la qualité de la litière est important pour la bonne gestion des bandes de poulets de chair. Il est conseillé de maintenir l'humidité de la litière à des taux

faibles et d'éviter une fermentation excessive (**VALONCONY, 1997**). En revanche, les taux d'humidité plus élevés de la litière augmentent le dégagement de l'ammoniac qui est particulièrement sensible à l'élévation de température ambiante. L'accumulation de l'ammoniac qui augmente l'incidence des problèmes respiratoires, des lésions oculaires, et qui favorise les infections intestinales et la production de CO<sub>2</sub>, participe à l'élévation de la température corporelle (**AMAND et al., 2004**).

Il est de pratique courante de réduire l'épaisseur de la litière dans un climat chaud pour plus de confort des oiseaux (**DAGHIR, 1995**).

## **II.2. La pratique de l'acclimatation précoce :**

La pratique de l'acclimatation précoce permet de réduire les pertes causées par le stress thermique surtout en période de finition des poulets de chair (**ARJONA et al, 1988; YAHAV et HURWITZ, 1996; YAHAV et PLAVNIK, 1999**).

**SYKES et FATAFTAH (1986)** ont étudié l'effet de l'acclimatation des poussins à j5 sur les changements de la température rectale lors d'une exposition quotidienne et régulière à une température ambiante de 42°C et une humidité relative de 26% soit un climat chaud et sec. Ils ont constaté qu'entre le 5<sup>ème</sup> et le 47<sup>ème</sup> jour d'âge les poulets ont enregistré une diminution progressive du taux d'augmentation de la température rectale au cours de la période d'exposition et une meilleure capacité de survie.

Ces dernières années, des recherches montrent que la tolérance à la chaleur peut aussi être améliorée par l'acclimatation en période d'incubation (**YAHAV et al., 2004**).

Une augmentation significative du taux de calcium plasmatique chez des poulets acclimatés à un âge précoce a été rapportée par **RAHIMI en 2005**. Ce dernier a enregistré une plus faible glycémie chez des poulets après une simple ou une double exposition par rapport aux témoins lors d'un coup de chaleur intervenant à 42 jours d'âge. Cette acquisition de la thermorésistance chez les poulets acclimatés serait en partie due à une meilleure utilisation cellulaire des réserves énergétiques et notamment hépatique en condition de choc thermique ; cependant, le taux de cholestérol reste inchangé.

### III. Stratégies nutritionnelles

#### III.1. L'alimentation et les techniques alimentaires :

Chez les poulets de chair en période chaude, la baisse de l'ingestion d'aliments entraîne de mauvaises performances de production. Ainsi pour atténuer les effets du stress thermique, des manipulations alimentaires sont nécessaires, car elles peuvent aider à réduire la production de chaleur métabolique et maintenir l'apport en éléments nutritifs, les recherches récentes sur la nutrition en période de chaleur suggèrent que l'augmentation énergétique des régimes par la matière grasse n'améliore pas significativement la production malgré la faible extra chaleur des matières grasses. En revanche, les taux protéiques élevés permettent de mieux lutter contre la chaleur (**BISIMWA, 2004**).

Par ailleurs il a été noté que plus la préhension d'aliment est facile plus le temps de consommation et l'énergie dépensée pour l'ingestion de l'aliment sont réduits (**BISIMWA, 2004**).

D'après le guide d'élevage de la souche Hubbard en climat chaud, le matériel d'alimentation doit être suffisant et bien réparti dans le bâtiment : il est préconisé 1 assiette pour 40-50 poulets.

#### III.2. Augmenter la consommation d'eau :

En période de stress thermique, les poulets consomment 2 à 3 fois plus d'eau que ceux élevés à la température de neutralité thermique (**CHAKROUN, 2004**).

En 2005, **BOUZOUAIA** à préconiser de faire déplacer les oiseaux, ce qui les incite à s'abreuver et fait circuler l'air entre eux ; en revanche, il a recommandé qu'il faut les laisser tranquilles aux heures les plus chaudes de la journée.

#### III.3. Restriction alimentaire :

La mise à jeun est considérée parmi les méthodes les plus efficaces pour lutter contre les effets néfastes du stress thermique chez le poulet de chair élevé en climat chaud (**ZULKIFLI et al., 1994; LIN et al., 2006**). D'après **KHAJAVI et al. (2003)**, la restriction alimentaire en début de vie des poussins réduit les effets négatifs du stress de chaleur sur le système immunitaire de poulets de chair lorsqu'ils sont exposés à de fortes températures ambiantes à un âge plus avancé.

Selon certains auteurs, la restriction alimentaire améliore la croissance des poulets de chair élevé au chaud (**LIEW et al., 2003**).

#### **IV. Stratégies thérapeutiques (l'utilisation d'additifs) :**

Les substances couramment utilisées pour la correction des troubles causés par le stress thermique sont généralement, des correcteurs de l'équilibre acido-basique, des substances énergétiques, de la carnitine, des vitamines, des anti-inflammatoires non stéroïdiens, des hormones et des antibiotiques.

Certains médicaments sont déconseillés en périodes chaudes, tels que :

**IV.1. Les ionophores :** En raison de la formation de complexes avec les électrolytes (Ca<sup>++</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>).

**IV.2. Les nicarbasines :** Car ils stimulent la production de chaleur et augmentent la température corporelle de l'organisme.

**IV.3. Le chlorhydrate d'éthylefrine à 0,75% :** Car il limite les échanges thermiques.

A des doses de 1ml/l pendant 4 à 5 jours c'est un stimulant vasculaire et cardiaque mais aussi un vasoconstricteur (**BOUZOUAIA, 2005**).

**IV.4. autres traitements :** L'apport en **vitamines** est très utile. Par exemple, la **vitamine C** est nécessaire à la synthèse des glucocorticoïdes; les **vitamines du groupe B**, qui participent dans les réactions du métabolisme intermédiaire en tant que coenzyme, sont également très sollicitées en situation de stress. Il en est de même pour **les vitamines du groupe A et E** car elles interviennent dans la mise en place d'une réponse immunitaire en cas d'agression (**TENGERDY et BROWN, 1977**).

En revanche, d'autres produits rafraichissants sont également largement utilisés dans les pays à climats chauds tels que : **l'aspirine, le vinaigre, la carnitine et le sulfate de magnésium** dans l'eau de boisson.

D'une façon générale, il semble intéressant de supplémenter les animaux stressés en **antioxydants** ; ces derniers protègent l'organisme des effets secondaires néfastes du stress.

# *Chapitre 999*

## I. Généralités :

L'acide acétique est le composant principal du vinaigre. Les concentrations de 3 à 9% sont les plus utilisées en consommation humaine (**REN et al.1997**). Il est naturellement présent dans le vinaigre, il lui confère son odeur piquante et son goût acide. D'après **LIDE (2008)**, son acidité est due à sa capacité à perdre le proton de sa fonction carboxylique, le transformant ainsi en ion acétate " $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ".

L'acide acétique pur, connu aussi sous le nom d'acide acétique glacial est un liquide très faiblement conducteur, incolore, inflammable et hygroscopique (capable d'absorber l'humidité de l'air) (**PERRY et al., 1997**).

### I.1. Nomenclature :

Le nom officiel le plus utilisé par l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée "IUPAC" est **l'acide acétique**, cette nomination provient du mot latin *acetum* qui signifie vinaigre. L'acide éthanoïque est la deuxième appellation donnée à l'acide acétique.

IL existe plusieurs abréviations chimiques pour l'acide acétique la plus courante est AcOH ou HOAc désignant le groupe fonctionnel acétyle " $\text{CH}_3\text{-CO-}$ ".

La formule brute de l'acide acétique est  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ , le plus souvent écrit  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ou  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$  afin de mieux traduire sa structure. L'ion résultant de la perte du proton  $\text{H}^+$  porte le nom d'acétate.

### I.2. Historique :

Le vinaigre est connu depuis l'antiquité, c'est un liquide acide dont le pH est généralement compris entre 2 et 3, obtenu grâce à l'oxydation de l'éthanol dans les boissons alcoolisées par un processus de fermentation acétique. Les bactéries qui produisent l'acide acétique sont présentes partout dans le monde. La première bactérie a été découverte par Louis Pasteur.

L'usage de l'acide acétique en chimie remonte à l'antiquité. Au III<sup>e</sup> siècle av. J.-C., le philosophe grec Théophraste décrit le mode d'action du vinaigre sur le métal et produit ainsi des pigments qui ont été utiles pour l'art. Plus tard l'alchimiste perse Jabir Ibn Hayan concentra l'acide acétique à partir du vinaigre par distillation. Durant la Renaissance, l'acide

acétique « *glacial* » était préparé par distillation sèche d'acétates de métal. Au XVI<sup>e</sup> siècle, l'alchimiste allemand Andreas Libavius en décrivit la procédure, et compara l'acide pur ainsi produit au vinaigre. La présence d'eau dans le vinaigre a tant d'influence sur les propriétés de l'acide acétique que pendant des siècles de nombreux chimistes ont cru que l'acide acétique glacial et l'acide présent dans le vinaigre étaient deux substances différentes. C'est le chimiste français Pierre Auguste Adet qui prouva qu'ils étaient le même composé chimique.

En 1847, le chimiste allemand Hermann Kolbe synthétisa l'acide acétique à partir de matières inorganiques pour la première fois. Vers 1910, la majorité de l'acide acétique glacial était obtenu à partir de la « liqueur pyroligneuse » issue de la distillation du bois.

## **II. Propriétés :**

En plus de son rôle très important en cuisine, et de part sa composition chimique, le vinaigre possède plusieurs propriétés utilisées dans différentes industries: c'est un réactif très utile en photographie, dans la fabrication de plastiques, la production d'acétate de vinyle (peintures, adhésifs) et de solvants organique .

Des propriétés médicales traditionnelles et très anciennes ont été rapportées par plusieurs auteurs (**ROSS et POLUHOWICH, 1984 ; NAKAZAWA et MURAOKA, 1989**). Ses qualités antiseptiques étaient très utiles avant l'apparition des réfrigérateurs pour la conservation des aliments et notamment celle de la viande. L'acidification du vinaigre réduit les mauvaises assimilations et améliore la digestion alimentaire.

Certains auteurs rapportent que le vinaigre peut être utilisé comme bactéricide avant la réfrigération des carcasses.

## **III. Métabolisme :**

L'acide acétique peut être absorbé par la voie digestive et respiratoire. Il est rapidement diffusé dans tout l'organisme. Il est presque complètement métabolisé au niveau cellulaire. Après réaction avec l'acétyl coenzyme A, il est transformé par le cycle de Krebs (cycle des acides tricarboxyliques) et incorporé dans les lipides et protéines ; il est également partiellement transformé en acide formique. Seule une très faible partie se retrouve dans les urines sous forme inchangé (**BONNARD et al. 2011**)

L'acétate formé est utilisé comme une substance de lipogenèse dans différentes cellules (**KAWAGUCHI *et al.*, 2002**). Dans les hépatocytes l'acétate active AMP-actived protein Kinase(AMPK), qui inhibe la synthèse des acides gras et stérol (**HARDIE *et al.*, 1998 ; WINDER et HARDIE, 1999 ; HARDIE, 2003**).

#### **IV. Effets de la supplémentassions par l'acide acétique :**

Lors du stress thermique, l'addition de l'acide acétique dans l'eau de boisson est une pratique fréquente pour la lutte contre la chaleur en compensant le phénomène d'alcalose respiratoire avec un taux de 1/1000 litres d'eau (**DESBORDES, 2007**).

Dans les conditions de thermo-neutralité, **FURUSE et OKUMURA (1989)** rapportent une amélioration de la croissance du poulet rationné, recevant un aliment contenant 2,5% d'acide acétique ; aussi le trempage de la vesce (contenant des facteurs antinutritionnels : covicine, beta-cyan alanine ) dans l'acide acétique améliore la digestibilité des acides aminés de 10% (**FERRAN *et al* 2001**), il est également utilisé lors de l'abattage dans la décontamination des carcasses des poulets et améliore significativement la qualité microbiologique de ces dernières (**DICKNES et WHITTMORE, 1997, BERRONG *et al*, 2006**).

Les travaux de **ABDELFATTAH** et ces collaborateurs en **2008** qui ont porté sur l'effet de supplémentation alimentaire par l'acide acétique à deux doses différentes (1,5 et 3%) sur quelques paramètres sanguins du poulet de chair élevé en thermoneutralité ont révélé que l'acidification de l'aliment est sans effet sur le taux des protéines totales du sang. Une concentration moyenne de  $4,02 \pm 0,33$  g /dl a été enregistrée.

En revanche, les lipides totaux ainsi que le taux de cholestérol enregistrés lors de cette étude ont diminués de manière significative chez les poulets supplémentés. Des diminutions de -27 et -32% du taux de cholestérol sont enregistrées respectivement par les groupes supplémentés à 1,5 et 3 % d'acide acétique par rapport au groupe témoin. Ces résultats ne coïncident pas avec ceux rapportés par **EL-AFIFI *et al.* (2001)** qui n'ont trouvé aucun effet significatif sur le profil lipidique du sang chez les poussins de chair nourris de l'acide citrique.

L'effet bénéfique de l'acide acétique sur le profil lipidique peut être interprété par son influence sur le pH intracellulaire de la microflore entraînant ainsi une inhibition de l'action

des enzymes microbiens ce qui incite les cellules à utiliser l'énergie pour libérer les protons acides (**ABDELFATTAH et al., 2008**).

De plus, les poulets supplémentés en acides acétique (1,5 et 3%) présentent des concentrations de Ca et P plasmatiques significativement plus élevés (+12 et + 17% ;  $p < 0.05$ ) que ceux alimentés par un régime standard non supplémenté. De même ces résultats corroborent ceux enregistrés par **ABDO, (2004)** qui a observé une augmentation du calcium sanguin de poussins de chair nourris d'acidifiant alimentaire. L'augmentation du Ca plasmatique peut être attribuée à la diminution du pH du tractus intestinal ce qui entraîne une augmentation de l'absorption de ces minéraux par l'intestin qui seront déversés dans le flux sanguin.

Par ailleurs, les paramètres hématologiques soit la numération érythrocytaire totale (TCE), le taux de la vitesse de sédimentation (VS), hématocrite (PCV), et de l'hémoglobine (Hb) mesurés par **SHAHIDULLAH et al. (2008)** montrent une différence significative ( $P < 0,001$ ) entre les témoins et les groupes acidifiés.

Par contre **AHMED et al. (1994)**, **DONKOH et al. (1999)**, **ODUNSI et al. (1999)** ont signalé que les paramètres hématologiques sont inchangés.

D'autre part, l'analyse d'une étude menée en conditions de stress thermique chronique par **HASSAN et al., (2009)** sur le poulet de chair de souche Hubbard exposé de J1 à J42 à une température ambiante de  $33 \pm 2^\circ\text{C}$  et recevant une eau de boisson supplémentée par l'acide acétique à raison de 1,5 ml/l d'eau, a révélé que l'addition de l'acide acétique a significativement amélioré le gain de poids vifs et le poids des organes lymphoïdes par rapport au poids corporel des poulets.

*Partie*  
*expérimentale*

*Matériel*

*Et*

*Méthodes*

**L**'objectif de notre travail est d'évaluer l'effet de l'ajout d'additif (acide acétique) dans l'eau de boisson sur les paramètres hématologiques et biochimiques du sang de poulets de chair soumis aux contraintes de la température estivales.

### **I. Lieu, durée et période de l'essai**

L'essai s'est déroulé au niveau de la station expérimentale des monogastrique de l'institut technique des élevages ITELV de Baba Ali.

Il s'est déroulé durant l'été de l'année 2010, sur une période s'étalant du 20/06/2010 au 12/08/2010 soit une durée de 50 jours d'élevage. (Suivi réalisé par KEBAILI et DRISSI)

La durée de traitement (apport d'additifs) était de 3 semaines, couvrant la période allant du milieu de la phase croissance d'élevage (j28) jusqu'à la fin de la phase de finition (j50).

### **II. Animaux**

Quatre cent quarante poussins d'un jour de souche **ISA 15**, provenant d'un même couvoir, sont repartis en 2 groupes, chaque groupe compte 4 lots à raison de 55 sujets, de poids vifs homogène. Les deux groupes sont désignés comme suit :

- un groupe témoin (**T**) : animaux recevant une eau non supplémentée

Et

- un groupe Vinaigre (**V**) : animaux recevant une eau supplémentée par le vinaigre (**2ml/l**) à partir du 28<sup>ème</sup> jour d'âge des poussins.

De j28 à j49, les deux groupes ont été soumis aux fluctuations des températures ambiantes de l'été.

### **III. Prélèvements**

Notre expérimentation débute au 49<sup>ème</sup> jour d'âge des poulets où des prélèvements de sang ont été effectués à l'heure la plus chaude de la journée ( entre 12 heures et 14 heures) sur 8 poulets par traitement ( 4 femelle et 4 males ) ayant un poids vif moyen représentatif de leur lot .

Le sang a été collecté après une mise à jeun préalable d'environ 12 heures. Deux échantillons de sang (3ml) ont été collectés par saignée, l'un dans un tube contenant de l'EDTA, destiné pour le dosage d'hémoglobine, la lecture du taux d'hématocrite et le comptage des globules rouges ; et l'autre dans un tube contenant de l'héparine pour le dosage des paramètres biochimique (glucose, triglycérides, cholestérol, protéines totales et calcium).

#### IV. Mesures réalisées

##### IV.1. Paramètres hématologiques :

Le taux d'hématocrite, la concentration d'hémoglobine, le nombre et la masse totale des plaquettes ainsi que les indices érythrocytaires (VGM : volume globulaire moyen) sont analysés sur sang frais par un automate (**ERMA-PCE-210 N**).

##### IV.2. Paramètres biochimique du sang

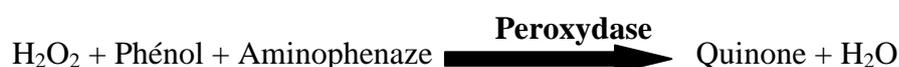
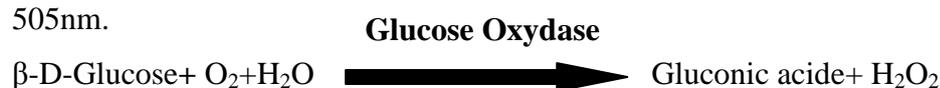
Pour l'ensemble de ces analyses, le principe est basé sur la colorimétrie mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre (LKB Novas tec). L'intensité de la coloration formée est directement proportionnelle à la concentration du métabolite analysé.

##### IV.2.1. Dosage du glucose plasmatique :

La détermination plasmatique du glucose est un dosage enzymatique effectué sur 10 µl de plasma non hémolysé recueilli sur héparine. La glycémie est mesurée en utilisant un kit de dosage commercial (**glucose/GOD-POD, SPINREACT, SA, Espagne**).

Le principe de la réaction enzymatique est le suivant : en présence du glucose oxydase, le glucose est oxydé par l'oxygène de l'air en gluconolactone.

L'eau oxygénée formée réagit avec l'aminophénazone et le phénol par l'action de la peroxydase formant un dérivé coloré rouge. Les réactions enzymatiques impliquées dans le dosage sont décrites ci-dessous et le résultat s'obtient par dosage spectrophotométrique à 505nm.



La concentration plasmatique du glucose est donnée par la formule suivante

$$\frac{A \text{ Echantillon}}{A \text{ Standard}} \times 100 (\text{conc standard.}) = (\text{mg/dl})$$

A : Absorbance

#### IV.2.2. Dosage des protéines totales plasmatique

Les protéines totales plasmatiques sont dosées à partir d'une réaction enzymatique, en utilisant un kit de dosage commercial (**Total protein /Biuret. Colorimétric, SPINREACT, SA, Espagne**).

Les analyses sont effectuées sur 25 µl de plasma non hémolysé recueilli sur héparine.

Le principe de base est le suivant : les ions cuivriques réagissent en solution alcaline avec les liaisons peptidiques des protéines formant un complexe pourpre caractéristique. Ces réactions sont représentées par les équations ci-dessous et le résultat s'obtient par dosage spectrophotométrique à 540 nm.



La teneur plasmatique en protéines totales est calculée par la formule suivante :

$$\frac{A \text{ Echantillon}}{A \text{ Standard}} \times 7 (\text{conc standard}) = (\text{mg/dl})$$

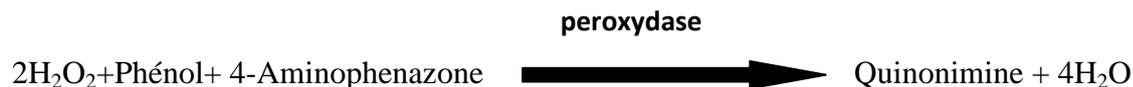
A : Absorbance.

#### IV.2.3. Dosage de cholestérol plasmatique

Le cholestérol plasmatique est dosé à partir d'une réaction enzymatique effectuée sur 10 µl de plasma non hémolysé recueilli sur héparine. Ce métabolite sanguin est mesuré en utilisant un kit de dosage commercial (**cholestérol/ CHOD-PAP, SPINREACT, SA, Espagne**).

Le principe de la réaction enzymatique est le suivant : la concentration en cholestérol est déterminée à l'aide de cholestérol-estérase et de cholestérol oxydase. Sous l'action de la cholestérol-oxydase, le cholestérol est transformé en présence d'eau oxygéné en cholésenone avec formation d'eau oxygénée. En présence de peroxydase, l'eau oxygénée formée réagit avec l'amino-4 phénazone et le phénol, formant un dérivé coloré rouge. Ces réactions sont

représentées par les équations ci-dessous. Le résultat s'obtient par dosage spectrophotométrique à 505 nm.



La concentration plasmatique en cholestérol est donnée par la formule suivante :

$$\frac{A \text{ Echantillon}}{A \text{ Standard}} \times 200(\text{conc standard}) = (\text{mg/dl})$$

A : Absorbance

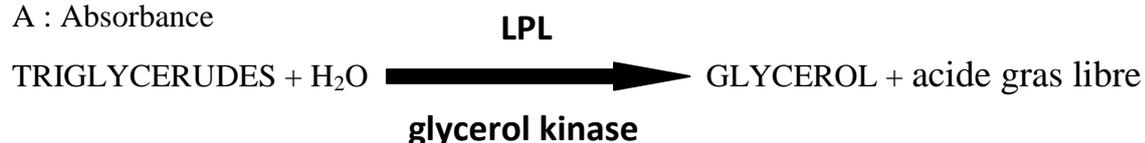
#### IV.2.4. Dosage de triglycéride plasmatique

Les triglycérides plasmatiques sont dosées à partir d'une réaction enzymatique selon **FOSSATI et PRENCIPE (1982)** en utilisant un kit de dosage commercial (**triglycérides/GPO-PAP, SPINREACT, SA, Espagne**).

Les analyses sont effectuées sur 10ml de plasma non hémolysé recueilli sur héparine. Le principe de la réaction est représenté par les équations ci-dessous et le résultat s'obtient par le dosage spectrophotométrique à 505 nm. La concentration plasmatique en triglycérides est calculée par la formule suivante

$$\frac{A \text{ Echantillon}}{A \text{ Standard}} \times 200 = (\text{mg/dl})$$

A : Absorbance



#### IV.2.5. Dosage du calcium plasmatique

Le calcium plasmatique est dosé à partir d'une réaction enzymatique en utilisant un kit de dosage commercial (o-Cresophtalein v/v , SPINREACT, SA, Espagne). Les analyses sont effectuées sur 20 ml de plasma non hémolysé recueilli sur héparine. Le principe de la réaction est basé sur la formation d'un complexe coloré et l'O-cresolphtaleine en milieu alcalin. Le résultat s'obtient par spectrophotomètre à 570 nm

La teneur plasmatique en calcium est calculée par la formule suivante :

$$\frac{A \text{ Echantillon}}{A \text{ Standard}} \times 10(\text{conc standard}) = (\text{mg/dl})$$

A : Absorbance

#### V. Analyse statistique

Les différents résultats sont décrits par la moyenne et l'erreur standard (SE, calculée à partir de la déviation standard SD selon la formule  $SE = SD/ n^{0,5}$  ; n étant le nombre de répétitions pour les mesures collectives ou le nombre d'animaux pour les mesures individuelles).

L'homogénéité de la variance entre les deux traitements a été vérifiée par le test de Bartlett. Les résultats sont soumis à une analyse de moyenne a un facteur (**ANOVA 1**) afin de déterminer **l'effet de la supplémentation en vinaigre sur les paramètres biochimiques et hématologiques**. Le seuil de signification choisi est d'au moins 5%

Toutes ces analyses sont effectuées à l'aide du programme Stat View (**Abacus Concepts, 1996, Inc., Berkeley, CA94704-1014, USA**).

*Résultats*

Le but de cette étude est d'évaluer l'effet de l'addition de l'acide acétique (vinaigre commercial) dans l'eau de boisson sur les paramètres hématologiques et biochimique du sang de poulet soumis à un stress thermique chronique (29,5°C en moyenne, entre 4 et 7 semaines d'âge).

### I. Paramètres d'ambiance :

Les valeurs moyennes des conditions d'ambiance (température ambiante et hygrométrie relative) pendant la période expérimentale sont présentées dans le tableau 1 et illustrées dans la Figure 1

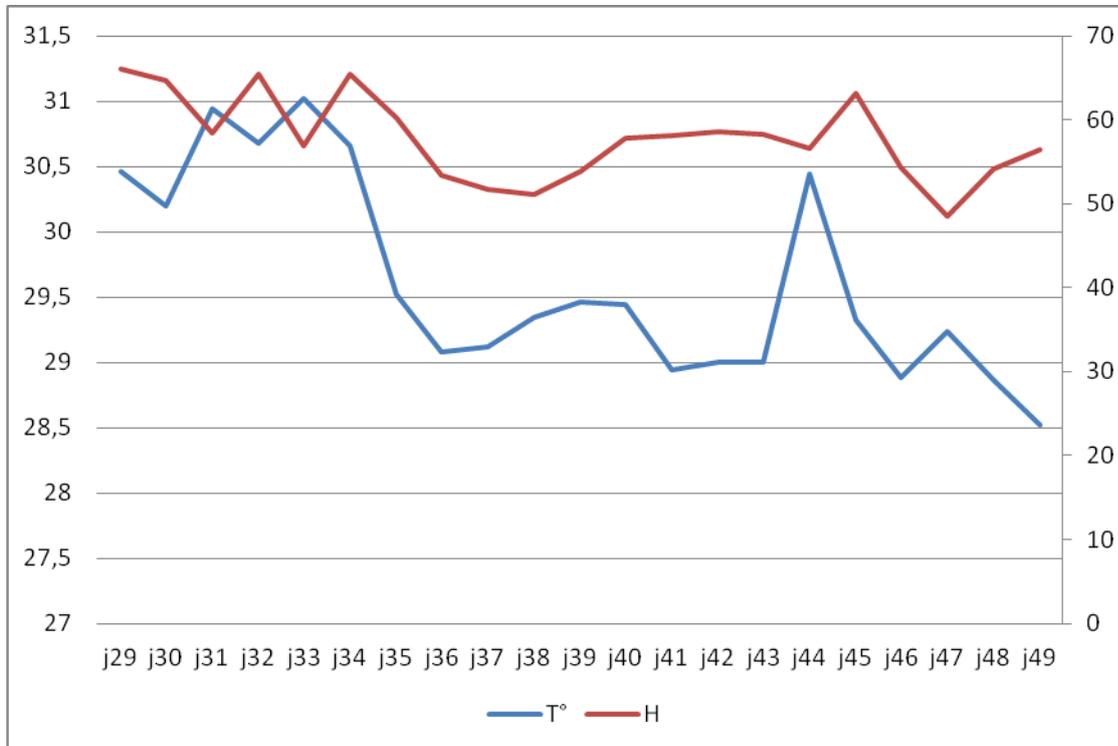
**Tableau 1 : Température ambiante et humidité relative moyennes enregistrées durant les différentes phases d'élevage de la période expérimentale.**

phase	Température ambiante (°C)			L'hygrométrie relative(%)		
	min	moyenne	max	min	moyenne	max
J28-J42	28.94	29.83±0.77	31.02	51.05	58.7±5.15	66
J42-J49	28.52	29.1±0.26	30.44	48.55	55.01±4.44	36.1
J28-J49	28.52	29.5±0.94	31.02	48.55	57.63±4.64	66

Durant toute la période expérimentale (J28-J49), les conditions d'ambiance étaient relativement stables, nous avons enregistré une température moyenne ambiante de 29,51°C ± 0,94 et une hygrométrie moyenne de 57,63 % ± 4,64.

Il est à noter que ces valeurs moyennes enregistrées placent les animaux dans des conditions de stress thermique chronique.

Par ailleurs, deux pics de température, ont été relevés, le premier au 33<sup>ème</sup> j et le second au 43<sup>ème</sup> j d'élevage (figure 1 )



**Figure 1** : Evolution de la température ambiante et de l'humidité relative à l'intérieur du bâtiment d'élevage durant l'expérimentation.

Ces deux jours là, la température moyenne ambiante enregistrée entre 12h et 16h était respectivement de 31,76 °C et 32,46°C avec des valeurs maximales respectivement de 34 et 35°C.

## II. Paramètres hématologiques du sang

Les paramètres hématologiques mesurés chez les poulets témoins et les poulets supplémentés en vinaigre sont présentés dans le tableau 2.

PARAMETRES HEMATOLOGIQUE		TRAITEMENT		<u>P</u>
		TEMOINS	VINAIGRE	
HEMATOCRITE %	MALE	26,00 ± 1,55	29,05 ± 1,07	0,08
	FEMELLE	24,65 ± 1,55	29,9 ± 0,85	0,07
	GLOBAL	25,32 ± 0,88	28,47 ± 0,67	0,01
HEMOGLOBINE g/dl	MALE	8,50 ± 0,45	9,57 ± 0,48	0,13
	FEMELLE	8,02 ± 0,58	9,27 ± 0,32	0,66
	GLOBAL	8,26 ± 0,35	9,42 ± 0,27	0,02
GLOBULES ROUGES x 10 <sup>6</sup> /μl	MALE	2,46 ± 0,09	2,80 ± 0,13	0,05
	FEMELLE	2,42 ± 0,14	2,71 ± 0,08	0,09
	GLOBAL	2,44 ± 0,08	2,75 ± 0,07	0,01
PLAQUETTES X 10 <sup>3</sup> /μl l	MALE	13,75 ± 9,46	15,25 ± 18,43	0,57
	FEMELLE	12,500 ± 15	13,75 ± 25,94	0,63
	GLOBAL	13125 ± 854	14,5 ± 15	0,43
Volume corpusculaire moyen (fl)	MALE	104 ± 0,85	104 ± 1,65	0,92
	FEMELLE	101 ± 1,95	103 ± 2,12	0,54
	GLOBAL	103 ± 1,11	103 ± 1,26	0,7

**Tableau N° 2: Paramètres hématologiques des poulets témoins et supplémentés par le vinaigre à j49.**

L'acidification de l'eau de boisson par le vinaigre tend à augmenter le taux d'hématocrite enregistré à j49. Des écarts respectivement de +12 et +21% ont été enregistrés en faveur des mâles et femelles supplémentés. D'ailleurs si l'on considère le taux d'hématocrite global (mâles+femelles), nos résultats montrent une différence significative ( $p<0,05$ ) de + 12% pour le groupe supplémenté.

De même, le nombre de globules rouges ainsi que la concentration sérique en hémoglobine enregistrent des valeurs supérieures chez les sujets supplémentés et soumis au stress thermique chronique.

En revanche, le nombre des plaquettes sanguines ainsi que le volume corpusculaire moyen sont quasi identiques pour les poulets témoins et ceux recevant une addition en vinaigre dans l'eau de boisson.

### III. Paramètres biochimiques du sang

#### III.1. Glycémie :

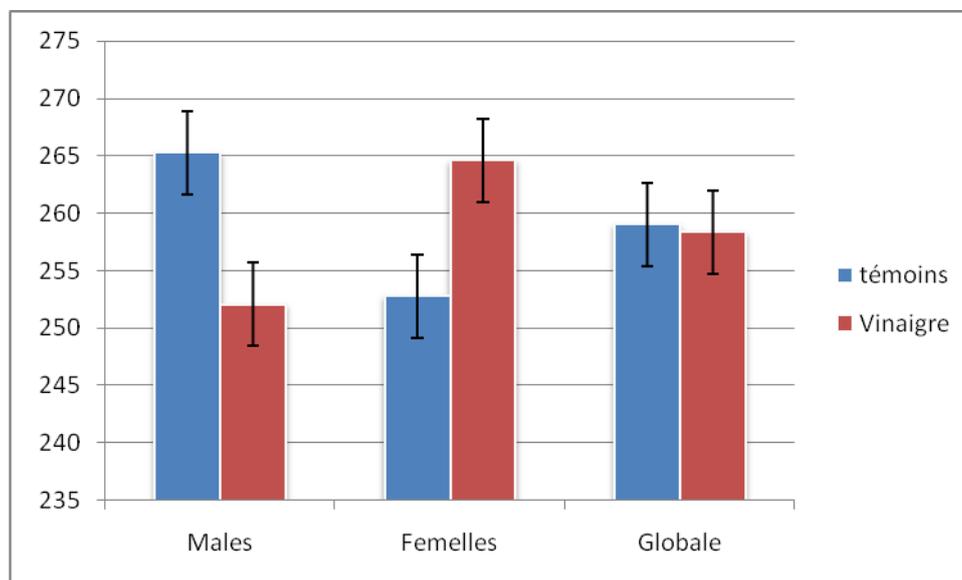
Les concentrations plasmatiques moyennes du glucose des poulet témoins et supplémentés en vinaigre sont présentées dans le tableau (1) et illustrées par la figure (1)

**Tableau 2 : Effet de la supplémentation en acide acétique sur la glycémie du poulet soumis au stress thermique chronique.**

PARAMETRE BIOCHIMIQUE		TRAITEMENTS		P
		TEMOINS	VINAIGRE	
GLYCEMIE (mg/dl)	MALE	265±13	252±7	0,65
	FEMELLE	253±38	265±7	0,69
	GLOBAL	259±19	258±5	0,97

A l'âge de 49 jours, les poulets supplémentés ont des concentrations plasmatiques basales en glucose similaires à celles des poulets témoins, soit en moyenne  $258 \pm 10$  mg/dl ( $p=0,65$ ) pour les mâles, et  $259 \pm 22$  mg/dl ( $p=0,69$ ) pour les femelles.

Pareillement, en considérant les résultats globaux (mâles et femelles) de la glycémie, la supplémentation en vinaigre n'a pas modifié le taux du glucose plasmatique des poulets élevés au chaud.



**Figure 2 : Effet de la supplémentation en acide acétique sur la glycémie des poulets élevés au chaud**

### III.2. La triglycéridémie :

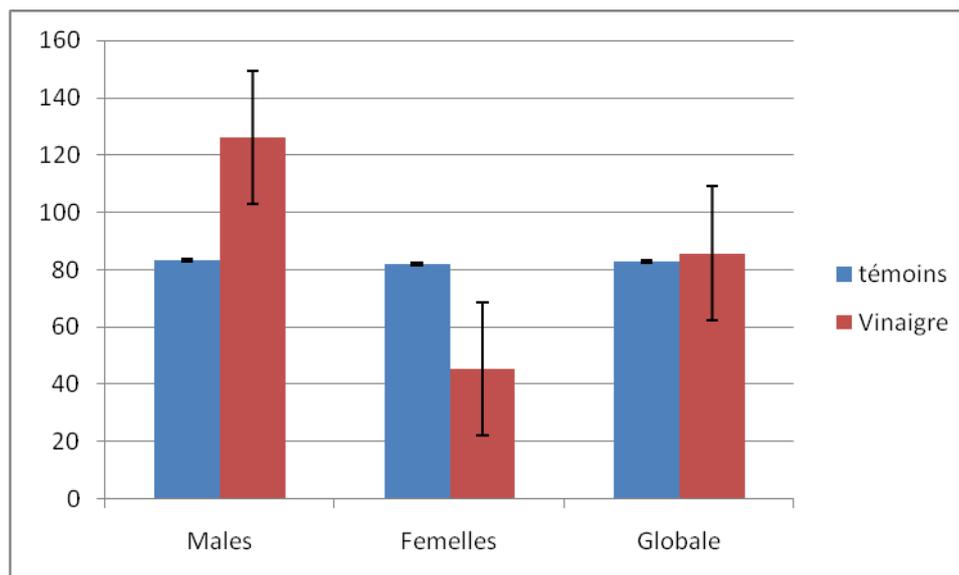
Les taux plasmatiques moyens du triglycéride des poulets témoins et supplémentés en vinaigre sont présentés dans le tableau 3 et illustrés par la figure 3

**Tableau 3 : Effet de la supplémentation en acide acétique sur la triglycéridémie du poulet élevé au chaud.**

PARAMETRE BIOCHIMIQUE		TRAITEMENT		P
		TEMOINS	VINAIGRE	
TRIGLYCERIDES mg/dl	MALE	83 ± 14,44	126 ± 63.92	0,39
	FEMELLE	82 ± 14,29	45 ± 5,98	0,45
	GLOBAL	82 ± 9,41	85 ± 33,39	0,93

Après 2 semaines de supplémentation en vinaigre, les concentrations plasmatiques en triglycéride ne sont pas significativement modifiées par rapport à celles des témoins. Toute fois nous observons des variations non significatives de +51% et -44% respectivement chez les males et les femelles supplémentés.

Si l'on considère, l'effet de l'acidification de l'eau par le vinaigre sur la triglycéridémie des poulets élevés au chaud, nos résultats semblent montrer un impact différent selon le sexe du poulet.



**Figure 3 : Effet de la supplémentation en acide acétique sur la triglycéridémie des poulets élevés au chaud**

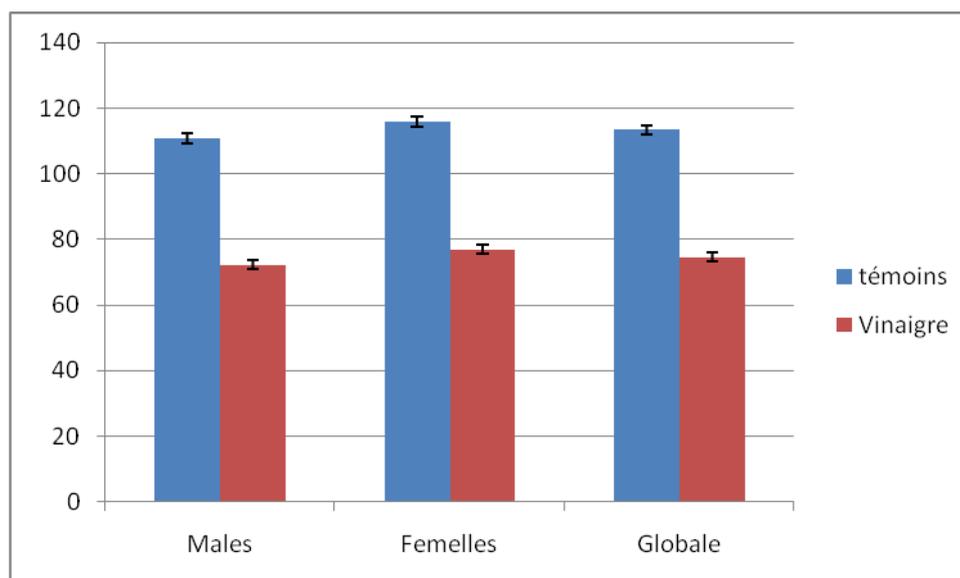
## III.3. La cholestérolémie :

Les valeurs plasmatiques moyennes du cholestérol des poulets témoins et supplémentés en vinaigre sont présentées dans le tableau 4 et illustrées par la figure 4

**Tableau 4 : Effet de la supplémentation en acide acétique sur la cholestérolémie du poulet soumis au stress thermique chronique**

PARAMETRE BIOCHIMIQUE		TRAITEMENTS		P
		TEMOINS	VINAIGRE	
CHOLESTEROL mg/dl	MALE	110,81 ± 11,10	72,18 ± 19,74	0,10
	FEMELLE	115,94 ± 16,50	76,85 ± 14,05	0,10
	GLOBAL	113,37 ± 9,25	74,51 ± 11,25	0,01

Nos résultats montrent que l'addition du vinaigre a significativement réduit le taux de cholestérol plasmatique (-34%,  $p < 0,05$ ). De même, la cholestérolémie chez les mâles et les femelles tend à diminuer, nous enregistrons une diminution moyenne (34%,  $p = 0,01$ ).



**Figure 4 : Effet de la supplémentation en acide acétique sur la cholestérolémie des poulets élevés au chaud**

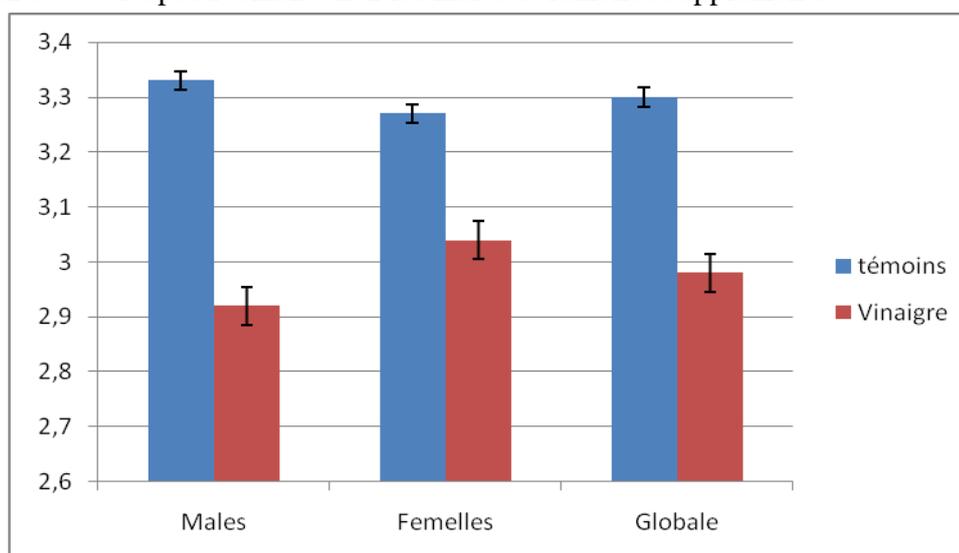
### III.4. La protéinémie totale :

Les taux plasmatiques moyens des protéines totales des poulets témoins et supplémentés en vinaigre sont présentés dans le tableau 5 et illustrés par la figure 5

**Tableau 5 : Effet de la supplémentation en acide acétique sur la protéinémie totale du poulet soumis au stress thermique chronique**

PARAMETRE BIOCHIMIQUE		TRAITEMENTS		P
		TEMOINS	VINAIGRE	
PROTEINE TOTALE g/dl	MALE	3,33 ± 0,10	2,92 ± 0,21	0,16
	FEMELLE	3,27 ± 0,16	3,04 ± 0,25	0,42
	GLOBAL	3,30 ± 0,09	2,98 ± 0,15	0,10

Nos résultats révèlent que les taux de protéines totales plasmatiques sont quasi comparables chez les poulets supplémentés et les poulets témoins soit en moyenne une concentration de  $3 \pm 0,1$  mg/dl. De plus, à l'âge d'abattage, la protéinémie enregistrée a diminué de 12 et 7% respectivement chez les males et femelles supplémentés.



**Figure 5 : Effet de la supplémentation en acide acétique sur la protéinémie des poulets élevés au chaud**

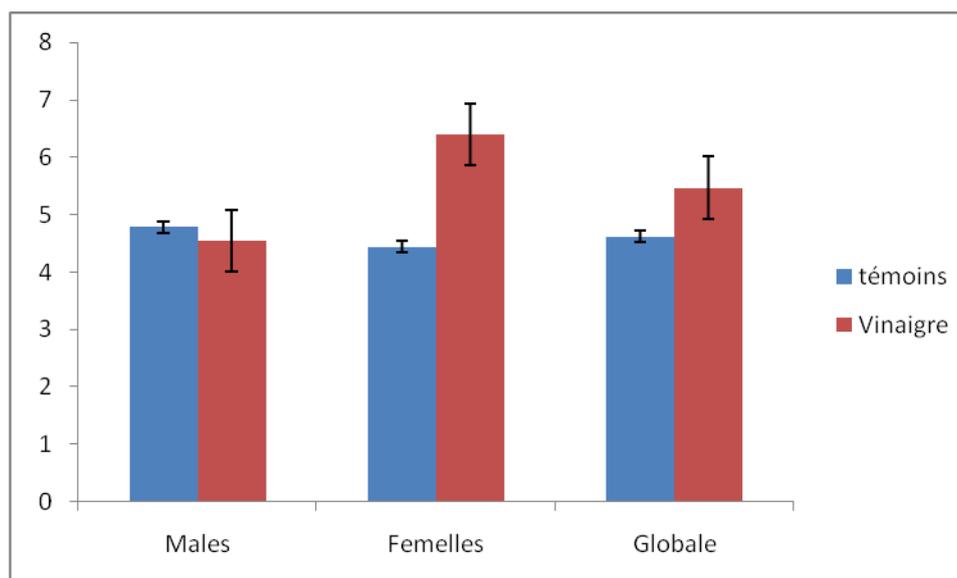
## III.5. La calcémie :

Les concentrations plasmatiques moyennes du calcium des poulets témoins et supplémentés en vinaigre sont présentées dans le tableau 6 et illustrées par la figure 6

**Tableau 6 : Effet de la supplémentation en acide acétique sur la calcémie du poulet soumis au stress thermique chronique**

PARAMETRE BIOCHIMIQUE		TRAITEMENTS		P
		TEMOINS	VINAIGRE	
CALIUM mg/dl	MALE	4,79 ± 0,98	4,54 ± 0,46	0,79
	FEMELLE	4,44 ± 0,60	6,40 ± 0,42	0,05
	GLOBAL	4,62 ± 0,53	5,47 ± 0,45	0,24

Nos résultats révèlent que l'apport de l'acide acétique dans l'eau de boisson des poulets soumis à un stress thermique chronique a significativement augmenté (44%,  $p=0,05$ ) le taux de calcium dans le sang des femelles, mais cet ajout reste sans effet significatif sur la calcémie des mâles.



**Figure 6 : Effet de la supplémentation en acide acétique sur la calcémie du poulet de chair élevé au chaud**

# *Discussion*

Dans cette étude nous avons évalué l'impact d'une supplémentation d'acide acétique dans l'eau de boisson (vinaigre commercial) sur l'hématologie et les paramètres biochimiques du sang de poulet de chair soumis aux fluctuations des températures ambiantes de la saison estivale.

De j28 à j49, les relevés quotidiens des paramètres d'ambiances (Ta et HR) enregistrés à l'intérieur du bâtiment d'élevage, montrent que la température ambiante est en moyenne de **29,5°C ± 0,94** et l'hygrométrie relative moyenne est de **57,9 % ± 4.69**.

De ce fait, nous remarquons que ces paramètres d'ambiance auxquels étaient soumis les poulets sont supérieurs à ceux préconisés pour l'élevage de poulet âgé de 4 à 6 semaines. En effet à cet âge, les normes moyennes recommandées sont de l'ordre de 20 à 22°C correspondant aux températures qui permettent au poulet de garder son homéostasie.

**Par conséquent l'ensemble des sujets était élevé en condition de stress thermique chronique.**

Aussi, nous avons essayé de réduire les effets néfastes du stress thermique sur les paramètres sanguins du poulet de chair élevé au chaud par l'ajout de 2ml de vinaigre dans un litre d'eau de boisson.

Plusieurs travaux rapportent la perturbation des différents métabolismes : glucidique, lipidique et protéique, et montrent que le poulet de chair en situation de stress enregistre des taux de **cholestérol**, de **triglycérides** et une **glycémie** plus élevés que les sujets non stressés (**PUVADOLPRIOD et THAXTON, 2000**).

La glycémie semble particulièrement touchée. Les poulets soumis à un stress thermique présentent de fortes concentrations plasmatiques en glucose qui peuvent être expliquées par une stimulation de la néoglucogenèse en réponse à la sécrétion des glucocorticoïdes (**GARRIGA et al., 2005 ; BORGES et al., 2004**).

D'après nos résultats l'ajout du vinaigre dans l'eau de boisson du poulet élevé en été, est sans effet sur la glycémie, une concentration moyenne de 258mg/dl est enregistrée chez les deux groupes expérimentaux.

L'acidification de l'aliment de poulet de chair à 1,5 et 3 % en condition de thermoneutralité est sans effet sur le taux des protéines totales du sang. Une concentration moyenne de  $4,02 \pm 0,33$  g /dl a été enregistrée par **ABDELFATTAH en 2008**.

Ainsi dans nos conditions expérimentales (**stress thermique chronique**), la protéinémie des poulets supplémentés est similaire à celle du groupe non supplémenté.

En revanche, le taux de cholestérol enregistré lors de cette étude a diminué de manière significative chez les poulets supplémentés (-34%). Des diminutions de -27 et -32% du taux de cholestérol sont enregistrées en conditions de thermoneutralité lors d'une addition alimentaire en acide acétique (**ABDELFATTAH, 2008**).

L'effet bénéfique de l'acide acétique sur le profil lipidique peut être interprété par son influence sur le pH intracellulaire de la microflore entraînant ainsi une inhibition de l'action des enzymes microbiens ce qui incite les cellules à utiliser l'énergie pour libérer les protons acides (**ABDELFATTAH et al., 2008**).

De plus, les poulets supplémentés en acides acétique présentent des concentrations de Ca plasmatiques significativement plus élevées (+44 ;  $p < 0,05$ ) que ceux abreuvés par une eau non supplémentée. Ces résultats corroborent ceux enregistrés par **ABDO, (2004)** qui a observé une augmentation du calcium sanguin de poussins de chair nourris d'acidifiant alimentaire dans des conditions d'ambiance standards. L'augmentation du ca plasmatique peut être attribuée à la diminution du pH du tractus intestinal ce qui entraîne une augmentation de l'absorption de ces minéraux par l'intestin et qui seront déversés dans le flux sanguin (**ABDELFATTAH et al., 2008**). .

Par ailleurs, les paramètres hématologiques soit l'hématocrite, l'hémoglobine (Hb) et le nombre de globules rouges mesurés montrent une différence significative ( $P < 0,001$ ) entre les témoins et les groupes acidifiés. Une augmentation significative est enregistrée.



*Conclusion*

## CONCLUSION

---

**A l'issue de cette étude, l'addition du vinaigre dans l'eau de boisson du poulet de chair soumis à un stress thermique chronique a permis de réduire significativement le taux de cholestérol plasmatique mesuré à j 49 mais sans modifier les concentrations plasmatiques du glucose, des triglycérides et des protéines totales.**

**Le nombre de globules rouges, l'hématocrite ainsi que la concentration plasmatique en hémoglobine sont significativement plus élevés chez les poulets abreuvés par une eau acidifiée à raison de 0,2% d'acide acétique.**

**L'addition du vinaigre dans l'eau de boisson du poulet de chair est une pratique facile à mettre en place sur terrain et qui n'engendre pas de surcoût de production. D'ou l'intérêt de mieux éclaircir les différents effets obtenus par des travaux ultérieurs.**

# Références

- **Abdo, M.A. Zeinb, 2004.** Efficacy of acetic acid in improving the utilization of low protein-low energy broiler diets. *Egypt. Poult. Sci.*, 24: 123-141.
- **ALTAN O., ALTAN A., CABUK M., & BAYRAKTAR H., 2000.** Effect of heat stress on some blood parameter in broilers. *Turkish Journal of Veterinary Animals Science*, 24: 2, 145-148.
- **AERNI, V., EL-LETHEY, H., WECHSLER, B. 2000.** Effect of foraging material and food form on feather pecking in laying hens. *British Poultry Science*, 41, 16-21.
- affected by temperature. *Journal of Nutrition* 22, 273–286.
- **Ahmed, M.K., Barque, A.R., Nawaz, H. and Siddique, R.H. 1994.** Effect of varying energy and protein levels on the hematology of Japanese quails. *Pakistan Veterinary Journal*. 14: 200-202.
- **AIN BAZIZ, 1990.** Effet de la température ambiante et de la composition du régime alimentaire sur les performances de croissances et le métabolisme énergétique du poulet de chair. Thèse Magister en sciences agronomiques. Institut National Agronomique (Alger). 85p.
- **Ait-Boulahsen, A., Garlich, J.D. and Edens, F.W. (1989)** Effect of fasting and acute
- **AKSIT M., YALÇIN S., ÖZKAN S., METIN K. & ÖZDEMİR D., 2006.** Effects of
- **AMAND G., AUBERT C., BOURDETTE C., BOUVAREL I., CHEVALIER D.,** and indirect effects on productive adaptability. *Proceedings of the 18th World's*
- **APPLEBY, M.C., SMITH, S.F., HUGHES, B.O. 1993.** Nesting, dust bathing and perching by laying hens in cages: effects of design on behaviour and welfare. *British Poultry Science*, 34, 835-847
- **Arad, Z., Marder, J. and Eylath, U. (1983)** Serum electrolyte and enzyme responses to heat stress and dehydration in the fowl (*Gallus domesticus*). *Comparative Biochemistry and Physiology* 74A, 449–453.
- **Austick R.E., 1985** .feeding pouletry in hot and cold climats . in :stress physiologie in livestock CRC Press, Boca Raton USA. 123-136
- **Barrot, H.G. and Pringle, E.M. (1941)** Energy and gaseous metabolism of the hen as
- **BENOUARAB Z. (1998):** Etude des paramètres technico-économiques en aviculture. Cas

d'ateliers de ponte de la région centre à différents stades du cycle de ponte. Mémoire d'ingénieur d'Etat en sciences agronomiques. Université SSAD DAHLEB Blida.

- **BORGES S. A., FISCHER DA SILVA A.V., MAJORKA A., 2007.** Acid-base balance in broilers. Cambridge University Press World's Poultry Science Journal. 63, 73-81
- **Bottje, W.G., Harrison, P.C. and Grishaw, D. (1983)** Effect of an acute heat stress on blood flow in the coeliac artery of Hubbard cockerels. *Poultry Science* 62, 1386–1387 (Abstract).
- **BOUKHLIFA A. (1993):** Etude des paramètres de production avicole en filière chair et ponte. Incidences technico-économiques sur le développement de l'aviculture en Algérie : cas des facteurs de production biologique (œuf à couver, poussin d'un jour chair et poulette démarrée. Mémoire de magistère INA El Harrach.
- **BOUZOUAIA. M., 2005.** Techniques d'élevage des volailles en climat chaud. Volaille de Tunisie. Revue Scienceentifique, technique du secteur avicole en Tunisie, N°3, Mai 2005.
- **BRANTON S. L., 2006.** Stress and Acid-Base Balance in Chickens. *Poultry Science*. 85, 1266–1274.  
breeding plans. *Archiv fur Geflugelkunde*53, 93–101.
- **BROOM, D.M. 2006.** Adaptation. Berliner und MünchenertierärztlicheWochenschrift, 119,1-6.
- **CAMPO, J.L., GIL, M.G., TORRES, O., DAVILA, S.G. 2001.** Association between plumage condition and fear and stress levels in five breeds of chickens. *Poultry Science*, 80, 549-552.  
cell? *Ann Rev Biochem* 67, 821–855.
- **CHAKROUN C., 2004.** Les effets de la chaleur en aviculture. Volaille de Tunisie Revue  
characteristics of Chinese, Korean and Japanese vinegars *J Tokyo Univ Fish* 84, 1–11.  
citric acid supplementation in broiler diets on performance and intestinal microflora. *Egypt. Poult. Sci.*, 21: 491-505. Effect of Antistress agents on Haemato-Biochemical profiles of broiler and breeder hen during summer  
*Comparative Biochemistry and Physiology* 94A, 683–687.

- **CRANSBERG, P.H., HEMSWORTH, P.H., COLEMAN, G.J. 2000.** Human factors affecting the behaviour and productivity of commercial broiler chickens. *British Poultry Science*, 41, 272-279.
- **DAHMANI Y. 2009.** Effet de la supplémentation en vitamine C, en électrolytes et en acide acétique, associée à la restriction alimentaire sur la croissance, l'équilibre acido-basique et les cellules immunitaires sanguines du poulet de chair soumis à un stress thermique. Mag. Scie. Vét., Ecole National Vétérinaire, El harrach (Alger), 87p
- **David R. Lide,***Handbook of chemistry and physics*, CRC, 89<sup>e</sup> éd.,
- **DE BASILIO V. & PICARD M., 2002.** Acclimatation précoce : la capacité de survie des poulets à un coup de chaleur est-elle augmentée par une exposition à une température élevée à l'âge de 5 jours ?. *INRA Production Animale*, 15, pp 235–245.
- **Deyhim, F. and Teeter, R.G. (1991)** Research note: sodium and potassium chloride drinking water supplementation effects on acid-base balance and plasma corticosterone in broilers reared in thermoneutral and heat-distressed environments. *Poultry Science* 70, 2551–2553
- **DOHMS J.E., METZ A.,(1991)**
- **Donkoh, A., Atuahene, C.C., Anang, D.M. and Otori, S.K. 1999.** Chemical composition of solar dried blood meal and its effect on performance of broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*. 81(3-4): 299-307.
- **DUSANTER A., FRANCK Y, GUILLOU M, HASSOUNA M, LE BIAVAN R., MAHE F.,**
- **Eberhart, D.E. and Washburn, K.W. (1993a)** Variation in body temperature response of naked neck and normally feathered chickens to heat stress. *Poultry Science* 72, 1385–1390.
- **El-Affi, Sh.F., N.M. El-Medny and M. Attia, 2001.** Effect of
- **Elangovan, A.V., Verma, S.V.S., Sastry, V.R.B. and Singh, S.D. 2001.** Rapeseed meal as a protein supplement in diets for growing Japanese quail. *Archiv für Geflügelkunde*. 65(3): 114-117.
- **El-Kerdawy, D.M.A., 1996.** Acidified feed for growing rabbits. *Egypt. J. Rabbit Sci.*, 6: 143-156.
- **Engineers held in Quebec, PQ, Canada, 25–28 June 1989.** Paper No. 89–4081, 13 pp.
- **Farrell, D.J. and Swain, S. (1977a)** Effects of temperature treatments on the heat production of starving chickens. *British Poultry Science* 18, 725–734.

- **Fox, T.W. (1951)** Studies on heat tolerance in domestic fowl. *Poultry Science* 30, 477–483.
- **Francis, C.A., Macleod, M.G. and Anderson, J.E.M. (1991)** Alleviation of acute heat stress by food withdrawal or darkness. *British Poultry Science* 32, 219–225.
- **GARRIGA C., HUNTER RR., AMANT C. & PLANAS JM., 2005.** Heat stress increases apical glucose transport in the chicken jejunum. *American Journal of Physiology-regulatoryIntegrative and Comparative Physiology*, 195, pp 195-20
- **GERAERT PA., GUILLAUMIN S, LECLERCQ B., 1994.** Are genetically lean broilers more resistant to hot climate? *British Poultry Science*, 34, pp 643-653.
- **GROSS, W.B. 1990.** Effect of exposure to a short duration sound on the stress response of chickens. *AvianDiseases*, 34, 759-761.
- **GROSS, W.B., SIEGEL, H.S. 1983b.** Socialization as a factor in resistance to infection, feed efficiency, and response to antigen. *American Journal of Veterinary Research*, 11, 2010-2012
- **Hardie DG (2003)** The AMP-activated protein kinase cascade: the key
- **Hardie DG, Carling D & Carlson M (1998)** The AMP-activated/SNF
- **Heat stress in poultry :** published by the Department for Environment, Food and Rural Affairs. Printed in the UK, March 2005 )  
heat-stress on body temperature, blood acid-base and electrolyte status in chickens.
- **Horst, P. (1989)** Native fowl as a reservoir for genomes and major genes with direct
- **HUGHES, B.O., BLACK, A.J. 1974.** The effect of environmental factors on activity, selected behaviour patterns and fear of fowls in cages and pens. *British Poultry Science*, 15, 375-380.
- **ITAVI, 2004.** Sciences et techniques avicoles, la revue scientifique de l'aviculture : la
- **JACQUET M., 1999.** Chaleurs : volailles et parametres du milieu, mécanisme du coup de chaleur et refroidissement de l'air. La production du poulet de chair en climat chaud, ITAVI, Paris (France), p12-15.
- **Kawaguchi T, Osatomi K, Yamashita H, Kabashima T & Uyeda K (2002)**
- **Khajavi, M., Rahimi, S., Hassan, Z.M., Kamali, M.A. and Mousavi, T. (2003)** Effect of feed restriction early in life on humoral and cellular immunity of two commercial broiler strains under heat stress conditions. *British Poultry Science* 44, 490–497.
- **Lee, D.H., Robinson, K.W., Yeates, N.T.M. and Scott, M.I.R. (1945)** Poultry husbandry in hot climates – experimental enquiries. *Poultry Science* 24, 195–207.

- **Leenstra, F. and Cahaner, A. (1991)** Genotype by environment interactions using fast growing lean or fat broiler chickens, originating from the Netherlands or Israel,
- **M. Shahidullah, M. Uddin and M.A. Habib** Growth and Hematological changes of commercial birds fed on blood meal supplement with water J. Bangladesh Agril. Univ. 6(2): 321–326, 2008 ISSN 1810-3030
- **MATHIEU, R., THIBODEAU, L. 1995** *Biologie Campbell 3ième édition*, De Boeck Université Ed., Bruxelles, 778-1047.. Anatomie et physiologie animales. Campbell, N.A.,
- **MAXWELL M.H., ROBERTSON G.W., ANDERSON I.A., DICK L.A., & LYNCH M., 1991.** Haematology and histopathology of seven-week-old broilers after early food restriction. *Research in Veterinary Science.*, 50: 290-297.
- **May, J.D. and Lott, B.D. (1992)** Feed consumption patterns of broilers at high environmental temperatures. *Poultry Science* 71, 331–336.
- **Mc KEE, J.S., HARRISON, P.C. 1995.** Effects of supplemental ascorbic acid on the performance of broiler chickens exposed to multiple concurrent stressors. *Poultry Science*, 74, 1772-1785.  
Mechanism for fatty acid ‘sparing’ effect on glucose-induced transcription. *J Biol Chem* 277, 3829–3835.
- **Merat, P. (1990)** Pleiotropic and associated effects of major genes. In: Crawford, R.D. (ed.) *Poultry Breeding and Genetics*. Elsevier, Amsterdam, pp. 429–467.  
metabolic master switch: possible roles in type 2 diabetes. *Am Physiol* 277, E1–E10.
- **Mongin, P.E. (1968)** Role of acid-base balance in the physiology of egg-shell formation. *World’s Poultry Science Journal* 24, 200–230.
- **N.Bonnard et M-T.Brondou,D.Jargot,N.Nicolova-Pavageau,O.Shneider.ed 2011**
- **N’DRI A. L., 2006.** Etude des interactions entre génotype et environnement chez le poulet de chair et la poule pondeuse. Thèse de doctorat. Département t des Sciences animales. Institut National Agronomique Paris-Grignon. 225 pages
- **North, M.O. (1978)** *Commercial Chicken Production Manual*. AVI Publishing Company, Westport, Connecticut.
- **North, M.O. and Bell, D.D. (1990)** *Commercial Chicken Production Manual*, 4th edn. Van Nostrand Reinhold, New York, 262 pp.

- **Odunsi, A.A., Onifade, A.A. and Babatunde, G.M. 1999.** Response of broiler chicks to virginimycin and dietary protein concentrations in the humid tropics. *Archivosdezoologia*. 48(183): 317-325.
- **OLANREWAJU H. A., WONGPICHET S., THAXTON J. P., DOZIER W. A. & Otten, L., Morrison, W.D., Braithwaite, L.A. and Smith, J.H. (1989)** Development of cooled roosts for heat-stressed poultry. Presentation at the Meeting of the Canadian Society of Agricultural Engineering and American Society of Agricultural
- **Padhila en 1994**  
*Poultry Congress*, Nagoya, Japan, pp. 99–105.  
prévention du coup de chaleur en aviculture. France (pouffragan), p.17-39.
- **PRIGENT JP., ROBIN P., 2004.** La prévention du coup de chaleur en aviculture. *Sciences et Techniques Avicoles - Hors série - Mai 2004*.
- **RAHIMI G., 2005.** Effect of Heat Shock at Early Growth Phase on Glucose and Calciumregulating Axis in Broiler Chickens. *International Journal of Poultry Science*, 4 (10), pp 790-794.  
raised at normal or low temperatures. *Poultry Science* 70, 2028–2039.
- **Raup, T.J. and Bottje, W.G. (1990)** Effect of carbonated water on arterial pH, P<sub>CO2</sub>, and plasma lactate in heat-stressed broilers. *British Poultry Science* 31, 377–384.
- **Ren H, Endo H, Watanabe E & Hayashi T (1997)** Chemical and sensory responses of Bedouin and white leghorn hens. *British Poultry Science*, 34, 177-185.
- **Richards, S.A. (1970)** Physiology of thermal panting in birds. *Annals of Biology, Animal Biophysics* 10, 151–168.
- **Robert H. Perry et Donald W. Green, McGraw-Hill, 1997***Perry's Chemical Engineers' Handbook*, USA, , 7<sup>e</sup> éd.
- **S.A.Abdel-Fattah, M.H. El-Sanhoury, N.M.El-Mednay and F. Abdel-Azeem (2008)** Thyroid Activity, Some Blood Constituents, Organs Morphology and Performance of Broiler Chicks Fed Supplemental Organic Acids *International Journal of Poultry Science* 7 (3): 215-222, ISSN 1682-8356
- **Saikat Roy \* and S. C. Mishra***Veterinary World*, 2011, Vol.4(2):60-63
- **SAITO, S., TACHIBANA, T., CHOI, Y.H., FURUSE, M. 2005.** ICV CRF and isolation stress differentially enhance plasma Corticosterone concentration in layer

and meat type neonatal chicks. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 141, 305-309.

- Scienceentifique, technique du secteur avicole en Tunisie, N°-33, Septembre 2004.
- **SELYE H. (1932)** The general adaptation syndrome and the diseases of adaptation *j.Clin. Endocrinol.*, 6, 117-152.  
sensors of cellular energy status. *Endocrinology* 144, 5179–5183.
- **SIEGEL, H.S. 1995.** Stress, strains and resistance. *British Poultry Science*, 36, 03-22
- **Siegel, H.S., Drury, L.N. and Patterson, W.C. (1974)** Blood parameters of broilers grown in plastic coops and on litter at two temperatures. *Poultry Science* 5 1016–1024.
- **Somes, R.G.(1988)** International registry of poultry genetic stocks. Bulletin 476, Storrs Agricultural Experiment Station, University of Connecticut, Storrs.
- **SPINU, M., DEGEN, A.A. 1993.** Effect of cold stress on performance and immune
- **Stress-Immunol. Immunopathol., 30 : 89-109**
- **Teeter, R.G. and Smith, M.O. (1986)** High chronic ambient temperature stress effects on broiler acid-base balance and their response to supplemental NH<sub>4</sub>Cl, KCl and K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. *Poultry Science* 65, 1777–1781.
- **TEMIM S., 2000.** Effet de l'exposition chronique à la chaleur et de l'ingéré protéique sur le métabolisme protéique du poulet de chair en finition. Thèse de doctorat d'état, Université d'Aix Marseille, p 109  
Temperature during Rearing and Crating on Stress Parameters and Meat Quality of Broilers. *Poultry Science*, 85, 1867-1874.
- **TURKYILMAZ M. K., 2008.** The Effect of stocking Density on Stress Reavtion in Broiler chickens during Summer. *Turkish. Journal. Veternery. Animal..Science*, 32(1), 31-36.
- **VALANCONY H., 1997.** Les moyens de lutte contre le coup de chaleur. Deuxièmes Journées De La Recherche Avicole, Tours. 8-10 avril 1997, 153-160
- **Vo, K.V. and Boone, M.A. (1975)** The effect of high temperatures on broiler growth *Poultry Science* 54, 1347–1348 (Abstract).
- **Wang, S., Bottje, W.G., Kinzler, S., Neldon, H.L. and Koike, T.I. (1989)** Effect of heat stress on plasma levels of arginine vasotocin and mesotocin in domestic fowl (*Gallus domesticus*). *Comparative Biochemistry and Physiology* 93A(4), 721–724.

- **Washburn, K.W., El-Gendy, E. and Eberhart, D.E. (1992)** Influence of body weight and response to a heat stress environment. *Proceedings of the 19th World's Poultry Congress*, Amsterdam, Vol.2, pp. 53–56.
- **Wilson, W.O. (1948)** Some effects of increasing environmental temperatures on pullets. *Poultry Science* 27, 813–817.
- **Winder WW & Hardie DG (1999)** AMP-activated protein kinase, a
- **YAHAV S., COLLIN A., SHINDER D. & M. PICARD, 2004.** Thermal Manipulations During Broiler Chick Embryogenesis: Effects of Timing and Temperature. *Poultry Science*, 83, pp 1959–1963.
- **YAHAV, S. & HURWITZ S., 1996.** Induction of thermotolerance in male broiler chickens by temperature conditioning at an early age. *Poultry Science*, 75, pp 402–406.
- **Yunisr , Cahaner A 1999** .the effects of naked neck (Na) and frizzle genes on growth and meat yield of broilers and their interaction with ambient temperature .*poultry science*78,1347-1352.
- **Zulkifli, I., Dunnington, A., Gross, W.B. and Siegel, P.B. (1994)** Food restriction early or later in life and its effect on adaptability, disease resistance and immunocompetence of heat stressed dwarf and non dwarf chickens. *British Poultry Science* 35, 203–214.

# *Annexes*