

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



**ATTÉNUATION DES EFFETS DE LA CHALEUR  
EN PRODUCTION AVICOLE TYPE CHAIR**

**Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master**

**Faculté: Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre  
Département : Sciences Agronomiques  
Spécialité: Sciences et Techniques des Productions Animales**

**Soutenu le : 08/06/2015**

**Par**

AYED HAMIDA  
SOLTANI FATIHA

**Jury**

<b>Président:</b> Mr. KOUACHE Ben moussa	MAA (UDB Khemis Miliana)
<b>Promoteur:</b> Mr. MOUSS Abdelhak Karim	MAA (UDB Khemis Miliana)
<b>Co-Promotrice:</b> Mme. HAMMOUCHE Dalila	Attachée de recherche (INRA)

**Examineurs:**

Mr. HAMIDI Djamel	MAA (UDB Khemis Miliana)
BOUDJEMAA Benyahia	Inspecteur Principale (DCW)

**Année universitaire: 2014-2015**

## *REMERCIEMENTS*

*Nos remerciements avant tout vont à Dieu le tout puissant*

*Au Prophète Mohamed que la paix et le salut soit sur lui.*

*Nous tenons à remercier :*

*Notre promoteur Mr MOUSS Abdelhak Karim pour avoir assuré notre encadrement, pour son aide, pour ses efforts, ses précieux conseils et ses encouragements et sa persévérance dans le suivi de travail et surtout pour sa gentillesse. Qu'il accepte nos sincères remerciements et l'expression de notre profond respect.*

*Nous exprimons également nos vives gratitude à notre co-promotrice Mme HAMMOUCHE D pour son aide, ses précieux conseils et sa foi dans l'action de suivi du travail et surtout pour sa gentillesse. Qu'elle accepte nos sincères remerciements et l'expression de notre profond respect.*

*Nous tenons à remercier Mr KOUACHE B, Maitre Assistant A à l'Université de Khemis Miliana pour ses précieux conseils et qui nous a fait l'honneur de présider le jury.*

*Nous tenons à remercier également Mr HAMIDI D, Maitre Assistant B à l'Université de Khemis Miliana pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nos remerciements vont aussi à Mr BOUDJEMAA B, Chef d'Inspection de Commerce de la Daira de Khemis Miliana pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous remercions l'ensemble du personnel de l'INRAA de Barakj, plus spécialement Mme ALLOUCHE S, Mr CHOUKI Z et Mr TALEB F.*

*Nos sincères remerciements s'adressent également à :*

*Tous nos enseignants qui nous ont initié aux valeurs authentiques*

*Tous ceux qui nous ont enseigné durant nos différentes classes scolaires*

*Nos camarades de promotion de la spécialité « STPA » pour tous les agréables moments qu'ont à passé ensemble.*

*Merci aussi à tous ceux que nous avons oublié.*

*Mille Merci à vous tous pour votre soutien.*

*Que Dieu réalise vos vœux!*



## DEDICACES

*Tous les mots ne sauraient exprimer ma gratitude, mon amour, mon respect, ma reconnaissance, tout simplement, je dédie ce modeste travail :*

*\*A Mon très cher PÈRE*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon estime et mon respect que j'aurai éternellement pour toi.*

*Rien au monde ne vaut les efforts que tu as fournis, jour et nuit, pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années.*

*\*A Ma tendre MÈRE*

*Tu représentes pour moi la source de tendresse et l'exemple de dévouement. Tu n'as pas cessé de m'encourager, tu as été plus qu'une mère qui s'est donnée comme mission de faire de ses enfants un exemple et pour qu'ils suivent le bon chemin, dans la vie et les études. Trouve ici Maman l'expression de mon profond amour.*

*\*A Mes chères belles sœurs SAÏDA et FATIMA*

*\*A Mes chers beaux-frères YOUNESS, IDRISS, ILYESS, MOHAMED, et le petit YACIN.*

*\*A Mes oncles et ma tante.*

*\*A Mes cousins et cousines.*

*\*A Mon promoteur Mr MOUSS A K, cette humble dédicace ne saurait exprimer mon grand respect et ma profonde estime, que Dieu vous procure bonne santé et long vie.*

*\*A Ma Co-promotrice HAMMOUCHE D. pour son aide, sa gentillesse et son accueil chaleureux. Qu'elle trouve ici l'expression de ma haute considération.*

*\*A tous mes chers amis et camarades sans exceptions*

*\*A Monsieur KOUACHE B maître-assistant à UKM*

*\*A mon binôme et chère sœur FATIHA.*

*\*A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.*

*\*A toute ma famille et à ceux qui j'aime et qui m'aiment.*

*\*A mes camarades de promotion « STPA » 2012-2015.*

*\*A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

**MERCI !**

**\*HAMIDA.**

## *DEDICACES*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mon père :*

*Pour tous les sacrifices consentis pour ma formation et pour sa présence permanente.*

*A ma mère :*

*Pour tous ses sacrifices, un humble témoignage de ma grande affection, qu'elle  
trouve ici l'expression de mon profond amour.*

*A mon Grand père et ma Grande mère*

*A mes chers frères et sœur*

*A toute ma famille sans exception.*

*A mon promoteur Mr MOUSS A K et ma co-promotrice Mme HAMOUCHE D  
qui m'ont guidé et prodigué de précieux conseils, qu'ils trouvent ici l'expression de ma haute considération.*

*A tous mes chers amis et camarades sans exception.*

*A mon cher binôme HAMIDA*

*A mes collègues de Master en Science Techniques des Productions Animales (2012 – 2015).*

*A tous ceux qui me sont chers ...*

*Que Dieu vous gardent.*

## *FATIHA*



## Table des Matières

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

### Partie bibliographique

#### Chapitre I: La filière avicole en Algérie et dans le monde

Introduction .....	2
I. La filière avicole en Algérie .....	2
I-1 Les structures de production .....	3
I-2 Les bâtiments d'élevage .....	4
I-3 L'hygrométrie.....	4
I-4 L'éclairage.....	5
I-5 Les mesures d'hygiène .....	5
I-6 Les équipements de production .....	5
II. Modes d'élevage du poulet en Algérie .....	6
II-1 L'élevage au sol .....	6
II-1.1 L'élevage intensif.....	6
II-1.2 L'élevage extensif .....	6
II-2 L'élevage en batterie .....	6
III. Poids de la filière avicole .....	7
IV. L'aviculture dans le monde.....	7
Introduction .....	7
IV.1 Le marché des volailles de chair .....	8
IV.1.1 Dynamisme de la production et de la consommation mondiale .....	8
IV.1.2 Progression des échanges internationaux (2013-2014).....	9
IV.1.3 Production européenne (2013-2014).....	11
IV.1.4 Réduction du déficit en valeur des échanges extérieurs de l'UE (2014) .....	12
IV.1.5 Consommation de volailles (2014) .....	14

## **Chapitre II : La thermorégulation chez les oiseaux**

Introduction .....	16
I. la Thermorégulation chez le poulet de chair .....	16
I-1 Mécanismes thermorégulateurs chez les homéothermes .....	16
I-1.1 Thermogénèse.....	17
I-1.2 Thermolyse .....	17
I-2 Particularités de la thermorégulation chez les poulets de chair .....	18
I-2.1 Mécanismes thermorégulateurs en ambiance chaude.....	18
I-2.1.1 Données générales .....	18
I-2.1.2. Baisse de la thermogénèse .....	19
I-2.1.3 Augmentation de la thermolyse .....	19
a-Thermolyse directe.....	19
b-Thermolyse indirecte ou évaporatoire .....	20

## **Chapitre III : Stress thermique chez le poulet de chair**

Introduction .....	20
I-Type de stress thermique .....	20
II-Impact du stress thermique sur les poulets de chair .....	21
II-1 Troubles métaboliques .....	21
II-1.1 Baisse du métabolisme de base .....	21
II-1.2 Troubles en électrolytes .....	21
II-2 Impact sur le comportement alimentaire .....	22
II-3. Impact sur la physiologie de l'oiseau .....	22
II-3.1. Sur le plan respiratoire .....	22
II-3.2 Sur le plan cardiaque .....	22
II-3.3 Sur le plan digestif.....	22
II-4. Impact sur les performances de croissance .....	24
II-4.1 La consommation alimentaire .....	24

II-4.2 La croissance .....	24
II-4.3 La mortalité .....	25
II-5 Baisse de productivité .....	25

#### **Chapitre IV : Moyens de lutte contre la chaleur**

Introduction .....	28
I-Solutions d'ordre nutritionnelles .....	28
II-Solutions d'ordre génétique .....	28
III-Solutions d'ordre technique .....	29
IV-La pratique de l'acclimatation précoce .....	29
IV-1.L'intérêt de l'acclimatation précoce .....	30
V-Technique du retrait alimentaire .....	30
VI- Emploi des vitamines et d'additifs.....	31

#### **Partie expérimentales**

##### **Matériel et méthodes**

I. Objectif de travail .....	32
II. Matériel et méthodes .....	32
II.1 Lieu, durée et période de l'essai.....	32
II.2 Bâtiment d'élevage .....	32
II.3 Matériel d'élevage .....	34
II.4 Animaux .....	34
II.5 Aliment .....	37
II.6 Programme sanitaire d'élevage.....	37
III. Méthodes .....	37
III.1. Méthodes de mesure et de contrôle des paramètres d'ambiance.....	37
III.1. Méthodes de mesures des paramètres zootechniques.....	38
III.3. L'ingéré alimentaire .....	38
III.4. Le poids vif des poulets.....	39

III.5. L'indice de consommation .....	39
III.6. Le taux de mortalité.....	39
III.7. Méthodes analytiques .....	39
II.7.1. Mesure de la température corporelle .....	39
III.7.2. Méthodes de mesures chimiques.....	40
III.7.2.1 Méthodes de mesures chimiques sur l'aliment .....	40
III.7.2.1.1. La teneur en matière sèche (MS).....	41
III.7.2.1.2. La teneur en matières minérales (MM) .....	41
III.7.2.1.3. La teneur en protéines brutes (MAT).....	41
III.7.2.1.4. La teneur en matière grasse (MG).....	42
III.7.2.1.5. La teneur en cellulose brute (CB) .....	42
III.8. Méthodes de calculs statistiques.....	42

### **Résultats et discussion**

IV. Paramètres d'ambiance .....	43
V. Traitement d'acclimatation.....	44
VI. Composition chimique de l'aliment distribué durant les 3 phases d'élevage .....	45
VII. Performances zootechniques.....	45
VII.1. Ingéré alimentaire .....	45
VII.2. Poids vif.....	47
VII.3. Indice de consommation .....	48
VII.4. Taux de mortalité .....	49
VIII. Mesures biologiques.....	51
VIII.1. Températures rectales.....	51
VIII.1.1 Températures rectales lors de l'acclimatation précoce.....	51
VIII.1.2 Températures rectales lors du coup de chaleur .....	52
<b>Discussion générale</b> .....	53
<b>Conclusion Générale</b> .....	54
<b>Références bibliographiques</b>	



## Liste des abréviations

CB : Cellulose brute

CMV: Complément minéral vitaminé

FAO : Food and agriculture organization

GMQ : Gain moyen quotidien

G/S/J : Gramme par sujet par jour

IC: Indice de consommation.

INRA A : Institut National de la Recherche Agronomique (Algérie).

INRA F : Institut National de la Recherche Agronomique (France).

ITELV : Institut Technique de l'Elevage.

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

MARA : Ministère de l'Agriculture et de la Révolution Agraire

MAT : Matière azotée totale

MB : Marge brute

MG : Matière grasse

MM: Matière minérale

MS : Matière sèche

MT : Million de tonne

OFAAL : Observatoire des filières avicole en Algérie

ONAB : Office National des Aliments du Bétail.

ORAVIE : Office Régional d'Aviculture de l'Est

ORAVIO : Office Régional d'Aviculture de l'Ouest

ZNT : Zone de neutralité thermique

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Structure des élevages privés de poulets année 2000.....	4
<b>Tableau 2</b> : Présentation des ratios d'équipement au niveau des élevages avicoles (2000).....	5
<b>Tableau 3</b> : Analyse et description des paramètres zootechniques des ateliers d'élevage du poulet de chair (1999-2000) .....	6
<b>Tableau 4</b> : Principaux producteurs de viande de volailles dans le monde.....	8
<b>Tableau 5</b> : Évolution des productions de poulets dans les principaux pays producteurs Européen (1 000 tec) .....	12
<b>Tableau 6</b> : Effet de la température ambiante sur la digestibilité (%) réelle des Protéines des trois matières premières, chez le poulet de chair âgé de 6 semaines .....	23
<b>Tableau 7</b> : Effets de la température ambiante sur la consommation alimentaire chez des poulets de chair à l'âge de 19 jours .....	24
<b>Tableau 8</b> : Programme prophylactique suivi durant l'élevage.....	37
<b>Tableau 9</b> : Températures ambiantes et hygrométries relatives moyennes durant l'élevage....	43
<b>Tableau 10</b> : Composition chimique des aliments distribués lors des 3 phases d'élevage .....	45
<b>Tableau 11</b> : Taux de mortalité lors des phases de démarrage, de croissance et de finition (%60).....	49

## Liste des figures

<b>Figure 1:</b> Répartition du cheptel avicole au Maghreb .....	3
<b>Figure 2:</b> Évolution de la production et des exportations mondiales de volaille.....	9
<b>Figure 3:</b> Évolution de la part des principaux acteurs dans les échanges mondiaux.....	10
<b>Figure 4:</b> Évolution des échanges extra-communautaires de volailles.....	13
<b>Figure 5:</b> La consommation de viande de volaille dans l'UE .....	14
<b>Figure 6:</b> Principaux modes de transfert de chaleur entre l'animal et son ambiance .....	20
<b>Figure 7:</b> Schéma descriptif de bâtiment d'élevage avicole .....	33
<b>Figure 8:</b> Évolution de la température ambiante et de l'hygrométrie relative à l'intérieur du bâtiment durant l'expérimentation .....	44
<b>Figure 9:</b> Évolution de la température ambiante et de l'hygrométrie relative lors du coup de chaleur .....	45
<b>Figure 10:</b> Ingéré alimentaire à différentes phases d'élevage des poulets de chair (g/s/j) .....	47
<b>Figure 11:</b> Poids vif des poulets (g) pendant les différentes phases d'élevage .....	48
<b>Figure 12:</b> Indice de consommation à différentes phases d'élevage des poulets de chair .....	49
<b>Figure 13:</b> Températures rectales moyennes des poussins lors de l'acclimatation précoce (5 <sup>ème</sup> jour d'âge) .....	51
<b>Figure 14:</b> Températures rectales moyennes des poussins lors du coup de chaleur (47 <sup>ème</sup> jour d'âge).....	52

## Liste des photos

<b>Photo 1 :</b> Extracteur d'air .....	32
<b>Photo 2 :</b> Vue extérieure et intérieure du bâtiment d'élevage.....	33
<b>Photo 3:</b> Mangeoire premier âge .....	34
<b>Photo 3:</b> Abreuvoir premier âge .....	34
<b>Photo 5:</b> Mangeoire deuxième âge .....	34
<b>Photo 6:</b> Abreuvoir deuxième âge .....	34
<b>Photo 7:</b> Réception des poussins .....	35
<b>Photo 8:</b> Pesée après réception .....	35
<b>Photo 9:</b> Répartition des poussins .....	35
<b>Photo 10:</b> Traitement de l'acclimatation précoce (5 <sup>ème</sup> jour d'âge) .....	35
<b>Photo 11:</b> Répartition des poussins en début de la phase de croissance.....	36
<b>Photo 12:</b> Coup de chaleur .....	36
<b>Photo 13:</b> Retrait alimentaire (J47) .....	36
<b>Photo 14:</b> Abattage par saignée .....	36
<b>Photo 15:</b> Thermomètre à mercure .....	38
<b>Photo 16:</b> Thermo-hygromètre .....	38
<b>Photo 17:</b> Températures de l'aire de vie des animaux.....	38
<b>Photo 18:</b> Prise de température rectale lors du traitement de l'acclimatation .....	39
<b>Photos 19:</b> Prise de température rectale lors du coup de chaleur .....	40
<b>Photos 20:</b> Broyeur à lame.....	40

## Résumé

Le travail effectué a pour but d'apprécier d'une part, l'impact du traitement de l'acclimatation précoce et celui du retrait alimentaire sur les performances zootechniques des poulets de chair élevés sous contraintes thermiques et soumis à un coup de chaleur en période de finition.

Dans nos conditions expérimentales, les deux techniques appliquées n'ont pas eu d'effet significatif ( $P > 0,05$ ) sur l'ingéré alimentaire, le poids vif, l'indice de consommation ainsi que sur le taux de mortalité des poulets de chair. En revanche, nous avons constaté que le conditionnement thermique à âge précoce permet une augmentation significative de la température centrale des poussins. Après le traitement, les poussins conditionnés montrent des températures centrales significativement plus basses ce qui sous-entend une meilleure tolérance à la chaleur.

Mots clés : Acclimatation précoce, Retrait alimentaire, Poulet de chair, Stress thermique.

## Summary

Meaningful work done on the one hand, to assess the impact of early acclimatization and pull the food to yield broiler jam in hot and exhibition to severe heat stress at the end of Education ambient conditions.

Under the conditions of our study, the two treatments were not for them significant effect ( $P < 0.05$ ) for lunch consumption, body weight, lunch consumption index and the proportion of deaths broiler. However, we found that the thermal conditioning at early age provides a significant increase in the core temperature of the chicks. After treatment, the conditioned chicks show significantly lower core temperatures which implies a better heat tolerance.

Key words: early acclimatization, the withdrawal of food, broiler , heat stress

## ملخص

العمل المنجز هادف من جهة، إلى تقييم أثر التأقلم المبكر و سحب المواد الغذائية على مردود الدجاج اللحم المرابي في ظروف محيطية ساخنة والمعرض إلى الإجهاد الحراري الحاد في نهاية التربية

في ظل ظروف دراستنا، هاتين المعاملتين لم تكن لهما تأثير معنوي ( $P > 0,05$ ) على استهلاك الغذاء، وزن الجسم، مؤشر استهلاك الغذاء وعلى نسبة الوفيات للدجاج اللحم

و مع ذلك، وجدنا أن تكيف الحراري في سن مبكرة يوفر زيادة كبيرة في درجة الحرارة الأساسية من الكتاكيت. بعد العلاج، وفراخ مكيفة تظهر أقل بكثير درجات الحرارة الأساسية التي ينطوي على أفضل تحمل الحرارة

كلمات المفتاح: التأقلم المبكر، سحب الغذاء، الدجاج اللحم، الإجهاد الحراري

# *INTRODUCTION GÉNÉRALE*



## INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'Algérie est un pays qui se caractérise par une période estivale chaude avec une moyenne de température maximale variant de 28 à 31°C sur le littoral, de 33 à 38°C au niveau des hautes plaines steppiques et supérieure à 40°C dans les régions sahariennes (NEDJRAOUI, 2012).

Afin de mener à bien les élevages, quelque soit l'espèce animale considérée, il ya un impératif de fournir les moyens adéquats pour que les animaux ne souffrent pas de cette contrainte, parmi ces moyens, la non maîtrise de l'ambiance à l'intérieur des locaux d'élevage. La maîtrise des techniques alimentaires ainsi que le choix des souches constituent eux aussi des facteurs déterminants de la réussite de la production de poulet chair. Malheureusement, au niveau de la grande majorité des élevages et des exploitations avicoles en particulier, lesdits équipements sont quasi inexistant ce qui retentit fortement sur les performances animales provoquant ainsi des retombées négatives certaines sur la rentabilité.

En raison des conditions ambiantes chaudes durant une importante période de l'année, les aviculteurs connaissent des pertes économiques considérables qui sont le résultat de baisse de performances zootechniques d'une part et de l'accroissement des taux de mortalité des poulets d'une autre part (MOUSS *et al.*, 2012 et AIN BAZIZ *et al.*, 2010). Cette situation récurrente est vécue dans de nombreux autres pays (Egypte, Maroc, Niger, Afrique du sud, Inde, Afghanistan, Népal, Sri Lanka, Bangladesh, Cambodge, Indonésie, Thaïlande, Malaisie, Brésil, Mexique, Colombie et le Chili) ce qui a mené la communauté scientifique à se pencher sur l'étude du mécanisme d'action de la chaleur sur l'organisme animal ainsi que les méthodes visant au renforcement de la thermotolérance des oiseaux.

Notre étude s'inscrit dans cette thématique, la partie bibliographique met en relief dans le premier chapitre, la pratique de l'aviculture en Algérie et dans le monde. Dans le deuxième chapitre, il est question de la fonction thermorégulatrice des oiseaux. Les effets de la chaleur tant sur les performances zootechniques, sur la sphère digestive et métabolique des oiseaux sont rapportés dans le troisième chapitre.

Enfin, les différentes techniques de lutte contre le stress thermique sont présentées dans le quatrième chapitre.

Quant à la partie expérimentale, elle est orientée vers la recherche de l'impact de l'acclimatation précoce et du retrait alimentaire sur les performances zootechniques et la température centrale des poulets ayant subi depuis le début d'élevage un stress thermique chronique, et en fin d'élevage un stress thermique aigu. Ces deux particularités d'élevage étant couramment rencontrées sur terrain en période estivale.

Après description générale du protocole expérimental et des méthodologies de mesure suivies, les résultats obtenus sont présentés et discutés. La conclusion générale présente les points essentiels du travail réalisé.

*PARTIE  
BIBLIOGRAPHIQUE*





*CHAPITRE I*

*LA FILIÈRE AVICOLE EN*

*ALGÉRIE ET DANS LE*

*MONDE*

## CHAPITRE I

### LA FILIÈRE AVICOLE EN ALGÉRIE ET DANS LE MONDE

---

#### INTRODUCTION

L'Algérie, grâce à la diversité de ces ressources naturelles, possède des capacités de production diverses, soit des productions d'origines animales ou végétales.

Le développement de l'aviculture constitue le meilleur recours pour satisfaire les besoins de la population en protéines animales. En effet, près de deux millions de personnes ont amélioré la ration alimentaire du point de vue protéique tel que relaté par (ALLOUI, 2011). Toutefois, pendant la période estivale, l'élevage de poulet de chair, en Algérie, présente une forte diminution de la production et une baisse des performances de croissance, ceci serait en liaison avec la diminution de la consommation alimentaire causée par des températures chroniques élevées et prolongées allant jusqu'à 30°C et au-delà. Sachant que la température optimale pour la phase de finition est comprise entre 20 et 25°C (YAHAV, 1998), ceci mène à dire qu'une augmentation de la température ambiante de 20 à 35°C réduirait la croissance de 20 à 25% selon les conclusions de YAHAV et HURWITZ (1996). Ce qui provoque des pertes économiques importantes d'où la flambée des prix de la viande aviaire. Cette dernière qui est considérée comme la principale source de protéines pour la majorité des Algériens de revenus mensuels modestes.

#### I. La filière avicole en Algérie

En Algérie, la filière avicole « chair » a connu, depuis 1980, un développement notable qui a été soutenu par des politiques publiques incitatives. Cette dynamique a été toutefois contrariée par la mise en œuvre du programme d'ajustement structurel (1994-1998) qui a affecté négativement la croissance de la production avicole. Cependant, au-delà de cette contrainte, force est de constater que la filière avicole « chair » reste fragile et accuse un retard technologique considérable par rapport aux pays industrialisés. Ce facteur retentit fortement sur la productivité des ateliers avicoles privés.

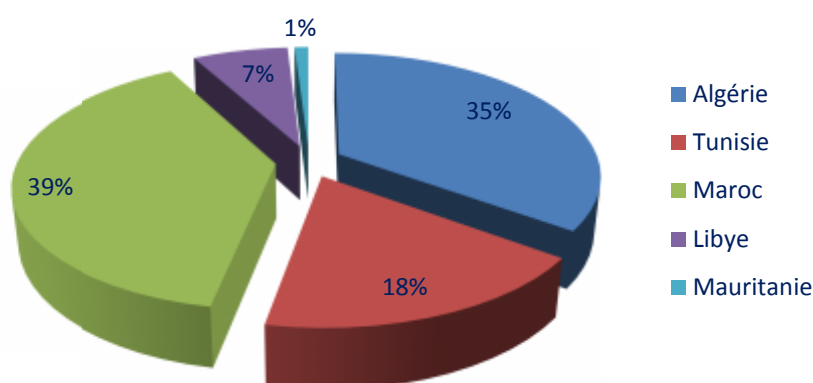
L'aviculture Algérienne produit entre 330 et 342 millions de tonnes de viande blanche annuellement, soit environ 240 millions de poulets par an, et plus de 3 milliards d'œufs de consommation par an. Elle est constituée de 20000 éleveurs, emploie environ 500 000 personnes et fait vivre environ 2 millions de personnes. Enfin, cette pratique, elle est importée près de 80% des 2,5 millions de tonnes d'aliment qui est constitué principalement de (Maïs ; tourteaux de soja et CMV), 3 millions de poussins reproducteurs, des produits vétérinaires et des équipements. Selon les chiffres de l'OFAL de 2001.

Cette situation résulte de la politique de développement lancée par l'état depuis deux décennies et visant l'autosuffisance alimentaire en protéine animale. Le mode d'élevage adopté par notre pays est un modèle d'élevage intensif basé sur la technologie moderne, une

organisation de la production et une planification rigoureuse. Cependant, la dépendance de notre aviculture au marché extérieur de l'aliment, des produits vétérinaires et de l'équipement demeure le principal handicap au développement de cette filière, ajouté à cela, l'augmentation des charges, le désengagement de l'état et les fluctuations de la commercialisation. Ceci a poussé bon nombre d'éleveurs à changer de profil, ce qui génère actuellement des périodes de crise sur le secteur avicole.

La filière avicole prend une place plus ou moins importante en Algérie, les autorités encouragent cette activité par le financement et la recherche scientifique dans ce domaine, aussi, la mise en œuvre de la politique avicole a été confiée dès 1970 à l'ONAB et depuis 1980, aux offices publics issus de la restructuration de ce dernier (ONAB, ORAC, ORAVIO).

Ce processus a mis, certes, fin aux importations de produits finis en 1984, mais a accentué le recours aux marchés mondiaux pour l'approvisionnement des entreprises en intrants industriels (Inputs alimentaires, matériel biologique, produits vétérinaires, et équipements) selon l'enquête menée par (FERRAH, 2004).



**Figure 1:** Répartition du cheptel avicole au Maghreb (Anonyme, 2010).

À partir de cette figure, nous remarquons que l'Algérie occupe la deuxième place au niveau du Maghreb avec 35% de l'activité, Just derrière le Maroc qui détient 39% de cette activité, la Tunisie vient en troisième place avec 18%. La Libye et la Mauritanie quant à eux occupent une moins grande place en aviculture avec des taux de 7 et 1% respectivement. Ceci renseigne aussi de la place qu'à l'aviculture en Afrique en particulier.

### **I-1 Les structures de production**

L'élevage du poulet de chair en Algérie est connu pour être pratiqué dans des structures fortement atomisées qui se distinguent par des ateliers de taille forte modeste: (3000 sujets en moyenne). Ceci est représenté dans le tableau 1 qui nous renseigne sur la répartition de la taille des exploitations des élevages de poulet de chair.

**Tableau 1:** Structure des élevages privés de poulet de chair année 2000.

Capacité (sujets)	Élevage		Capacité d'élevage	
	Nombre	%	Sujets	%
1-2000	5340	35	8473221	19
2001-4000	7927	51	24224860	55
4001-6000	1651	11	7966210	18
6001-8000	271	2	1756100	4
8001-10000	66	0	664700	2
Plus de 10000	141	1	995960	2
<b>Total</b>	15396	100	44081051	100

Source : Revue Afrique Agriculture (2001)

La taille de ces élevages (3000 sujets) pour plus de 51 des exploitations devenue faible. Ce qui pousse à la hausse des coûts de production et prive les éleveurs à tirer profit de leurs exploitations. En effet, la production de poulet de chair à moindre coût nécessite un élevage de taille moyenne compris entre 50000 et 80000 sujets. Les normes d'élevage recommandent, pour l'obtention d'un poulet de 2 à 3 kg, de concevoir un poulailler de 48 000 à 72 000 sujets, soit une moyenne de 62 000 sujets tel que indiqué par BOUCHAALA M., (2001).

## I.2 Les bâtiments d'élevage

Au niveau de nos unités d'élevage, les bâtiments avicoles sont de construction archaïque, de type clair, à ventilation statique, faiblement isolés, correspondant à des investissements faibles et donc à un sous équipement chronique.

Ces bâtiments d'hébergement du cheptel s'écartent, de façon significative, des normes d'élevages établis, c'est-à-dire, un bâtiment bien situé, étanche, bien isolé, bien chauffé, bien ventilé, avec une bonne litière et un sol cimenté pour faciliter le nettoyage et la désinfection. (VAN DER HORST, 1998).

## I-3 L'hygrométrie

L'hygrométrie caractérise l'humidité relative de l'air, c'est-à-dire, la proportion de vapeur d'eau qu'il contient. Elle ne prend pas en compte l'eau présente sous forme liquide ou solide et elle se mesure avec un hygromètre.

Cette humidité affecte négativement la santé du cheptel et peut être une cause de mortalité des sujets. A ce titre, il faut signaler que la majorité des éleveurs ignorent le facteur lié à l'hygrométrie, ce qui se traduit par une maîtrise insuffisante du couple « isolation-ventilation » et explique les difficultés à maîtriser les conditions d'ambiance, notamment en Saison estivale (FERRAH, 2000).

#### I-4 L'éclairage

L'éclairage au sein des élevages avicoles Algériens est également peu maîtrisé. En effet, on enregistre une assez forte intensité lumineuse (4,03 Watt/ m<sup>2</sup> contre 0,7 Watt/ m<sup>2</sup> selon la norme) avec une très grande variabilité entre les élevages (FERRAH *et al*, 2001).

#### I-5 Les mesures d'hygiène

Au sein de nos élevages, les normes d'hygiène ne sont pas observées. Elles consistent à :

- ✓ Entourer d'une clôture l'unité d'élevage;
- ✓ Interdire l'accès des visiteurs aux bâtiments d'élevage;
- ✓ Interdire aux véhicules de transport l'accès aux lieux d'élevage;
- ✓ Brûler et éliminer les cadavres;
- ✓ Doter le personnel de l'unité d'élevage des vêtements de protection à l'intérieur des ateliers de production;
- ✓ Préserver les bâtiments des rats, des souris et des oiseaux.

#### I-6 Les équipements de production

Le sous équipement chronique des ateliers (mangeoires, abreuvoirs, radiants, inexistence de système de ventilation et d'isolation) n'autorise pas une utilisation rationnelle et optimale des intrants industriels (aliments avicoles, matériel biologique et produits vétérinaires) par les producteurs dont l'effet transparaît à travers une structure de coûts défavorable. Plus précisément, le recours à l'usage massif de produits vétérinaires, considérés par les éleveurs aux incohérences de la conduite d'élevage, ne fait que grever les coûts de production (tableau 2 et 3).

**Tableau 2** : Présentation des ratios d'équipement au niveau des élevages avicoles (2000).

	Moyenne	Minimum	Maximum	Norme	Ecart
Poussins/éleveuse	818 ±279	183	1570	500	-318
Poussins/Mangeoire 1 <sup>er</sup> Âge	130 ±60	25	277	50	-80
Poussins/Mangeoire 2 <sup>ème</sup> Âge	86 ±36	37	200	60	-26
Poussins/Abreuvoir 1 <sup>er</sup> Âge	225 ±202	20	829	100	-1225
Poussins/Abreuvoir 2 <sup>ème</sup> Âge	344 ±218	25	833	180	-164
Densité (Sujets/M <sup>2</sup> )	9,2±2,84	4,0	16	10	0,8
Litière (cm)	6,8±2,1	3	10	10	3,2
Intensité lumineuse (Watt/M <sup>2</sup> )	4,03±2,26	0,31	10,69	3 (démarrage) 0,7 (élevage)	2,69 0,39

Source : Revue Afrique Agriculture (2001)

**Tableau 3:** Analyse et description des paramètres zootechniques des ateliers d'élevage du poulet de chair (1999-2000)

Année	1999		2000		Performances ITELV
	Moyenne	Min et Max	Moyenne	Min et Max	
Durée d'élevage (Jour)	63±5	54-71	62±3	53-71	49
Poids vif à l'abattage (g)	2288±335	1719-3617	2434±581	1276-4545	1960
Taux de mortalité (en %)	11,08±8,32	2,60-39,70	11,48±6,13	2,20-30,19	4,94
Gain moyen quotidien (gr/jour)	36±5	26-53	39±9	22-72	39
Consommation d'aliment (gr)	5873±1145	3123-7897	7263±2324	3539-15305	4528
Indice de consommation	2,80±0,37	1,80-3,82	3,17±0,61	2,06-5,91	2,31
Indice de production	118±31	56-176	111±30	46-210	162

Source : Revue Afrique Agriculture (2001)

## II-Modes d'élevage du poulet en Algérie

En Algérie, il existe deux types avec lesquels l'aviculture est pratiquée.

### II-1 L'élevage au sol

Ce type d'élevage peut être intensif ou extensif.

#### II-1.1 L'élevage intensif

Il se pratique pour des grands effectifs de poulet de chair. Il a pris sa naissance en Algérie avec l'apparition des couvoirs au sein des structures du Ministère de l'Agriculture et de la Révolution Agraire (MARA) qui a créé l'ONAB et l'ORAVIE (O.R.AV.I.E, 2004).

#### II-1.2 L'élevage extensif

Cet élevage se pratique pour les poules pondeuses, il s'agit surtout des élevages familiaux de faibles effectifs, il s'opère en zone rurale. La production est basée sur l'exploitation de la poule pondeuse locale et les volailles issues sont la somme de rendement de chaque éleveur isolé. C'est un élevage qui est livré à lui-même, généralement aux mains de femmes, l'effectif moyen de chaque élevage fermier est compris entre 15 et 20 sujets, les poules sont alimentées par du seigle, de la criblure, de l'avoine et des restes de cuisines. Elles sont élevées en liberté et complètent leur alimentation autour de la ferme. Les poules sont destinées à la consommation familiale ou élevées pour la production des œufs tel que relaté par (BELAID, 1993).

### II-2 L'élevage en batterie

Ce type d'élevage, qui a été introduit nouvellement en Algérie, se pratique pour les poules pondeuses. Il est beaucoup plus coûteux par rapport au premier. L'élevage du poulet

convient très bien au climat Algérien. L'état, dans le cadre de sa politique de la relance économique, encourage au maximum les éleveurs et les coopératives à pratiquer cet élevage pour diminuer l'importation des œufs de consommation et des protéines animales. L'élevage avicole prend de plus en plus d'extension ces dernières années. Les éleveurs, au début sans aucune expérience, maîtrisent de plus en plus les techniques d'élevage. Malgré cela, beaucoup d'erreurs fatales sont encore commises aujourd'hui, parmi ceux-là, nous citerons :

- ✓ Absence de vide sanitaire;
- ✓ Densité trop importante;
- ✓ Température mal réglée;
- ✓ Local mal aéré donnant de mauvaises odeurs (ammoniacales);
- ✓ Mauvaise ventilation;
- ✓ Longueurs des abreuvoirs et des mangeoires non adaptées;
- ✓ Lumière trop forte;
- ✓ Alimentation déséquilibrée ne couvrant pas tous les besoins des animaux;
- ✓ Programme prophylactique non respecté entraînant beaucoup de maladies, qui peuvent être létales.

Toutes ces constatations représentent les conclusions de BELAID, (1993) lors des enquêtes qu'il a mené sur la production de poulet de chair en Algérie.

### **III. Poids de la filière avicole**

L'Algérie figure dans toutes les premières places dans la production avicole des pays de la région du grand Maghreb réunissant l'Algérie, Le Maroc, la Tunisie, la Mauritanie et la Lybie. En termes de nombre de têtes avec 20 à 35% du cheptel de la région selon les espèces, comme l'atteste les statistiques de la FAO (2004).

Selon ces statistiques l'Algérie, avec 574 000 tonnes par an est derrière le Maroc premier pays producteur (33,27% de la production) et consommateur en volume (34,09% de la consommation) de viande de la région. Son cheptel de poulet estimé à 124 000 000 sujets en 2007, arrive en 2<sup>ème</sup> place de la région du Grand Maghreb derrière le Maroc toujours (140 000 000 têtes), il représente 34,71 % du cheptel de la région.

### **IV-Aviculture dans le monde**

#### **Introduction**

Sur les vingt dernières années, l'aviculture mondiale a affiché une forte croissance, de la production et plus encore du commerce international. L'union européenne a cependant peu bénéficié de cette dynamique, avec une croissance modérée de la production et un recul de sa part de marché au plan mondial.

La dynamique de la filière française est encore plus faible, la production restant stable sur la période. Après une croissance modérée dans les années 90, la France à, en effet, enregistré sur

la dernière décennie un déclin significatif en grande partie lié à la perte de marchés à l'exportation et à une progression constante de ses importations.

Différents indicateurs et études montrent que la filière française souffre d'un double handicap de compétitivité vis-à-vis de ses concurrents des Pays-tiers et notamment du Brésil, mais aussi vis-à-vis de ses concurrents européens.

#### IV-1 le marché des volailles type chair

##### IV-1.1 Dynamisme de la production et de la consommation mondiale

Selon les estimations de la FAO datées de novembre 2013, la production mondiale de volailles atteindrait 107 MT en 2013. La demande en viandes de volailles reste stimulée par les prix élevés des viandes concurrentes, mais la croissance est ralentie par la hausse des coûts des matières premières et la résurgence de l'influenza aviaire en Asie. La production de volailles se situe au second rang, derrière la viande de porc (115 MT), mais loin devant la viande bovine (68 MT). Sur les vingt dernières années, la croissance moyenne de la production mondiale de volailles a été de 4,2% par an contre 1% pour la viande de bœuf et 2,2% pour la viande porcine.

Le niveau de consommation individuelle de volailles s'établissait à 13,6 kg par personne en 2009 selon la FAO, (moins de 10 kg en Afrique, autour de 50 kg aux Etats-Unis ou au Moyen Orient) MAGDELAINÉ., COULETEL., CHENUT., (2013).

**Tableau 4:** Principaux producteurs de viande de volailles dans le monde.

Les pays producteurs	Production 2013 en MT	Production 2014 estimée en MT	Évolution 2014/2013
Etats unis	19,8	20,4	+ 3,0%
Chine	17,4	17,5	+ 0,5%
Brésil	13,0	13,4	+ 2,8%
UE à27	12,7	12,8	+0,6%
Russie	3,8	3,9	+1,6%
Inde	2,7	2,8	+5,7%
Monde	107,4	110,0	+2,4%

Source : Perspectives Agricoles OCDE-FAO (2014-2023)

Aux États-Unis, après avoir atteint 19,8 MT produites en 2013 (+ 0,7 % par rapport à 2012), la production devrait continuer à progresser en 2015 pour s'élever à 20,4 MT. Les Etats-Unis conserveraient ainsi leur place de premier producteur mondial de volailles devant la Chine.

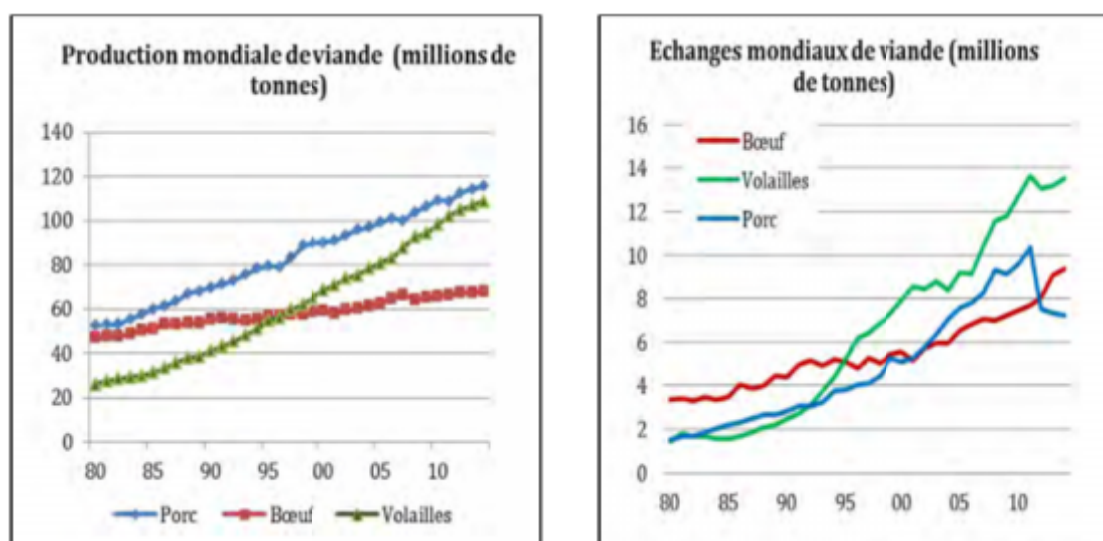
En Amérique du Sud, la production s'est établit à 18,7 MT en 2013, soit une progression de 2,0 % en 2012. Selon l'Association Brésilienne de la Volaille (UBABEF), la production brésilienne de volailles (poulet et dinde) s'inscrit en repli pour la deuxième année consécutive et atteint 12,7 MT en 2013, en recul de 3,1 % par rapport à 2012, dont 12,3 MT



de poulets, en repli de 2,6 % et 364 000 T de dindes, en diminution de 18 %. Cette situation de crise est due à la forte hausse des prix du tourteau de soja. Selon le même organisme et les perspectives de la FAO, la production est attendue en hausse en 2015 estimée à 13,4 MT, due à une demande en progression. D'après la FAO, l'Argentine, grâce au soutien du gouvernement pour les investissements et pour contenir la hausse des prix de l'aliment, a vu sa production croître de 9% en 2013, pour atteindre 1,9 MT. En 2015, la production est attendue de nouveau en hausse de 5,3 %, soit 2,1MT. Un développement important des investissements et un changement des consommateurs en faveur de la volaille a permis à l'Asie d'être à l'origine de plus de 40 % de l'augmentation de la production mondiale depuis 10 ans. Cependant, la croissance de la production asiatique est ralentie par la résurgence du virus de l'influenza aviaire. En 2013, avec un nouvel épisode d'influenza aviaire H7N9 au printemps, la production chinoise a atteint 17,4 MT. Pour 2015, la FAO prévoit que la production chinoise de viande de volailles progresse légèrement, à 17,5 MT, soit une hausse de 0,5 %.

Selon la FAO, en 2013, la Russie a produit 3,8 MT de volailles, soit une hausse de 11,8 % par rapport à 2012, poussée par une forte demande intérieure ainsi qu'une politique nationale d'investissement. En 2014, les estimations de production tendent vers une hausse de 1,7 %, soit 3,86 MT produites.

**Figure 2** : Évolution de la production et des exportations mondiales de volailles.



Source : Perspectives alimentation FAO (2014)

#### IV.1.2 Progression des échanges internationaux (2013 - 2014)

Selon la FAO, les échanges internationaux de viande de volailles ont augmenté de 7 % environ sur les vingt dernières années tel que illustré dans le graphe ci-dessus. Il est aussi à noter que la volaille distance largement les autres viandes.

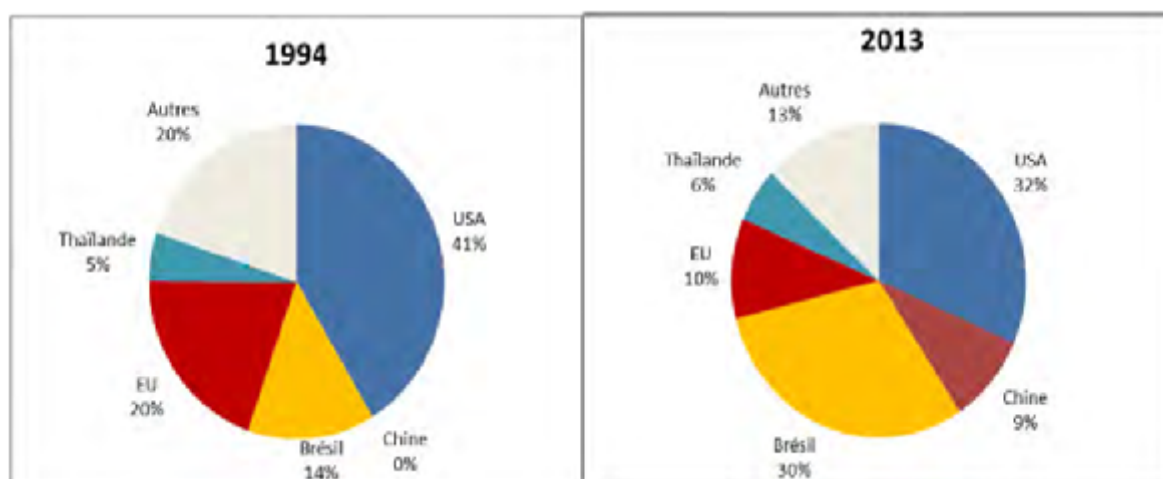
En 2013, les quatre principaux pays exportateurs de volailles (Etats-Unis, Brésil, Union Européenne et Chine) ont connu une très faible baisse de leurs exportations, sauf les Etats-Unis qui ont vu leurs exportations progresser de 1,1 %.

Néanmoins, les échanges internationaux de volailles ont légèrement augmenté, de 1 % entre 2012 et 2013.

Les prévisions 2015 de la FAO estiment que les exportations de volailles seront cette année légèrement en hausse, + 2,1 % pour les Etats-Unis, + 1,3 % pour le Brésil, + 0,9 % pour la Chine mais en baisse de 0,6 % pour l'Union Européenne, qui conserve malgré tout sa place de troisième exportateur mondial de volailles en volume. Ainsi, les exportations mondiales de volailles se maintiendraient en hausse de 2,4 % en 2015.

Toutefois, la place de l'Union Européenne sur le marché international s'amenuise. En 1994, les exportations européennes représentaient 20 % du volume total exporté de viande de volailles tandis qu'en 2015, leur part ne serait plus que de 9,8 %. La Thaïlande, l'Argentine et la Turquie seraient, en 2015, le pays dont les exportations progresseraient le plus (+ 6,7 %, + 10,2 % et + 18,2 % respectivement), suite au développement de cette filière et à leur spécialisation (sur les plats préparés pour la Thaïlande, la viande halal en Turquie et l'ouverture à de nouveaux marchés pour l'Argentine).

**Figure 3** : Évolution de la part des principaux acteurs dans les échanges mondiaux



Source : ITAVI d'après FAO (2013)

En 2014, les exportations américaines de volailles et d'œufs ont enregistré une nouvelle hausse de 3 % en valeur, pour atteindre 8,86 milliards de dollars selon le Département Américain de l'Agriculture (USDA). Les exportations de poulets et de dindes ont atteint 5,53 milliards de dollars (+ 1,3 %), et 4,1 MT (+1 %). Pour la première fois, le Mexique a été le premier marché pour l'ensemble œufs et volailles, pour une valeur de 1,3 milliard de dollars (+ 16,7 %).

Les ventes de viande de poulets (hors pattes de poulets) ont atteint 3,3 MT (+ 1 %) et 4,3 milliards de dollars (+ 2 %). Les principaux débouchés sont le Mexique (637 000 T, + 14 %), la Russie (276 000 T, + 4 %), l'Angola (207 000 T, + 14 %) et le Canada (169 000 T, + 2 %).

Les ventes de pattes ont atteint 300 000 T, essentiellement à destination de la Chine (50 %) et HongKong (34%). Au global, les exportations de poulets (y compris les pattes)

atteignent 3,6MT, dont 43% à destination de cinq grandes nations (Mexique, Chine, Russie, Angola et HongKong).

Selon le même organisme, les exportations de viande de poulet des États Unis des 7 premiers mois de l'année 2015 atteignent 1,9 MT pour 2,3 milliards de dollars, soit une hausse de 1 % en volume mais un repli de 5 % en valeur par rapport aux 7 premiers mois 2014. Les principaux pays clients sont le Mexique (22 % des exportations), suivi de la Russie (7 %) et l'Angola (5,8 %). Bien que le Canada ne soit pas un gros marché pour les États Unis au regard des volumes qui y sont exportés, ce pays est néanmoins le deuxième client des Etats-Unis en valeur après la Chine : sur les 7 mois de l'année 2014, les exportations américaines de poulet vers le Canada ont atteint un montant de 274 millions de dollars, soit 11,7 % de la valeur totale des exportations de poulets. Pour l'année 2014, les estimations de l'USDA affichent un volume de viande de poulet exporté de 3,27 MT et prévoient 3,31 MT pour 2015.

En Amérique latine, en 2014, les exportations totales Brésiliennes de viandes de volailles se sont élevées à 4,04 MT, en léger repli de 1,5 %. En valeur, elles représentaient 8,55 milliards de dollars soit une hausse de 2,3 %, contribuant pour 8,6 % aux exportations de l'agro-négoce brésilien. Les exportations de poulets ont baissé en volume de 0,7 % à 3,89 MT en 2014 et ont progressé de 3,4 % en valeur à 7,97 milliards de dollars.

Les ventes de découpes (2,1 MT) reculent de 3,5 %, alors que celles de poulets entiers progressent de 4,7 %, à 1,48 MT. Il est à noter une légère progression des viandes salées (178 000T) et un recul des ventes de préparations (161 000 T). Les ventes Brésiliennes progressent vers le Proche et Moyen-Orient (+ 3,7 %), mais reculent vers l'Asie (- 1,9 %), l'Afrique (-12,2 %) et l'Union européenne (-6,5 %). A l'horizon 2015, les exportations Brésiliennes de poulets sont attendues à la hausse (+ 11 % par rapport à 2013). Cette progression des exportations est à relier, d'une part à une dévaluation continue du Réal Brésilien et d'autre part à des opportunités grandissantes en termes d'exportations vers la Russie. Selon un rapport de l'USDA, 38 abattoirs Brésiliens sont actuellement agréés pour exporter des poulets vers le marché russe. À proximité du Brésil se situe l'Argentine qui figure au rang de huitième producteur mondial de viande de poulet. En 2015, les exportations de viandes de poulet (pattes exclues) devraient atteindre le record de 355 000 T selon une étude du même organisme, soit une hausse de 9,9 % par rapport à 2014. Le Venezuela reste le marché principal des exportations argentines, représentant 45 % de ses exportations totales. Les exportations de pattes seraient stables en 2015 à 34 000 T et seraient expédiées vers la Chine et Hong-Kong surtout.

En Russie, avec 575 000 tonnes de volailles importées en 2014, celle-ci demeure le cinquième importateur mondial avec 4,5 % du total des échanges mondiaux, même si les volumes importés ont fortement diminué sur les dernières années, passant de 1,2 MT annuellement (2000 – 2007) à près de 575 000 T actuellement. Ce recul s'explique essentiellement par la mise en place de quotas à l'importation à partir de 2003.

#### **IV.1.3 Production européenne (2013 -2014)**

La production de volailles de l'union européenne à 27 a atteint plus de 12,3 millions de tonnes en 2014, en progression de 1,4 % par rapport à 2013. Cette progression est due aux

hausse générales dans les principaux pays producteurs, notamment le Royaume-Uni (+ 3,4 %) et l'Allemagne (+ 0,3 %). Le Royaume-Uni, au coude à coude avec l'Allemagne, confirme sa place de deuxième producteur européen derrière la France qui a produit 1,8 MT de volailles en 2014.

La production de poulets (9,6 MT) progresse de 1,5 % par rapport à 2013, avec la confirmation de la reprise de la production britannique (+ 5,2 %), la poursuite de la croissance de la production allemande (+ 2,6 %), et la bonne tenue de la production française (+ 1,3 %). Le Royaume-Uni reste le premier producteur en 2014, la France et l'Allemagne se disputent la place de second producteur devant l'Espagne dont la production poursuit son repli en 2014 (- 2,1 %).

En 2015, selon les experts de la commission européenne, la production de volailles est attendue en hausse de 1 % par rapport à 2014 (à 12,5 MT), tirée par la poursuite du développement de la production de poulets au Royaume-Uni (+ 2,7 % par rapport à 2014). La France resterait premier producteur européen de volailles avec une production stable autour de 1,8 MT. L'Allemagne, dont la production serait maintenue stable en 2015 à 1,5 MT, conserverait son rang de troisième producteur européen.

La production de poulets s'élevait à la fin de l'année 2015 à 9,8 MT, soit une hausse de 1,2 % par rapport à 2014. Le Royaume-Uni, toujours en progression, se maintient au rang de premier producteur de poulets dans l'UE, suivi de l'Allemagne dont la production est prévue stable par la Commission et la France dont la production diminuerait légèrement de 1,2 %.

En revanche, la production de dindes serait cette année en léger recul de 0,1 % en atteignant à peine 1,98 MT. La production française, toujours en tête, resterait stable cette année à 400 000 T, suivie de près par l'Allemagne (386 000T) puis l'Italie (313 000T).

**Tableau 5:** Évolution des productions de poulets dans les principaux pays producteurs Européen (1 000 tec)

Pays producteurs	2000	2005	2010	2013	2014	EMA 2000 à 2013 en %
UE- 27	7296	8483	9296	9639	9751	+2,2%
Royaume- uni	1164	1283	1323	1391	1428	+1,4%
Allemagne	534	741	1073	1190	1190	+6,4%
France	1084	1014	1046	1080	1080	+0,4%
Espagne	1006	1045	1085	1041	1048	0,3%

Source : Eurostat \* Estimations Commission Européenne

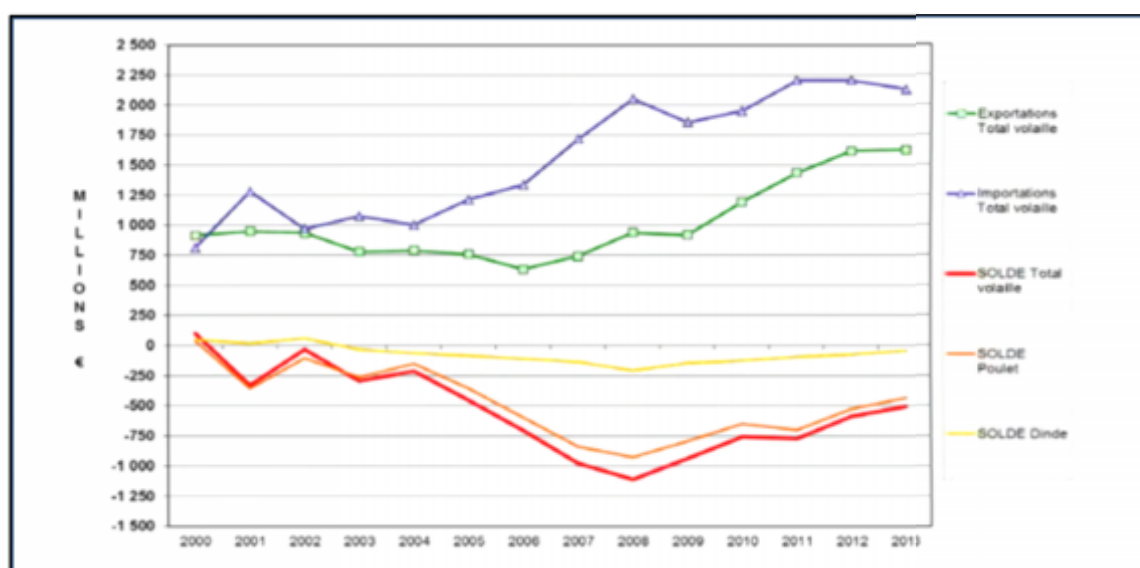
#### IV.1.4 Réduction du déficit en valeur des échanges extérieurs de l'Union Européenne en 2014

Au début des années 2000, les échanges de l'Union européenne à 25 avec le reste du Monde étaient excédentaires en volume (en Tec) et à l'équilibre en valeur. Puis, ces échanges se sont progressivement dégradés jusqu'en 2007-2008. Depuis 2009, l'Union européenne est

redevue exportatrice nette en volume et le déficit commercial des échanges extra-communautaires s'est réduit légèrement. En effet, le dynamisme de la demande mondiale, bénéficiant aux exportations, s'est conjugué à une stabilisation des importations, notamment en provenance du Brésil.

En 2014, l'Union européenne est restée excédentaire en volume en exportant un peu plus de 1,2 MT (poids produits) de viandes et de préparations de volailles contre un volume importé de 749 000 T (poids produit). En valeur, l'Union européenne a réduit légèrement son déficit à 503 millions d'euros: la valeur des exportations a atteint 1,6 milliards d'euros face à 2,1 milliards d'euros d'importations de viandes et préparations de volailles.

**Figure 4** : Évolution des échanges extra-communautaires de volailles

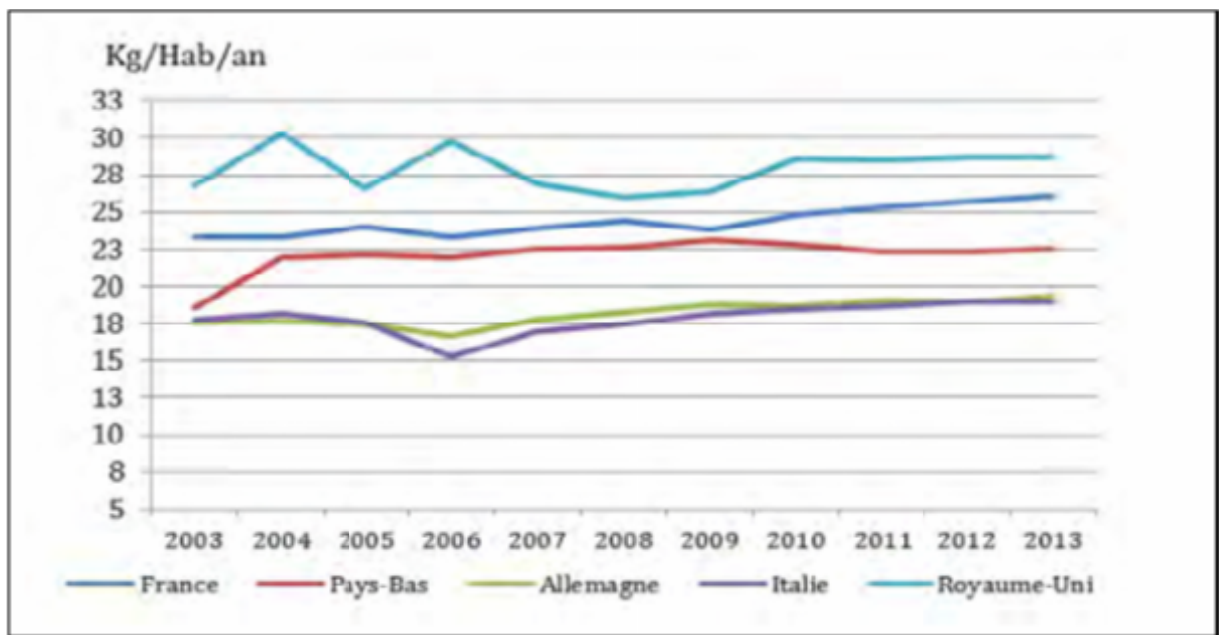


UE 25 (2000 à 2005), UE 27 (à partir de 2006).

#### IV.1.5. Consommation de volailles en 2015

D'après la commission, la consommation de volailles en 2014 a atteint 12,5MT, soit 21,6 kg par habitant (200 g de plus par habitant qu'en 2013). Ainsi, la consommation de volailles dans l'UE représentera 30 % de la consommation totale de viande (après le porc qui en représente 49 %).

**Figure 5 :** La consommation de viande de volaille dans l'UE.



Source : MEG

*CHAPITRE II*  
*LA THERMORÉGULATION*  
*CHEZ LES OISEAUX*



## CHAPITRE II

### LA THERMORÉGULATION CHEZ LES OISEAUX

#### Introduction

Chez l'ensemble des homéothermes, la perte de chaleur est une conséquence inévitable de la différence de température entre leur corps et l'environnement. Les oiseaux ont en général une température corporelle plus élevée que celles des mammifères (41 à 42 °C pour un coq adulte), ce qui les rend comparativement moins sensibles au stress thermique selon (MELTZER, 1983). Toutefois, il est à signaler que le maintien de l'homéothermie impose que la production de chaleur générée par le métabolisme soit exactement en équilibre avec les pertes de chaleur.

D'après SMITH et OLIVER (1971), la température ambiante au-dessus de laquelle il n'y a plus l'équilibre entre production et pertes de chaleur entraînant une augmentation significative de la température rectale chez les volailles domestiques; Celle-ci semble se situer autour de 32°C. Les pertes de chaleur chez les oiseaux sont classées en deux types : les pertes latentes et les pertes sensibles.

La perte de chaleur latente est définie comme étant l'énergie dépensée par un animal pour évaporer l'eau via la respiration et la transpiration (ZHANG, 1998). Dans le cas de poulet, l'absence des glandes sudoripares d'un part et la présence de revêtement du corps par le plumage d'une autre part, réduit ce type de pertes de chaleur (DAVIDSON *et al.*, 1980).

Quant aux pertes sensibles, elles s'opèrent par trois voies : la radiation, la conduction et la convection. En ambiance chaude, l'oiseau maintient son homéothermie en réduisant sa thermogénèse et en augmentant sa thermolyse.

#### I. La thermorégulation chez le poulet de chair

La thermorégulation a pour fonction de maintenir la température des tissus et des organes dans d'étroites limites compatibles avec la vie d'une espèce. La constance relative de cette température interne est essentielle pour l'homéostasie générale.

##### I.1 Mécanismes thermorégulateurs chez les homéothermes

D'après GERAERT (1993), les oiseaux tout comme les mammifères, sont des homéothermes qui doivent maintenir relativement fixe leur température interne malgré des variations de la température ambiante. Pour chaque espèce animale, on définit une zone de neutralité thermique (ZNT), plage de température à l'intérieur de laquelle les efforts de thermorégulation sont minimes. En deçà de cette zone se déclenche la lutte contre le froid, et au-delà, la lutte contre le chaud. En deçà et au-delà d'une température-seuil (températures critiques inférieures et supérieures), l'animal ne peut plus lutter et la mort survient très rapidement. La marge entre la température déclenchant la lutte contre le chaud et la



température critique supérieure, rapidement mortelle, est étroite : de 5 à 15°C. RUCKEBRUSCH *et al.*, (1991) relatent qu'en ambiance froide comme en ambiance chaude, La température corporelle des homéothermes est maintenue relativement constante, ceci grâce à une régulation soigneuse de l'équilibre entre production de chaleur ou thermogénèse et la perte de chaleur ou thermolyse.

### I.1.1. Thermogénèse

Les gains de chaleur de l'animal ont deux origines : exogène et endogène.

❖ **La thermogénèse exogène**, provient des radiations solaires que reçoit l'animal.

❖ **La thermogénèse endogène**, correspond à la chaleur produite dans l'organisme de l'animal suite aux différentes activités métaboliques à savoir le travail musculaire, la respiration, le fonctionnement cardiaque... etc. En effet, toute cellule en activité produit de la chaleur en consommant de l'oxygène.

À cette production de chaleur dite métabolique, s'ajoute **l'extra-chaleur** qui correspond à l'énergie dépensée par l'animal au cours de l'ingestion et de la digestion des aliments ainsi que lors de l'utilisation métabolique de nutriments résultant de cette digestion ruminants (PITON, 2004).

Au total, la thermogénèse fait intervenir un certain nombre de mécanismes représentés par le métabolisme basal, l'activité physique, la thermogénèse de thermorégulation et la thermogénèse alimentaire ou extra chaleur. Pour maintenir la température du noyau centrale relativement fixe, l'homéotherme doit éliminer l'excès de chaleur par le mécanisme de la thermolyse.

### I.1.2. Thermolyse

Les pertes de chaleur chez les volailles peuvent se faire avec ou sans perte d'eau.

a. La thermolyse directe ou thermolyse sans perte d'eau, se fait par trois mécanismes selon (Amand *et al.*, 2005) sont :

❖ **La thermolyse par radiation** : Se traduit par l'émission par la surface corporelle de l'animal d'énergie sous forme de radiations infrarouges.

❖ **La thermolyse par convection**: Consiste au renouvellement de l'air chauffé au contact de l'animal, ces mouvements d'air sont dus au déplacement de l'animal ou au vent.

❖ **La thermolyse par conduction**: C'est la simple conductibilité thermique entre la surface du corps et les éléments ou objets à son contact.

La thermolyse directe a une limite imposé par la température ambiante.

**b. La thermolyse indirecte ou thermolyse par évaporation d'eau :** Elle permet de dégager une certaine quantité de chaleur, il faut 575 kcal pour évaporer 1kg d'eau en fonction de la température ambiante, de l'humidité de l'air et de la température de la surface corporelle PILARDEAU (1995). La thermolyse indirecte est un mécanisme très efficace qui peut se faire selon deux modalités :

❖ **La sudation:** Elle permet une thermolyse par évaporation d'eau à la surface de la peau. Il s'agit d'un processus actif d'élimination d'eau, de sels minéraux et de matières organiques par les glandes sudoripares. L'évaporation de cette eau à la surface de la peau, permet à l'animal de perdre de la chaleur. Ce mécanisme est utilisé par l'homme, les équidés, les dromadaires, les bovins et dans une moindre mesure, les ovins et caprins.

❖ **La polypnée Thermique:** Par laquelle l'évaporation d'eau se fait à travers les voies respiratoires supérieures. Elle consiste en une accélération brutale de la fréquence respiratoire lors d'une exposition à la chaleur. Elle est utilisée par le porc, les carnivores, les oiseaux et dans une moindre mesure par les ruminants, elle ne s'accompagne pas de pertes de sels.

## **I.2 Particularités de la thermorégulation chez les poulets de chair**

### **I.2.1 Mécanismes thermorégulateurs en ambiance chaude**

#### **I.2.1.1 Données générales**

La température des oiseaux est régulée entre 40 et 42°C, soit 3 à 5°C de plus que celle des mammifères. Les oiseaux, tout comme les autres homéothermes peuvent faire face soit à une ambiance chaude ou à une ambiance froide. Dans le dernier cas, ils doivent accroître leur thermogénèse pour compenser l'augmentation des échanges thermiques avec le milieu extérieur. Au contraire, aux températures très élevées, ayant atteint le minimum de sa production de chaleur, ils doivent accroître leurs échanges avec le milieu ambiant pour éviter l'hyperthermie (LARBIER ET LECLERCQ., 1992). Ces mêmes auteurs ont constaté qu'en situation d'hyperthermie, l'animal ne parvient plus à éliminer suffisamment de calories, en particulier par évaporation, le bilan calorique devient positif et par voie de conséquence, la température interne s'élève. Cette élévation conduit à son tour à une augmentation de la production de chaleur par l'animal. L'organisme est alors entraîné rapidement dans une succession de phénomènes qui se stimulent réciproquement et aboutissent à la mort. La température critique maximum est en moyenne de 46°C.

L'hyperthermie devient très nette en général vers une température ambiante de 42°C. Toutefois, lorsque la température ambiante dépasse les 30°C, la température interne devient déjà sensible à la température externe, l'accroissement étant de l'ordre de 0,15°C par degré d'élévation de la température ambiante.

En ambiance chaude, pour maintenir son homéothermie, l'oiseau va réduire sa thermogénèse et augmenter sa thermolyse. À ces Processus, s'associent des réactions végétatives et comportementales.

### **I.2.1.2 Baisse de la thermogénèse**

Chez les oiseaux et les mammifères, l'ingestion et l'utilisation métabolique des aliments entraînent une forte production de chaleur. Ainsi, à moins que le métabolisme basal soit réduit par acclimatation ou adaptation génétique ou que la tolérance à l'hyperthermie soit améliorée, la production de chaleur doit être diminuée par réduction de l'ingéré alimentaire pour permettre le maintien de l'homéothermie (MAC LEOD et GERAERT., 1988).

En effet, chez les mammifères comme chez les oiseaux, l'ingestion d'aliment entraîne systématiquement une thermogénèse. Cette thermogénèse qui ne semble pas être liée à la nature des ingérés, représente de 20 à 25% de la production de chaleur à jeûn (LARBIER et LECLERCQ., 1992). Pour réduire cette thermogénèse endogène, les oiseaux tout comme les mammifères, réduisent leur consommation alimentaire (RAO, NAGALAKSHIMI et REDDY, 2002). Les travaux de MAC LEOD (1985) attestent également que l'ingéré alimentaire est réduit lors d'un stress thermique pour diminuer la composante «thermogénèse alimentaire» de la production de chaleur.

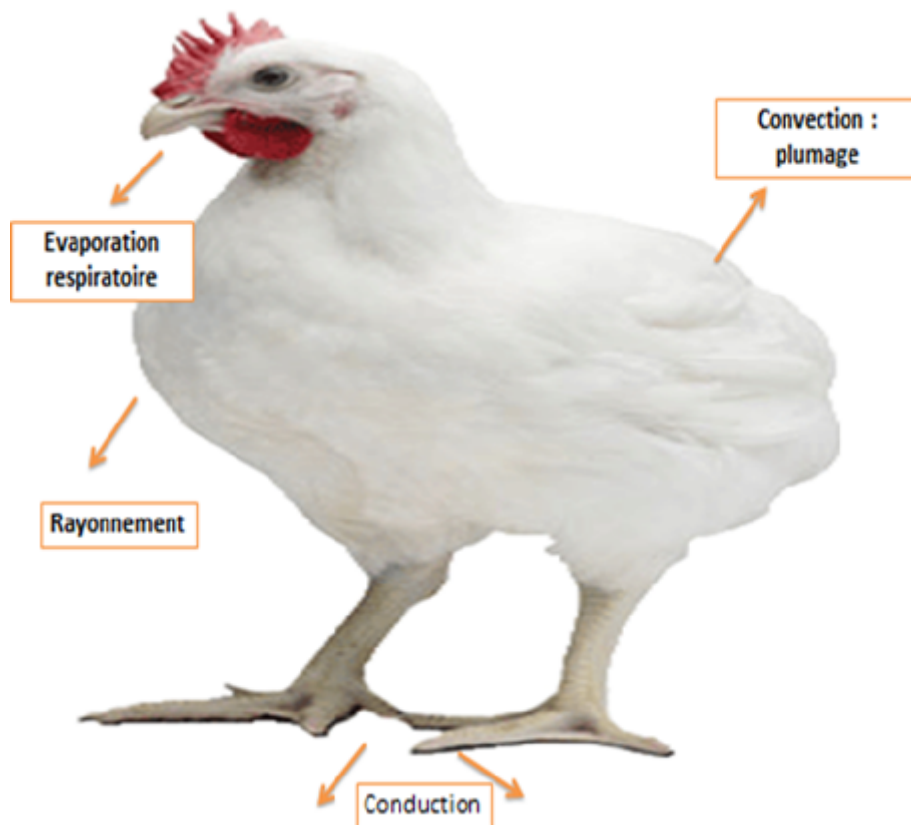
### **I.2.1.3. Augmentation de la thermolyse**

#### **a. Thermolyse directe**

En ambiance chaude, chez les oiseaux en général, le plumage limite l'efficacité de la thermolyse directe. Chez le poulet de chair, la conduction permet dans une certaine mesure, une perte de chaleur pour une température ambiante pas très élevée. Cette thermolyse par conduction se fait essentiellement par contact avec un milieu conducteur, le sol ou l'air, mais dans ce dernier cas, l'élimination est faible puisque l'air est un mauvais conducteur thermique. La conduction dépend aussi de la conductibilité thermique des tissus, pour que la chaleur interne arrive à la peau et donc au contact de l'extérieur. Le poussin est en cela avantagé, ils stockent moins de chaleur (le stockage est proportionnel à la masse tissulaire), et son faible degré d'engraissement et d'emplument l'isole moins par la conduction thermique, les jeunes poulets quant à eux perdent de 4 à 6Kcal/h/kg, alors que les poulets adultes n'en éliminent que 3 à 5 (INRA., 1991). Dans ce cas précis, des réactions comportementales interviennent spontanément pour augmenter l'efficacité de ces échanges par thermolyse directe: recherche d'un endroit frais et ventilé, d'un sol humide et frais (élimination par les pattes), étalement des ailes (augmentation de la surface d'échange et présentation de zones moins emplumées), étalement des individus. L'importance de ces pertes dépend bien entendu de la température de l'air ambiant au contact des animaux. Puisqu'ils sont passifs, les échanges diminuent en effet lorsque le gradient de température entre l'animal et l'air baisse, autrement dit, pour de hautes températures, ce moyen passif d'élimination de chaleur devient nettement insuffisant (il représente moins de 20% de la chaleur totale éliminée au-delà de 35° C de température ambiante), et il doit être compensé par des moyens actifs (STURKIE., 1986).

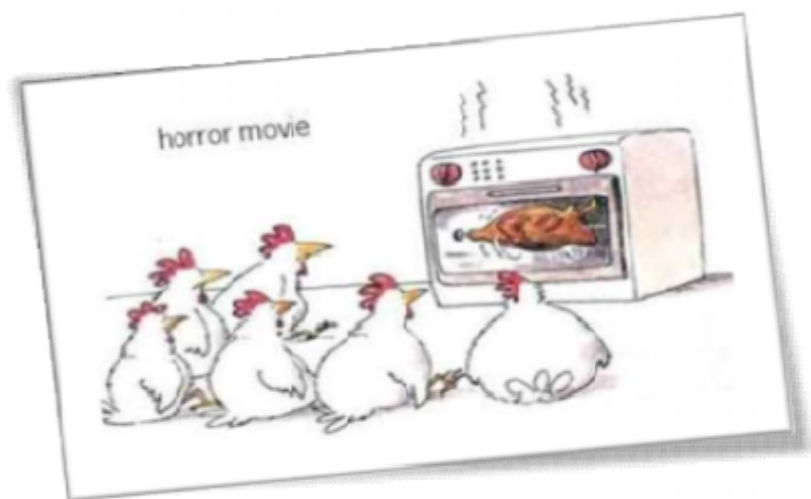
## b. Thermolyse indirecte ou évaporatoire

Les poulets de chair, à l'instar des autres oiseaux, utilisent la polypnée thermique pour lutter contre la chaleur. Lorsque l'air passe dans les voies respiratoires, ils se chargent progressivement en vapeur d'eau jusqu'à atteindre la tension de vapeur saturante (variable suivant la température). Une augmentation du débit ventilatoire, se traduit par une forte augmentation de la quantité totale de chaleur ainsi éliminée. D'après BARNAS *et al.*, (1981), une hyperventilation s'installe en effet très rapidement chez les oiseaux exposés au chaud. La fréquence respiratoire s'accroît parallèlement à la température ambiante (elle ne décroît qu'au-delà de la température critique), la fréquence respiratoire atteint un maximum de 140 à 170 mouvements respiratoires par minute lorsque la température corporelle est de 44°C contre 20 à 37 mouvements par minute dans des conditions de thermoneutralité. Cependant, la fréquence respiratoire maximum est moins élevée chez les poulets acclimatés à la chaleur que chez les non acclimatés (IEMVT., 1991). Les mécanismes de thermolyse chez les poulets de chair en ambiance chaude sont illustrés dans la figure suivante :



**Figure 6 :** Principaux modes de transfert de chaleur entre l'animal et son ambiance  
Source : Sciences et techniques avicoles (1997)

*CHAPITRE III*  
*STRESS THERMIQUE CHEZ LE*  
*POULET DE CHAIR*



## CHAPITRE III

### STRESS THERMIQUE CHEZ LE POULET DE CHAIR

#### Introduction

Il est connu que l'évolution de la vitesse de croissance chez les poulets de chair s'accompagne d'une meilleure conversion alimentaire mais d'une moindre résistance aux stress thermiques dans des zones géographiques où s'observent des températures élevées selon HAVENSTEIN *et al.*, (2003). Bien qu'ils ne soient pas connus exactement, les mécanismes physiologiques qui conduisent à la mort des poulets lors des coups de chaleur, il est admis que celui-ci s'accompagne de la modification significative de deux paramètres qui sont la température corporelle des animaux et leur niveau d'hyperventilation d'après ce que relate DE BASILIO *et al.*, (2003).

La limite supérieure de la température corporelle chez le poulet de chair est de 41,5 à 42°C et la limite inférieure de 40,5 à 41°C bornant la zone d'homéothermie (ETCHES *et al.*, 1998). Pour lutter contre la chaleur, l'oiseau diminue le plus possible sa thermogénèse et il augmente sa thermolyse (YAHAV, 2000).

Quand la température corporelle augmente d'environ 1 à 1,5°C, les mécanismes de contrôle thermique semblent inefficaces et la température corporelle s'élève à des valeurs qui peuvent être supérieures à 44°C. Au-delà de 44°C, il n'y a aucune chance de survie alors que si cette limite de 44°C n'est pas atteinte et que la température ambiante s'abaisse, la température corporelle des poulets peut revenir à une valeur normale de 41,5°C tel que relaté par ARMAND et VALANCONY, (1996).

Dans des conditions de thermoneutralité, le rythme respiratoire se situe entre 25 à 50 inspirations par minute. Lorsque la température ambiante augmente, l'hyperventilation est le mécanisme le plus efficace pour éliminer la chaleur corporelle, l'oiseau ouvre le bec et ses mouvements inspiratoires sont si forts qu'il met en mouvement tout le corps, le rythme respiratoire peut alors osciller entre 50 à 350 inspirations/min en fonction de l'intensité de la chaleur. Le rythme respiratoire atteint son point maximal quand la température corporelle avoisine 42,5 °C (ZHOU et YAMAMOTO, 1997).

#### I. Types de stress thermique

La notion de chaleur ou l'exposition à une température ambiante élevée recouvre deux aspects différents un stress thermique aigu et un stress thermique chronique.

## **I.1 Stress thermique aigu**

Le coup de chaleur qui est un stress thermique aigu avec une température très élevée pendant un temps relativement bref. Sa principale conséquence est une augmentation de la mortalité, souvent par étouffement.

## **I.2 Stress thermique chronique**

Ce type de stress apparaît lors d'exposition à des températures ambiantes élevées, généralement de nature cyclique (entre 29 et 35°C pendant le jour, températures ambiantes plus fraîches durant la nuit) et s'étalant sur des périodes relativement longues, allant de quelques jours à plusieurs semaines. Les changements provoqués par ce type d'exposition sont relativement faibles jusqu'à atteindre un nouvel équilibre (homéostasie) qui permet à l'animal de s'adapter à son nouvel environnement : on parle alors d'acclimatation. Dans ce type d'exposition, la mortalité n'est que très légèrement augmentée alors que les performances de croissance sont largement affectées.

## **II- Impacts du stress thermique sur les poulets de chair**

### **II.1 Troubles métaboliques**

#### **II.1.1 Baisse du métabolisme de base**

Le métabolisme de base est la production de chaleur au repos, en état de jeûne postprandial et dans la zone de neutralité thermique. Chez les oiseaux, on l'estime par la production de chaleur à jeûne. FARRELL, (1988) a démontré que l'augmentation de la température ambiante entraîne une diminution de la chaleur produite à jeûne, et par conséquent, une diminution du métabolisme de base. Selon SYKES (1997), quant à lui, rapporte dans ces travaux qu'il y aurait aussi une réduction du besoin énergétique d'entretien (métabolisme de base + activité physique + utilisation alimentaire), rendant ainsi disponible plus d'énergie pour la production à condition que les besoins en d'autres nutriments soient couverts.

#### **II.1.2 Troubles en électrolytes**

En ambiance chaude, les poulets utilisent la polypnée thermique pour conserver leur homéothermie. L'appareil respiratoire des oiseaux est tel que cette polypnée augmente considérablement les échanges gazeux pulmonaires. L'animal entre rapidement en hyperoxie, sans conséquence, mais surtout en hypocapnie, entraînant une modification de l'équilibre acido-basique du sang et une alcalose dite respiratoire selon (MARDER et ARAD., 1989).

Les mêmes auteurs rapportent que l'élimination d'eau consécutive à la thermolyse évaporatoire entraîne un déséquilibre hydrique et minéral (fuite de potassium et de calcium notamment), cette carence doit être compensée par l'animal.

La consommation d'eau augmente dans les conditions de stress thermique (100 à 150 ml supplémentaires sont consommés par jour et par animal âgé de 3 à 5 semaines), Sans cette compensation, une déshydratation s'installe très vite, ceci mène à une défaillance rénale entraînant la mort des volailles.

## II.2 Impact sur le comportement alimentaire

Lorsque la température ambiante dépasse les 23°C, le premier réflexe de l'animal est de limiter ses apports énergétiques en diminuant sa consommation alimentaire et ainsi pouvoir maintenir son homéostasie. En effet, la température élevée entraîne selon YUNIS et CAHANER (1999) de remarquables réductions de la consommation alimentaire des volailles. La compilation de nombreux essais expérimentaux (WAIBEL et MACLEOD, 1995; BORDAS et MINVIELLE, 1997; MENDES *et al.*, 1997; VELDKAMP *et al.*, 2000) menés sur des poulets de chair élevés en conditions chaudes indique que la consommation alimentaire baisse de 13 à 38%. Une augmentation de la température ambiante de 27 à 30°C est accompagnée d'une réduction moyenne de l'ingéré alimentaire de l'ordre de 1,4% par degrés Celsius d'élévation de la température (TEMIM, *et al.*, 2000).

## II.3 Impact sur la physiologie de l'oiseau

### II.3.1 Sur le plan respiratoire

Le halètement est l'une des réponses évidentes d'une situation de stress thermique. Cette forme de respiration contribue significativement au bon déroulement de la thermorégulation par évaporation d'eau. Ce type de respiration débute pour le genre *Gallus Gallus* à une température de 29°C d'après NORTH, (1978). Une exposition du poulet de chair à une température de 37°C et une humidité relative de 45 % pendant 60 minutes provoquent l'halètement selon WANG *et al.*, (1989).

L'halètement augmente les pertes d'eau par évaporation de 5 à 18g/h comme réponse à une variation de température de 29 à 35°C et d'une humidité relative de 50 à 60% (DAGHIR, 2008). Par ailleurs, si le rythme respiratoire atteint des valeurs trop élevées, la production de chaleur des muscles respiratoires limite l'efficacité de l'élimination. Au-delà de 30°C, les poulets ont tendance à baisser la tête vers la litière, ils respirent alors un air plus chaud et plus chargé en dioxyde de carbone, en vapeur d'eau et en ammoniac, ce qui réduit encore l'efficacité de la ventilation. Le rythme respiratoire qui est de l'ordre de 25 mouvements/minute dans un environnement thermique neutre peut augmenter à 200 mouvements/minute lors d'un stress thermique (VALANCONY, 1997).

La température corporelle augmente soudainement plus vite jusqu'à un maximum de 46 à 47°C. À ce stade, les échanges gazeux respiratoires deviennent insuffisants, car l'air inspiré est rejeté avant d'avoir atteint les poumons. L'hypoxie qui s'installe alors, s'ajoute à l'alcalose et provoque rapidement la mort par arrêt cardiaque ou respiratoire selon les conclusions de VALANCONY, (1997).

### II.3.2 Sur le plan cardiaque

Lorsque la température ambiante s'élève, l'animal lutte contre l'augmentation de sa température corporelle en accélérant sa fréquence cardiaque et respiratoire. Si la température ambiante est trop élevée, la température corporelle augmente alors, l'animal reste couché et les fréquences cardiaques et respiratoires s'accroissent, favorisant ainsi l'alcalose sanguine



puis la déshydratation des animaux. L'exposition d'un animal à une température ambiante élevée entraîne également la diminution de la pression sanguine couplée à l'augmentation de la fréquence cardiaque (WEISS *et al.*, 1963; WHITTOW *et al.*, 1964; STURKIE, 1967; DARRE et HARRISON, 1987).

### II.3.3 Sur le plan digestif

La plupart des auteurs rapportent qu'une incidence négative de la chaleur sur la digestion des nutriments. Ainsi que BONNET *et al.*, (1997) observent une diminution de la digestibilité des protéines, des matières grasses et celle de l'amidon chez les poulets de chair exposés à une température de 33°C. Le tableau 6 rapporte les résultats des travaux de ZUPRIZAL *et al.*, (1993) sur la digestibilité réelle des matières azotées totales chez des poulets de chair élevés à des températures ambiantes différentes et recevant différents régimes alimentaires.

**Tableau 6:** Effet de la température ambiante sur la digestibilité réelle des Protéines (%) des deux matières premières, chez le poulet de chair âgé de 6 semaines.

Température	20°C		30°C	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
Digestibilité des protéines %				
Tourteau de soja	84 ,40	81 ,40	81 ,40	80,40
Tourteau de colza	76 ,80	68,10	68,10	64,90

Des travaux plus récents menés par BOUDOUMA, (2007) sur le poulet de chair alimenté à base de son de blé montrent une diminution de la digestibilité des protéines de l'ordre de 8,6 points en conditions de températures élevées (32°C) par rapport aux conditions de thermoneutralité (21°C). Sous l'effet des conditions de stress thermique, une digestibilité remarquable des matières grasses a été remarquée par GERAERT *et al.*, (1992).

BONNET *et al.*, (1997) rapportent que la digestibilité des lipides du mélange soja-maïs et celle d'un aliment de type blé-graisses sous différentes températures montrant une diminution de la digestibilité face à une augmentation de la température.

Quant à la digestibilité des glucides, les travaux de BONNET *et al.* (1997) rapporte que la diminution de la digestibilité des glucides en conditions de stress thermique est pratiquement Insignifiante.

## II.4 Impact sur les performances de croissance

### II.4.1 La consommation alimentaire

Du fait de la modification du comportement alimentaire suite à l'augmentation de la température ambiante, le niveau d'ingestion de l'oiseau diminue sensiblement (WAIBEL et MACLEOD, 1995 ; BORDAS et MINVIELLE, 1997; MENDES *et al.*, 1997 ; VELDKAMP *et al.*, 2000). Une réduction de la consommation de l'ordre de 1,5% par degré celsius d'élévation de la température au-dessus de 20°C est observée par GERAERT (1991). Le tableau 7 rapporte les résultats obtenus par CASTELLO (1990) sur la consommation alimentaire des poulets de chair âgés de 19 jours soumis à des températures allant de la thermoneutralité jusqu'à des températures de stress.

**Tableau 7:** Effets de la température ambiante sur la consommation alimentaire chez des poulets de chair à l'âge de 19 jours.

Température °C	Poids vif (g)	Consommation d'aliment (g)
15	1970	4210
18	1980	4100
21	1950	3970
24	1900	3820
27	1830	3660
30	1730	3480

### II.4.2 La croissance

Plusieurs auteurs mettent en étroite corrélation entre l'élévation de la température ambiante et la diminution de la prise pondérale. En effet, la chaleur entraîne une réduction du poids corporel allant de 24,3 à 33,0% et du gain de poids de l'ordre de 16,0 à 43,4 % comparativement au poids vif et au gain de poids mesuré en conditions optimales de température (LEENSTRA et CAHANER, 1992; MENDES *et al.*, 1997; YALÇIN *et al.*, 1997; SETTAR *et al.*, 1999; YUNIS et CAHANER, 1999). Même lorsque le poulet est rationné mais évoluant à une température optimale (22°C), son croît est selon BONNET *et al.* (1997) meilleur que celui du poulet recevant un aliment ad libitum, mais exposé à une température de 32°C. Ces informations bibliographiques soulignent que le poulet est fortement sensible à la température ambiante qui, à un seuil donné, est susceptible de modifier à la fois la vitesse de croissance, la consommation alimentaire et l'engraissement de l'animal. De ce fait, la chaleur constitue l'une des contraintes majeures de l'élevage avicole non seulement en zone tropicale mais également en zone climatique moins chaude tel qu'en Algérie où les conditions d'élevage ne sont pas toujours normalisées particulièrement en période estivale.

Chez le mâle, la croissance est un peu améliorée par les températures inférieures à 20°C (+ 0,1 % par degrés celsius), elle est surtout ralentie par les températures supérieures à 20°C (-1% par accroissement de degrés celsius). Ces résultats corroborent ceux de LARBIER *et al.*, (1992) et ajoutent que les femelles sont en générale un peu moins sensibles à la température que les mâles.

La baisse des performances de croissance est due à une importante réduction de l'ingéré alimentaire (SMITH., 1990) et à un effet direct sur les mécanismes physiologiques de l'animal (GERAERT., 1991). Sous un climat chaud, chez le poulet de chair, il est à noter une importante réduction de l'ingéré alimentaire et une augmentation des dépenses d'extra chaleur liées à l'ingestion d'aliment (LARBIER et LECLERCK., 1992).

#### **II.4.3 Augmentation de la mortalité**

Lorsqu'il fait chaud, le taux de mortalité chez les poulets de chair est élevé. La zone de confort thermique varie suivant les aptitudes de l'animal à produire de la chaleur, mais surtout à en éliminer, elle dépend donc de l'espèce, de la souche, de l'âge, de l'état d'emplumet ou d'engraissement. De manière générale, la durée de survie des jeunes poulets est plus grande que celle des adultes, mais tous présentent des baisses de performances. Les sujets les plus gros meurent en premiers. Cela s'explique par le fait que le milieu ambiant est chaud, et les sujets les plus gros consomment plus d'aliment et produisent des calories par thermogénèse alimentaire. En plus de l'hyperthermie, les oiseaux sont en état d'alcalose respiratoire. Ce dernier est la conséquence de la modification de l'équilibre acido-basique dans le sang. Le pH sanguin est normalement compris entre 7 et 7,8. Du fait des grandes quantités de gaz carbonique éliminé en même temps que l'eau par hyperventilation pulmonaire, l'animal se retrouve en état d'alcalose respiratoire. Les échanges gazeux deviennent insuffisants. L'hypoxie et l'alcalose qui résultent donc de l'hyperthermie, entraînant la mort par arrêt cardiaque ou respiratoire. Les études montrent que la mortalité par coup de chaleur peut dépasser les 10% de l'effectif de départ (GOGNY et SOUILEM., 1991).

#### **II.5 Baisse de productivité**

La chute de la productivité lors de l'exposition au chaud est inévitable et représente un manque à gagner considérable dans les exploitations avicoles. Chez tous les oiseaux, la diminution du métabolisme de base, de l'utilisation digestive des aliments et l'alcalose respiratoire entraînent une diminution du gain de poids quotidien, associée à une immunodépression les rendant plus sensibles aux autres agressions. Enfin, la polypnée thermique entraîne une modification de l'ambiance dans le bâtiment qui vient augmenter les risques de pathologie récurrente. Les températures ambiantes élevées réduisent aussi la croissance des poulets et ceci qu'elle que soit l'origine génétique des animaux (WASHBURN et EBERHART., 1988).

Au-delà des limites de la zone de neutralité thermique, le métabolisme s'accroît sensiblement et traduit une perte d'énergie pour lutter contre la chaleur par une série de moyens constituant la régulation thermique.

Le maintien de l'homéothermie impose que la production de chaleur générée par le métabolisme soit exactement en équilibre avec les pertes de chaleur. La température ambiante au-dessus de la quelle il n'y a plus d'équilibre entre production et pertes entraînant une augmentation significative de la température rectale, semble se situer autour de 32°C chez les volailles domestiques (De BASILIO et PICARD, 2002)

Les baisses de performances observées chez le poulet de chair, sont principalement la conséquence d'une dépression de l'activité des glandes endocrines dont la glande thyroïde. Les quelques données disponibles (YUNianto *et al.*, 1997; GARRIGA *et al.*, 2005) indiquent toutefois les mêmes changements du profil endocrinien sous l'effet des températures ambiantes élevées, à savoir : la corticostérone, principale hormone glucocorticoïde chez les oiseaux, est augmentée sous l'effet du stress thermique chronique. Les concentrations plasmatiques des hormones thyroïdiennes (T3 et T4), directement impliquées dans la régulation du bilan énergétique et des processus thermogéniques, diminuent en ambiance chaude. (YUNianto *et al.*, 1997; GARRIGA *et al.*, 2005) montrent à cet effet une corrélation négative entre les taux circulants de T3 ou T4 et la température ambiante, chez les poulets en croissance.

Lorsqu'il fait chaud, le métabolisme basal et l'activité physique du poulet en croissance diminuent, tandis que l'extra-chaleur serait plutôt augmentée (AÏN BAZIZ *et al.*, 1990). Ainsi, lorsque les poulets sont élevés en période de chaleur, leurs performances de croissance sont inférieures à celles obtenues avec des poulets élevés à des températures plus basses, même lorsqu'ils consomment la même quantité d'aliment.

*CHAPITRE IV*  
*MOYENS DE LUTTE*  
*CONTRE la CHALEUR*



## CHAPITRE IV

### MOYENS DE LUTTE CONTRE LA CHALEUR

#### Introduction

En période chaude, les éleveurs alimentent leurs oiseaux très tôt le matin et tard dans la soirée. Ceci est expliqué par le fait que la digestion de l'aliment s'accompagne d'une production de chaleur par thermogénèse alimentaire. Par contre, pendant cette période, l'eau de boisson est distribuée à volonté et elle doit être fraîche et de bonne qualité. Dans certaines conditions, l'éleveur procède à l'humidification du toit pour baisser la température du bâtiment d'élevage.

La lutte contre le stress thermique fait intervenir plusieurs moyens autres que la technicité de l'éleveur. Pour limiter les effets néfastes de la chaleur ambiante, plusieurs solutions d'ordre technique, nutritionnelle ou encore génétique ont été envisagées (TESSERAUD et TEMIM, 1999).

#### I. Solutions d'ordre nutritionnelles

Des stratégies d'ordre nutritionnelles ont été développées et sont actuellement appliquées pour lutter efficacement contre les effets néfastes du stress thermique. À cet effet, LIN *et al.*, (2006) proposent l'utilisation d'aliments hautement énergétiques pendant la nuit par rapport à une alimentation moins énergétique, pendant la journée. TEMIM et TESSERAUD(1999) indiquent quant à eux qu'en conditions de stress thermique, il est important d'utiliser des lipides et des protéines de bonne qualité afin de limiter la diminution de l'ingéré alimentaire en ces conditions. Dans cette perspective, pour GUIBERT(2005), il s'agit d'éviter d'augmenter le niveau protéique de la ration en conditions chaudes, mais en contre partie, veiller à une plus forte concentration énergétique de l'aliment par un apport lipidique supplémentaire. L'apport en acides aminés essentiels de synthèse (lysine et méthionine) est aussi préconisé par BOUZOUAIA(2005).

Jusqu'à présent, ces stratégies de remaniement de la composition des aliments composés n'ont pas permis d'améliorer de manière significative la productivité des volailles soumises à un stress thermique (AIN BAZIZ, 1996 et TEMIM *et al.*, 2000).

#### II. Solutions d'ordre génétique

La résistance à la chaleur est en partie contrôlée par des facteurs génétiques. En effet, il existe une grande variabilité de résistance à la chaleur entre souches, que ce soit suite à une exposition chronique à une température élevée ou à un coup de chaleur (ARAD et MARDER, 1982 ; LU *et al.*, 2007). Les souches à croissance lente présentent une résistance supérieure à celle des souches sélectionnées pour une croissance rapide (WASHBURN *et al.*, 1992; LEENSTRA *et al.*, 1992; EBERHART et WASHBURN, 1993). Aussi, les animaux maigres

résistent mieux au stress thermique que les animaux gras. Cette différence de sensibilité à la chaleur entre lignées maigres et grasses est liée du moins en partie à une plus grande difficulté des animaux gras à dissiper la chaleur (MAC LEOD et HOCKING, 1993).

Il a été également mis en exergue l'importance du gène cou-nu (*Na*), celui de l'absence de plumes (*Sc*), du plumage frisé (*F*) ou du nanisme lié au sexe (*dw*) pour développer des souches de poulets à thermotolérance appréciable (MERAT, 1984 ; CAHANER *et al.*, 1993 ; 2003 ; MATHUR, 2003 ; LIN *et al.*, 2006 et N'DRI *et al.*, 2006).

Par ailleurs, le gène polydipsia « di » entraîne une augmentation de la consommation d'eau qui permet d'améliorer la résistance à la chaleur (AYOUB, 1989).

### III. Solutions d'ordre technique

Les stratégies mises en place pour minimiser les effets négatifs du stress thermique dans les élevages de poulet chair, comprennent des solutions techniques qui reposent en premier lieu sur l'amélioration des conditions d'ambiance. Elles consistent en l'utilisation d'équipements (systèmes de refroidissement de l'air, pad-cooling, brasseur d'air, turbines... etc.), afin de gérer les paramètres à risque lors d'un stress thermique qui permettent le bien être animale. À cet effet, NORMAND (2007) recommande de favoriser la ventilation et les débits d'air du bâtiment, le débit de renouvellement de l'air recommandé étant de 4m<sup>3</sup>/h/kg PV.

Toutefois, en présence d'un système de refroidissement, le débit de renouvellement de l'air recommandé étant de 3m<sup>3</sup>/h/kg PV. Il est également préconisé de réduire la densité animale compte tenu que TURKYILMAZ (2008) note que l'augmentation de ce paramètre de 15 à 25 poulets /m<sup>2</sup> affecte la survie des poulets en conditions de stress thermique (29°C).

L'augmentation de nombre de points d'eau est fortement recommandée en conditions de stress thermique car le ratio eau/aliment passe de 1,7 à 3,4 dans ces conditions selon GUIBERT (2005). La distribution d'eau fraîche (aux alentours de 18°C) est fortement recommandée en ambiance chaude par XIN *et al.*, (2002). Il est aussi préconisé de réduire la durée de l'éclairage diurne particulièrement lorsque la restriction alimentaire est observée, AMAND *et al.*, (2004) rapportent que la réduction de l'éclairage durant la journée et son maintien durant la nuit, lorsque les animaux sont à nouveaux alimentés est recommandé afin de permettre la survie des poulets de chair dans des conditions extrêmes.

### IV. La pratique de l'acclimatation précoce

La tolérance à la chaleur peut aussi être améliorée par l'acclimatation des animaux à une température élevée pratiquée soit durant l'incubation (YAHAV *et al.* 2004) soit au cours du jeune âge (DE BASILIO et PICARD, 2002). Le principe de l'acclimatation précoce consiste en une exposition à court terme des poussins à un stress thermique durant la première semaine de vie alors que la régulation de la température corporelle et les mécanismes du « feed back » au niveau de l'axe hypothalamo- hypophyso-thyroidien ne sont pas encore matures.

L'effet de l'acclimatation passe par un changement physiologique ou comportemental à la suite d'une première exposition à une température élevée. Ce changement permet à l'animal de s'adapter et de réduire les effets causés par une température ambiante élevée survenant ultérieurement (YAHAV *et al.* 1997).

L'acclimatation postnatale favorise également la croissance ultérieure des poulets (HALEVY *et al.*, 2001) et modifie la morphométrie intestinale selon TEMIM *et al.*, (2009).

#### **IV.1 L'intérêt de l'acclimatation précoce**

L'acclimatation précoce des poussins au 5<sup>ème</sup> jour d'âge permet l'amélioration de la croissance ultérieure des poulets lorsqu'ils sont soumis à un stress thermique chronique (fluctuations naturelles de la température estivale).

L'acclimatation précoce ne modifie pas la quantité d'aliment globale consommée, en revanche, une baisse de l'ingéré notée en fin de la phase de démarrage chez les poules acclimatés est rapportée par plusieurs auteurs; elle est la conséquence évidente du stress thermique initiale (DE BASILIO ,1999 ; DE BASILIO *et al* ,2002). Néanmoins, ces derniers auteurs notent une compensation de la baisse de l'ingéré alimentaire qui intervient durant la phase de croissance, elle est plus tardive par rapport à celle rapportée par YAHAV *et al.*(1997a) et DE BASILIO (2003). Ces derniers auteurs notent en effet, un rétablissement de l'ingéré alimentaire dès les 48-72 heures post-stress thermique.

Ladite technique a permis d'améliorer de façon nette la survie des poulets (taux de mortalité réduit de 85%). Cette baisse de mortalité est également rapportée avec des amplitudes variables (allant jusqu'à 63%) dans la majorité des études où les poulets sont maintenus à thermoneutralité entre les deux stress thermique (initial et final) (ARJONA *et al*, 1988 ; BOUGON *et al*, 1996 ; YAHAV *et al* MC MURTY, 2001). L'amélioration de la survie des poulets obtenue après le deuxième stress thermique, pourrait s'expliquer par l'acquisition d'une thermotolérance supplémentaire induite par l'exposition chronique des animaux à la chaleur ambiante (30°C en moyenne) entre les deux stress thermique.

#### **V. Technique du retrait alimentaire**

La pratique du retrait alimentaire est une des méthodes de lutte contre le stress thermique aigu chez la volaille FRANCIS *et al.*, (1991) et MAC LECOD *et al.*, (1993). Cette technique consiste à mettre à jeûne les animaux avant et pendant le coup de chaleur, dans le but de limiter le dégagement de chaleur dû à la consommation alimentaire, elle permettrait aussi de réduire la mortalité des poulets de chair (AMAND *et al*, 2004), surtout lorsque un coup de chaleur survient en fin d'élevage. Afin d'optimiser les résultats de la pratique de la restriction alimentaire AMAND *et al.*, (2004) préconisent d'initier les animaux à un retrait alimentaire dès l'âge de 15 à 20 jours lors des heures les plus chaudes de la journée. Toutefois, SMITH *et al* (1988); BOUVAREL *et al.*, (1997) et MAC DONALD *et al.*, (1990) précisent que le retrait alimentaire de courte durée pratiqué pendant les heures les plus



chaudes du jour permettrait, également d'atténuer efficacement les effets du stress thermique sur les performances animales.

Le retrait alimentaire peut constituer pendant les deux dernières semaines de vie une intervention d'urgence compte tenue que PEREZ *et al.*, (2006) signalent une réduction du taux de mortalité et une moindre diminution des performances dans ces conditions.

En revanche, selon que le retrait alimentaire soit effectué en début ou en fin d'élevage OZKAN *et al.*, (2003) indiquent que la prise pondérale par les poussins ou poulets n'est pas similaire.

## VI. L'emploi d'additifs

L'emploi d'additifs est également préconisé pour palier au déséquilibre acido-basique induit par le stress thermique. Ces pratiques se sont avérées intéressantes, et les additifs recommandés par BALNAVE et MUHEEREZA (1997) ; KIDD *et al.* (2003) ; AHMAD *et al.* (2008) et AÏN BAZIZ *et al.* (2010) sont le chlorure de potassium et le bicarbonate de sodium, tandis que KADIM *et al.* (2008) ; HASSAN *et al.* (2009) et AÏN BAZIZ *et al.* (2010) préconisent l'emploi de l'acide acétique.

La complémentation de l'eau de boisson par du KCl et du NaHCO<sub>3</sub> améliore également l'efficacité alimentaire (NASEEM *et al.*, 2005 ; ROUSSAN *et al.*, 2008) et se traduit par un indice de conversion amélioré de +14%.

La consommation d'eau est également améliorée par l'addition d'électrolytes, cette augmentation est de l'ordre de +8% lorsque l'acide acétique est additionné à de l'eau (HASSAN *et al.*, 2009).

L'addition de vitamine C dans l'eau de boisson ou dans l'aliment est une pratique largement utilisée dans les élevages menés en ambiance chaude. Elle réduirait significativement le taux de mortalité des poulets soumis au stress thermique (MBAJIORGU *et al.*, 2007 ; VATHANA *et al.*, 2002 ; ALLAGUI *et al.*, 2005). La vitamine C pourrait être utilisée seule ou en association avec l'acide acétyle salicylique (aspirine) comme thérapie contre les coups de chaleur selon ALLAGUI *et al.* (2005). Selon les mêmes auteurs, une addition de la vitamine E améliorerait les performances zootechniques lors d'un coup de chaleur en induisant une meilleure prise alimentaire.

# *PARTIE EXPÉRIMENTALE*



*MATÉRIEL*  
*ET*  
*MÉTHODES*

## I. Objectif de travail

L'objectif de notre travail est d'évaluer l'impact de deux techniques, à savoir, un conditionnement thermique à jeune âge et une privation d'aliment pratiquée en fin d'élevage. Plus précisément, nous examinons l'effet d'un stress thermique précoce, opéré à 5 jours d'âge, sur les performances zootechniques ultérieures des poulets de chair soumis aux contraintes de la température estivale. Nous évaluons également l'impact du retrait alimentaire pratiqué en fin d'élevage (en phase de finition) et en essayant de reproduire les conditions dans lesquelles est pratiqué l'aviculture type chair en Algérie.

## II. Matériel et méthodes

### II.1 Lieu, durée et période de l'essai

L'expérimentation a été réalisée au centre de recherche (CRP Mehdi Boualem) de l'Institut National de la Recherche Agronomique en Algérie (INRAA). Elle s'est déroulée durant l'été de l'année 2014, sur la période s'étalant du 10 Juillet au 28 Août, soit une durée de 50 jours d'élevage.

### II.2 Bâtiment d'élevage

Pour cet essai, le bâtiment d'élevage à une superficie de 45 m<sup>2</sup>, est de type semi obscur, à ambiance non contrôlée et à ventilation statique.

Le bâtiment compte 10 parquets, chaque parquet à une superficie totale de 3,52 m<sup>2</sup> permettant une densité d'élevage de 10 sujet/m<sup>2</sup> tel qu'illustré dans la figure 7 et la photo 2. Le bâtiment est traversé par une rigole afin de pouvoir éliminer les déjections et les impuretés au sein du bâtiment.

L'éclairage au sein du bâtiment a été assuré par 9 lampes à néons (1 pour 2 loges) en plus de trois lampes au niveau du plafond, chaque lampe est d'une intensité de 36 W. L'approvisionnement en eau est assuré pendant la journée par le bassin dont dispose le centre, pendant la nuit, une citerne d'eau d'une capacité de 1000 l assure l'alimentation en eau des oiseaux.

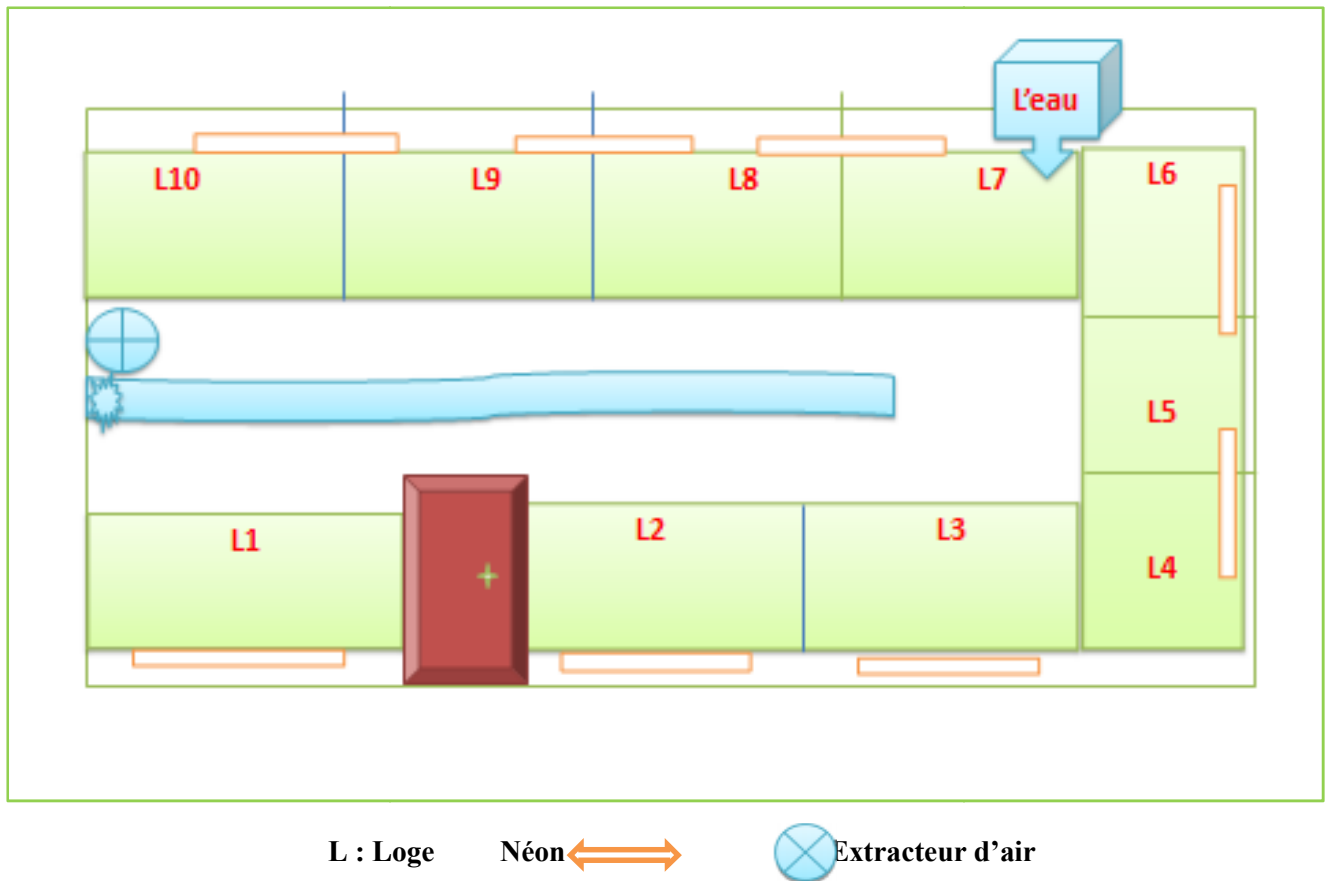
Le renouvellement de l'air à l'intérieur du bâtiment a été assuré par un extracteur d'air de type aspiration placé sur le côté du bâtiment (photo 1) afin de permettre de lutter contre les augmentations de la température.



**Photo 1:** Extracteur d'air

Une semaine avant le lancement effectif de notre expérimentation, le bâtiment ainsi que l'ensemble du matériel d'élevage a été nettoyé. Il a été procédé au chaulage des murs et du sol. En dernier, une pulvérisation d'une solution de TH5 a été pratiquée après paillage (10 cm d'épaisseur) des loges.

Quotidiennement, les opérations de nettoyage du bâtiment et du matériel d'abreuvement ainsi que le renouvellement du pédiluve ont été menés.



**Figure 7** : Schéma descriptif du bâtiment d'élevage.



**Photo 2** : Vue extérieure et intérieure du bâtiment d'élevage.

### II.3 Matériel d'élevage

Le matériel d'élevage utilisé durant l'essai concerne les mangeoires, les abreuvoirs, les éleveuses à gaz.

Durant chaque phases d'élevage à savoir la phase de démarrage, de croissance et de finition, l'alimentation et l'abreuvement ont été assuré par des mangeoires et des abreuvoirs adapté pour chaque âge (photos: 3, 4, 5 et 6).



**Photo 3** : Mangeoire premier âge



**Photo 4**: Abreuveur premier âge



**Photo 5** : Mangeoire deuxième âge



**Photo 6**: Abreuveur deuxième âge

### II.4 Animaux

L'étude a porté sur 400 poussins d'un jour de souche « Arbor Acres » provenant du Couvoir «AVIGA» sis à Rouiba dans la Wilaya d'Alger.

Dès la réception des poussins (photo 7), ils ont été laissés au calme pendant dix minutes avant d'être pesés (photo 8). Suite à cette opération, ils ont été répartis aléatoirement en deux lots (photo 9), chaque lot compte 200 poussins. Les deux lots sont désignés comme suit : un lot « Ac » de poussins acclimatés et un lot « T » de poussins témoins non acclimaté.



**Photo 7:** Réception des poussins



**Photo 8:** Pesée individuel après la réception



**Photo 9:** Répartition des poussins

Au 5<sup>ème</sup> jour d'âge, le lot T<sup>-</sup> a été déplacé vers une salle, quant au lot Ac, il a subi un traitement thermique pendant 24h à une température moyenne de 37,6°C (photo 10). Les poussins ont été maintenus sous cette température jusqu'au matin du 6<sup>ème</sup> jour à 9heure. Suite à ce traitement, l'ensemble des poussins ont été replacés dans le même bâtiment et ont subi les variations naturelles de la température estivale durant toute la période de l'élevage vu que l'ambiance du bâtiment n'est pas contrôlée.



**Photo 10:** Traitement de l'acclimatation précoce (5<sup>ème</sup> jour d'âge)

Il est à signaler qu'à la fin de la phase de démarrage, à partir de J11, les poussins ont été répartis en 10 loges, recevant chacune 33 poussins approximativement (photo 11).



**Photo 11** : Répartition des poussins en début de la phase de croissance

Au 47<sup>ème</sup> jour d'âge, un coup de chaleur a été appliqué à l'ensemble de l'effectif par une élévation de la température jusqu'à 35°C sur une durée de 6h (photo12) et en même temps, un groupe d'animaux du lot témoin s'est vu retiré l'aliment et constituera le lot T-R (photo 13).



**Photo12**: Coup de chaleur (J47)



**Photo13**: Retrait alimentaire (J47)

Il est à signaler qu'après chaque traitement et manipulation des animaux, de l'anti-stress est distribué à l'ensemble de l'effectif.

En fin d'élevage, au 50<sup>ème</sup> jour d'âge, les poulets de chair ont été sacrifiés par saignée (photo 14).



**Photo 14**: Abattage par saignée



## I.5 Aliment

Durant les trois phases d'élevage (démarrage, croissance et finition), les animaux ont reçu un aliment standard de type commercial acquis au niveau de l'Office National des Aliments de Bétails à Kouba dans la wilaya d'Alger.

Les teneurs énergétiques des aliments distribués en période de démarrage, croissance et finition sont respectivement de 2810-2900, 2900 et 2950 kcal /kg ; leurs taux protéiques respectifs sont de 21, 19 et 17% selon l'étiquetage fournis par le producteur.

## II.6 Programme sanitaire d'élevage

Le programme de prophylaxie suivi durant notre essai est représenté dans le tableau 10, il nous a été recommandé par les services vétérinaires. Il est à noter qu'un antistress est administré 24 heures avant, pendant et après chaque acte vaccinal.

**Tableau 8:** Programme prophylactique suivi durant l'élevage.

Jour	Produit à administrer
1	Anti-stress ou sucre
2-3	Anti-stress
4	Vaccin pestes Hb1
5	Anti-stress
13	Anti-stress
14	Vaccin gomboro
15	Anti-stress
18	Anti-stress
19	Vaccin-Sova+ Anti-stress
20	Anti-stress
22-26	Anti-coccidien
28-32	Prévention respiratoire + Anti-diaréthique
39-44	Anti-coccidien
46-51	Vitamine + Oligo-élément

## III. Méthodes

### III.1. Méthodes de mesure et de contrôle des paramètres d'ambiance

En vue d'apprécier les variations naturelles de la température estivale et de l'hygrométrie, trois thermo-hygromètres ont été placés à 2 mètres du sol à l'entrée, au milieu et au fond du bâtiment (photo 15 et 16). Deux autres thermomètres à mercure ont été également placés à 30 cm du sol, en vue de relever les températures au niveau de l'aire de vie des animaux, pendant la journée (photo 17).

Tout au long de l'élevage, quotidiennement, la température ambiante ainsi que l'hygrométrie relative ont été relevées plusieurs fois par jour, à savoir, (8h00, 10h00, 12h00, 14h00, 15h00,

16h00, 17h00, 18h00, 20h00 et 22h00).

Il est à signaler que lors du jour du coup de chaleur, l'enregistrement a été fait chaque demi heure (de 8h30 à 14h30).



**Photo15:** Thermomètre à mercure



**Photo16:** Thermo-hygromètre



**Photo 17 :** Températures de l'aire de vie des animaux

### III.2 Méthodes de mesures des paramètres zootechniques

Les performances zootechniques sont exprimées sous forme de valeurs moyennes pour chaque traitement (T<sup>-</sup>, Ac et T<sup>R</sup>). Les mesures ont été réalisées au cours des 3 phases d'élevage, mais tout particulièrement celles de croissance et de finition pour lesquelles l'ingéré alimentaire, le poids vif, l'indice de consommation et le taux de mortalité ont été mesurés.

### III.3. L'ingéré alimentaire

La mesure de la consommation alimentaire (g) a été appréciée par différence entre les quantités distribuées et refusées. Les résultats sont exprimés alors en g/j/sujet ou en g/sujet/phase.

Dès le début de la période de croissance et jusqu'à la fin de l'élevage (J11 à J50), la distribution de l'aliment préalablement pesé a été faite toujours dans le même ordre d'alignement et ce à raison de 3 prises quotidiennes (9h, 13h et 17h). Les refus alimentaires ont été quant à eux pesés 24 h après la distribution de l'aliment et toujours dans le même ordre d'alignement.

### III.4. Le poids vif des poulets

Le poids vifs (g) des poulets de chair a été mesuré dès leur réception et en fin de chaque phase d'élevage (fin démarrage J10, Fin croissance J42 et fin finition J50).

### III.5. L'indice de consommation

L'indice de consommation correspond au rapport entre la quantité d'aliment ingéré et le poids vif par poulet pour chacune des phases d'élevage. Le calcul de ce paramètre est déterminé par la formule suivante :

$$\text{IC} = \frac{\text{Quantité d'aliment ingéré durant la phase (g)}}{\text{Poids vif par poulet de la phase (g)}}$$

### III.6 Le taux de mortalité

Le taux de mortalité est calculé pour chacune des 3 phases d'élevage, les taux de mortalité pour le 5<sup>ème</sup> jour d'âge (traitement d'acclimatation) ainsi que pour le 47<sup>ème</sup> jour d'âge (coup de chaleur) ont été également calculés. Le calcul utilisé est le suivant :

$$\text{Taux de mortalité (\%)} = \frac{\text{Nombre de sujets morts}}{\text{Nombre initial de sujets présents}} \times 100$$

### III.7 Méthodes analytiques

#### III.7.1 Mesure de la température corporelle

La mesure de la température corporelle des oiseaux, (par la prise des températures rectales), a été effectuée à l'aide de thermomètres médicaux (photo 18), ces derniers sont été insérés dans le cloaque (à une profondeur moyenne de 3cm) en prenant le temps nécessaire pour la stabilisation afin de pouvoir effectuer la lecture.



**Photo 18:** Prise de température rectale lors du traitement de l'acclimatation

En période de démarrage, les prises de la température corporelle ont concerné 20 sujets identifiés lors du traitement d'acclimatation précoce (5<sup>ème</sup> jour d'âge). Elles ont été faites avant, pendant et après acclimatation soit à 9, 12h00, à minuit et le lendemain à 10h00, soit (25h après début de l'acclimatation).

En période de finition, au 47<sup>ème</sup> jour d'âge (coup de chaleur), la température rectale des poulets a été mesurée à 12 heures, cette prise a concerné les animaux identifiés lors de l'acclimatation, les témoins et ceux ayant subi le retrait alimentaire (photo 19).



**Photos 19:** Prise de température rectale lors du coup de chaleur

### III.7.2. Méthodes de mesures chimiques

#### III.7.2.1 Méthodes de mesures chimiques sur l'aliment

La composition chimique des différents aliments distribués (de démarrage, de croissance et de finition) ont fait l'objet de trois répétitions. Les échantillons ont été prélevés à chaque phase d'élevage puis broyés (particules 0,5 mm de diamètre) à l'aide d'un broyeur à lame (photo 20). Les analyses chimiques ont concerné la teneur en matière sèche, matière minérale, protéine brute, matière grasse et la teneur en cellulose brute.



**Photo 20 :** Broyeur à lame

**III.7.2.1.1 La teneur en matière sèche (MS) :**

Elle a été obtenue après passage à l'étuve de 5g d'aliment pendant 24 h à une température de  $105\pm 1^\circ\text{C}$  jusqu'à obtention d'un poids constant selon les recommandations AFNOR (1986). Celle-ci est obtenue par le rapport suivant :

$$\text{MS}\% = \frac{P_2 - C_v}{P_1 - C_v} \times 100 \text{ où :}$$

$P_1$  : Poids du creuset avant séchage (g).

$P_2$  : Poids du creuset après séchage (g).

$C_v$  : Poids du creuset vide (g).

**III.7.2.1.2 La teneur en matière minérale (MM) :**

Le produit de la dessiccation a été incinéré dans un four à moufle pendant 1h30 à  $200^\circ\text{C}$  et 2h30 à  $500^\circ\text{C}$  jusqu'à l'obtention de cendres blanches. Elle a été calculée comme suit :

$$\text{MM (\%MS)} = \frac{P_2 - C_v}{P_3 - C_v} \times 100 \text{ où :}$$

$P_2$  : Poids du creuset après séchage (g).

$P_3$  : Poids du creuset après calcination (g).

$C_v$  : Poids du creuset vide (g).

**III.7.2.1.3 La teneur en protéine brutes (MAT) :**

Elle a été obtenue par la méthode Kjeldahl, le produit est minéralisé par l'acide sulfurique en présence d'un catalyseur. L'azote organique a été transformé en azote ammoniacal. L'ammoniac a été déplacé par la soude et a été dosé après l'avoir reçu dans une solution d'acide borique.

La teneur en azote de l'échantillon est ainsi calculée :

$$\text{N (g)} = \frac{X \times 280 \times \& \times 250}{Y \times A} \text{ où :}$$

N : Teneur en azote de l'échantillon.

X : Moyenne de descente de burette (ml).

Y : Poids de l'échantillon de départ.

A : Volume de la prise d'essai.

& : Coefficient =  $10^{-6}$

Le taux de Matières Azotées Totales a été obtenu en multipliant le taux d'azote par le coefficient 6,25 comme suit :

$$\text{MAT (\%MS)} = \text{N (g)} \times 6,25$$

### III.7.2.1.4 La teneur en matière grasse (MG) :

Des colonnes d'extraction de SOXHLET ont été utilisées pour l'extraction de la matière grasse. Les cartouches renfermant l'échantillon reçoivent un solvant organique (éther diéthylique) pendant deux heures en présence d'un activateur (sulfate de sodium anhydre). Une fois l'extraction terminée, les creusets sont passés à l'étuve à 85 °C pendant 30 min. La teneur en matière grasse est alors obtenue comme suit :

$$\text{MG (\%MS)} = \frac{\text{A} \times 100}{\text{B}} \quad \text{où :}$$

A : Quantité de matière grasse obtenue après extraction (g).

B : Poids de la prise d'essai (g).

### III.7.2.1.5. La teneur en cellulose brute (CB) :

Elle a été obtenue selon la méthode de WEENDE. L'échantillon a été soumis à une double hydrolyse (un acide et l'autre basique) puis filtré, le résidu est ensuite incinéré. La teneur en cellulose brute est calculée comme suit :

$$\text{CB(\%MS)} = \frac{(\text{A} - \text{B}) \times 100}{\text{C}} \quad \text{où}$$

A : Poids du creuset + résidu après dessiccation.

B : Poids du creuset + résidu après incinération.

C : Poids de l'échantillon de départ.

## III.8. Méthodes de calculs statistiques

Les données obtenues ont été analysés à l'aide du logiciel WINKS SDA (Statistical Data Analysis, 6<sup>th</sup> edition). Une analyse de variance a été menée puis le test de Dunnett et Newman-Keuls ont été utilisés pour déterminer les différences significatives entre les moyennes des paramètres testés. Le seuil de signification choisi est de 5%.

*RÉSULTATS  
ET  
DISCUSSION*



## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Dans cette expérience, nous avons étudié l'effet d'une acclimatation précoce des poussins et du retrait alimentaire pratiqué sur des poulets en phase de finition sur leurs performances zootechniques ainsi que sur la température rectale des poulets de chair lorsqu'ils sont élevés en conditions chaudes et soumis à un coup de chaleur en fin d'élevage.

### IV. Paramètres d'ambiance

Les valeurs moyennes des températures ambiantes et des hygrométries relatives relevées durant chaque phase d'élevage sont représentées dans le tableau 9 et illustrées dans la figure 8.

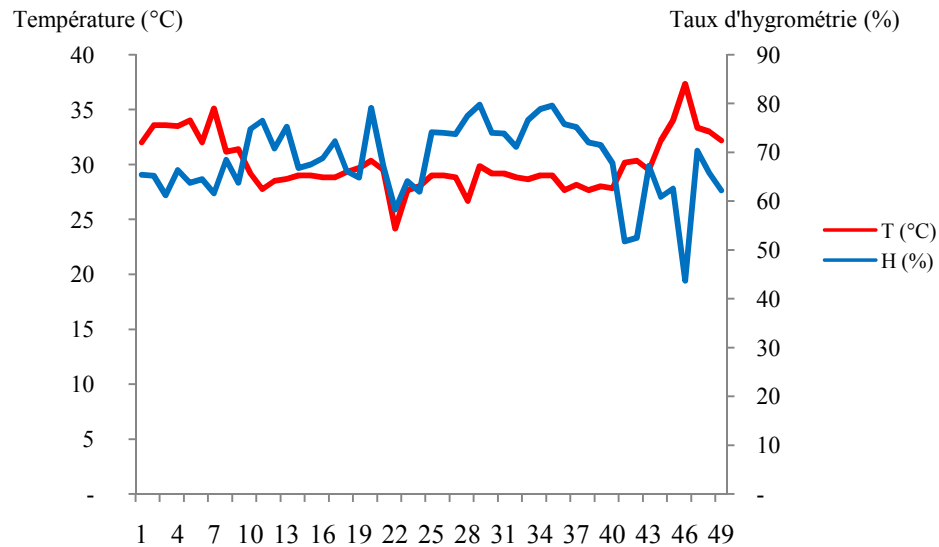
**Tableau 9:** Températures ambiantes et hygrométries relatives moyennes durant l'élevage.

Phase d'élevage	Température ambiante (°C)	Hygrométrie relative (%)
Démarrage (J1 – J10)	34,62 ± 1,88	63,12 ± 4,01
Croissance (J11 – J42)	29,33 ± 2,13	69,53 ± 6,67
Finition (J43 – J49)	34,08 ± 3,10	60,65 ± 7,77

Durant notre essai, les températures ambiantes moyennes relevées ont été de 34,62 ; 29,33 et 34,08°C respectivement pour les phases de démarrage, croissance et finition. Les hygrométries relatives moyennes quant à elles ont été de 63,12 ; 69,53 et 60,65%. Ces conditions d'ambiance s'éloignent largement des normes recommandées par le guide d'élevage de la souche (ARBOR ACRES, 2007), ce dernier préconise des températures ambiantes moyennes de 31 ; 24,5 et 21°C pour les 3 phases et une hygrométrie relative qui ne doit pas être inférieure à 70%.

Dans les conditions de notre expérimentation, il apparaît clairement que nos poulets sont en situation de stress thermique chronique, avec des taux d'hygrométrie relativement bas. Ces conditions ne seront pas sans conséquences sur les performances zootechniques ultérieures des poulets.





**Figure 8** : Évolution de la température ambiante et de l'hygrométrie relative à l'intérieur du bâtiment durant l'expérimentation.

## V. Traitement d'acclimatation

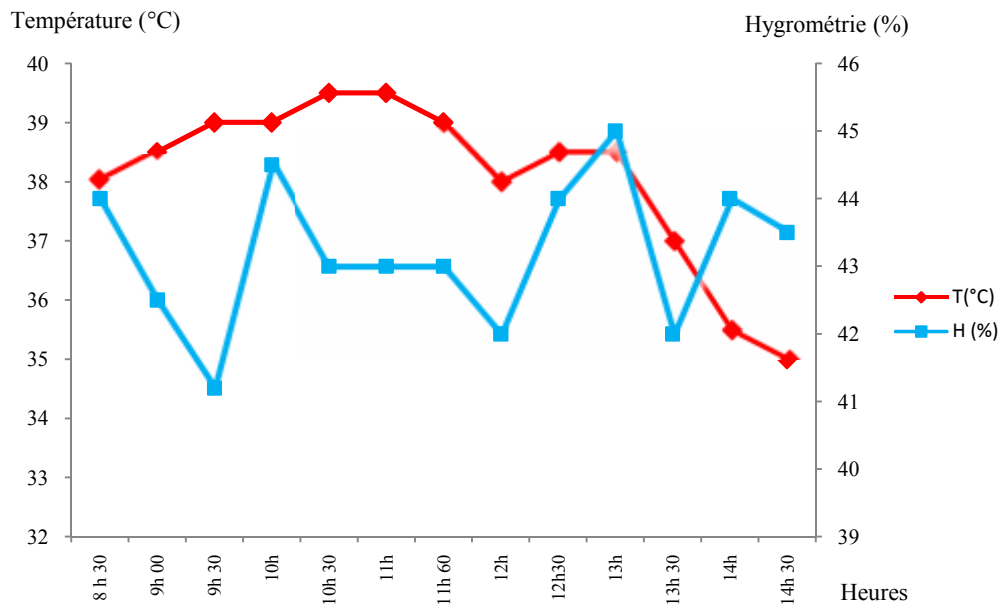
L'âge auquel les poussins ont été acclimatés ainsi que l'intensité de la température concordent avec les travaux antérieurs de DE BASILIO *et al.* (2003).

Le traitement de l'acclimatation précoce s'est déroulé avec une intensité de température sous éleveuse de 37,6 au 5<sup>ème</sup> jour d'âge. Il est à signaler que les poussins du lot T<sup>-</sup> ont été soumis à des températures inférieures par rapport aux poulets du lot Ac (3,67°C en moyenne en moins). Nos conditions d'expérimentation ne nous ont pas donc permis d'obtenir un écart de température plus important entre les poussins du lot Ac et du lot T<sup>-</sup> lors du traitement.

La plupart des travaux relatifs à la description de la technique de l'acclimatation précoce, rapporte que la chute considérable des taux d'hygrométries. Lors de notre essai, nous avons effectivement noté cette observation, les taux d'hygrométries relatives moyens relevés ayant été de 68,05% pendant le 5<sup>ème</sup> jour d'âge. Ces taux sont liés à l'augmentation de la température à l'intérieur du bâtiment ainsi qu'une saturation de l'air en humidité. Ces conditions réduisent les échanges thermiques de l'oiseau avec le milieu ambiant.

Lors du coup de chaleur pratiqué à J47, l'élévation de la température ambiante a atteint les 38,08°C en moyenne, celle-ci a été maintenue de 8h30 jusqu'à 14h30 soit 6 heures. Ce stress thermique a coïncidé avec une journée caniculaire durant laquelle la température extérieure a avoisiné les 41°C (Station météorologique de l'INRAA). Les conditions de réalisation du coup de chaleur sont relativement similaires à celles citées par les travaux de ARJONA *et al.* (1988); YAHAV et MAC MURTRY (2001) et De BASILIO *et al.* (2003). Le jour du coup de chaleur a été marqué par un assèchement de l'atmosphère du bâtiment, ceci c'est traduit par une diminution accrue de l'hygrométrie relative, celle-ci ayant atteint

une valeur moyenne de 43,21%. La figure 9 illustre l'évolution de la température du bâtiment ainsi que celle de l'hygrométrie relative durant le coup de chaleur (J47).



**Figure 9** : Évolution de la température ambiante et de l'hygrométrie relative lors du coup de chaleur.

## VI. Composition chimique de l'aliment distribué durant les 3 phases d'élevage

L'analyse chimique des différents aliments distribués lors des trois phases d'élevage (démarrage, croissance et finition) est représentée dans le tableau 12.

**Tableau 10**: Composition chimique des aliments distribués lors des 3 phases d'élevage.

Caractéristiques	MS (%)	MM (% MS)	MAT (% MS)	MG (% MS)	CB (% MS)
Aliments					
Aliment démarrage	89,07 ± 0,11	8,46 ± 0,12	18,95 ± 0,77	2,5 ± 0,001	1,95 ± 0,22
Aliment croissance	87,58 ± 0,65	4,64 ± 0,45	18,72 ± 0,65	2,2 ± 0,31	1,98 ± 0,10
Aliment finition	89,53 ± 0,11	5,14 ± 0,006	17,49 ± 0,46	2,5 ± 0,001	2,13 ± 0,28

MS : Matière sèche ; MM : Matière minérale ; MAT : Matière azotée totale ; MG : Matière grasse ; CB : Cellulose brute.

L'analyse chimique des aliments distribués lors des différentes phases d'élevage révèle des taux moyens en matière sèche compris entre 87,58 et 89,53 %.

Les teneurs en matières azotées totales des aliments distribués lors des 3 phases d'élevage sont inférieures par rapport aux normes recommandées (ARBOR ACRES PLUS, 2009). Les différences en termes de points sont de l'ordre de -4,55 ; -3,28 et -1,51 respectivement pour les aliments de démarrage, de croissance et de finition.

Il en est de même pour les teneurs alimentaires en matières grasses. Les aliments utilisés lors de notre essai renferment des taux de matières grasses compris entre 2,2 et 2,5%, alors que les teneurs préconisées par le guide d'élevage de la souche (ARBOR ACRES PLUS, 2009) sont comprises entre 5 et 7%. Cette composition d'aliment en plus des conditions environnementales lors de notre essai aura une incidence certaine sur les performances zootechniques des poulets de chair.

Les taux de matières minérales sont respectivement de 8,46 ; 4,64 et 5,14% pour les 3 phases d'élevage. Les taux de cellulose brute sont quant à eux de 1,95 ; 1,98 et 2,13% pour les aliments de démarrage, de croissance et de finition respectivement.

## VII. Performances zootechniques

### VII.1. Ingéré alimentaire

Les quantités moyennes ingérées quotidiennement par sujet durant notre expérimentation nous révèlent qu'en phase de croissance, la consommation alimentaire chez les poulets du lot T<sup>-</sup> est légèrement supérieure mais non significative ( $p > 0,05$ ) à celle des poulets du lot Ac, cette différence est de l'ordre de +5,7%. Ces quantités d'aliment demeurent faibles comparées à celle recommandées par le guide de la souche (ARBOR ACRES PLUS, 2007), ce dernier préconise une moyenne de 112g/s/j. Cette sous consommation pourrait être liée à la moindre appétabilité de l'aliment en relation avec son faible taux protéique et à sa forme pulvérulente.

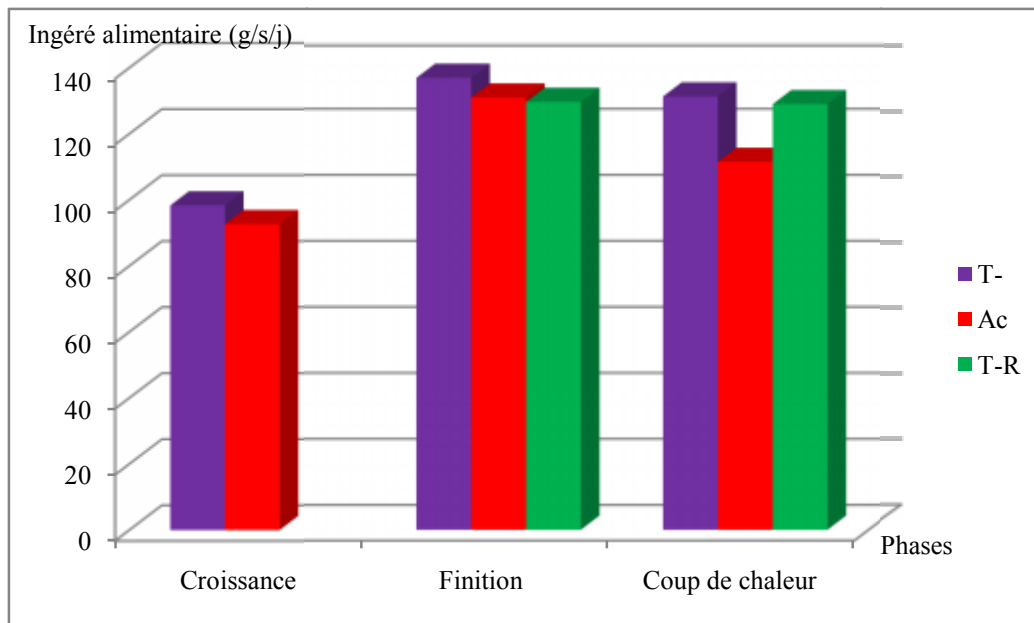
En phase de finition, la même tendance est observée, les poulets du lot T<sup>-</sup> ont consommé plus en termes de valeur absolue par rapport aux 2 autres lots, toutefois, cet effet n'est pas significatif. Ces niveaux de consommation restent faibles comparés à ceux indiqués par le guide de la souche (ARBOR ACRES PLUS, 2007) qui sont en moyenne de 156,45g/s/j. La diminution de l'ingéré alimentaire lors de notre essai est en partie attribuée aux conditions d'ambiance dans lesquelles s'est déroulée l'expérimentation. Cette hypothèse est en accord avec les travaux de MÔREKI (2008) qui indiquent qu'en conditions de stress thermique, la consommation alimentaire est réduite de 5% par degré Celsius d'augmentation de la température dans un intervalle compris entre 32 et 38°C.

De façon résumée, il apparaît que l'acclimatation précoce des poussins n'a pas eu d'effet significatif sur l'ingéré lors des 3 phases d'élevage. Ce résultat est à l'opposé des conclusions rapportées par CAHANER et LEENSTRA (1992); WAIBEL et MAC LEOD (1995); AÏN BAZIZ *et al.* (1996); YALÇIN *et al.* (1997) et SETTAR *et al.* (1999) qui signalent une différence significative de la consommation alimentaire en phase de finition entre poulets acclimatés et poulets non acclimatés.

L'absence de ce type de réponse lors de notre expérimentation est à mettre en liaison avec nos conditions expérimentales. En effet, les hautes températures enregistrées tout au long de notre essai auraient pu participer à l'acquisition par les poulets du lot T<sup>-</sup> d'une thermorésistance. Cette hypothèse est vérifiée à travers les niveaux d'ingestion quasi

identiques des animaux acclimatés et témoins lors du 47<sup>ème</sup> jour d'âge (131,28 vs 111,46 g). La figure 10 illustre les consommations alimentaires moyennes quotidiennes par sujet et par jour.

Le traitement du retrait alimentaire quant à lui a provoqué de façon attendue une diminution de l'ingéré alimentaire, cette baisse n'est toutefois pas statistiquement significative ( $p > 0,05$ ). Ces résultats vont dans le même sens des conclusions de MOUSS *et al.*, (2012) et SMITH et TEETER (1988) qui indiquent que la pratique du retrait alimentaire tend à réduire l'ingéré alimentaire des poulets de chair.



**Figure 10:** Ingéré alimentaire à différentes phases d'élevage des poulets de chair (g/s/j).

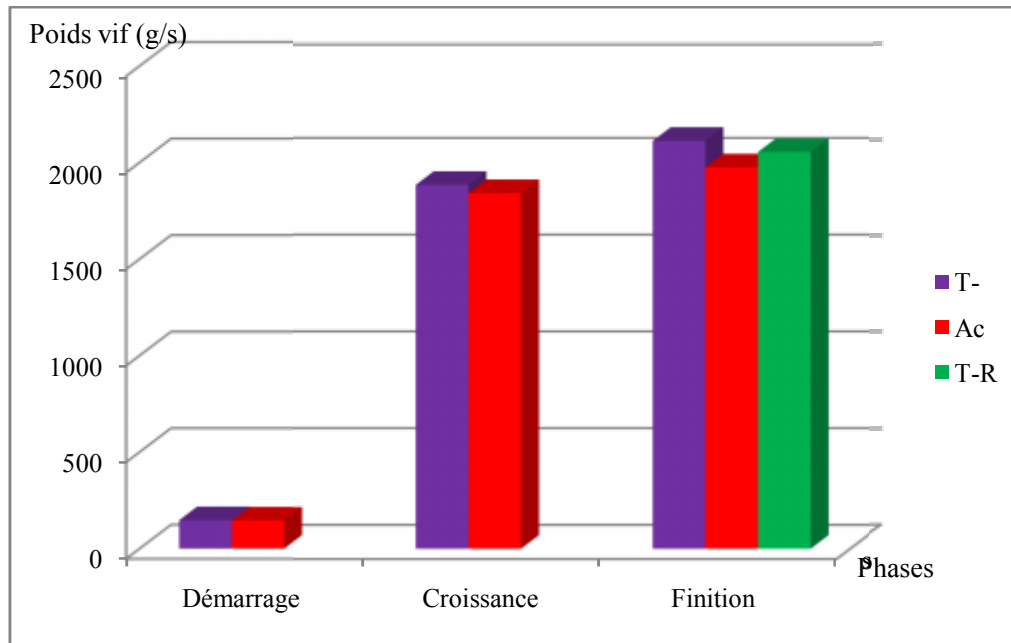
## VII.2. Poids vif

En fin de phase de démarrage (J10), le poids vif des poulets des lots Ac et T<sup>-</sup> est comparable indiquant ainsi que le traitement de l'acclimatation précoce n'a pas eu d'effet significatif sur le poids vifs des poussins. En fin de phase de croissance (J42), la même tendance est observée (figure 11), l'absence de différence significative sur le plan statistique entre les poids des poulets issus des 2 traitements (acclimatés et non acclimatés) est également signalé par MOUSS *et al.* (2012) et TEMIM *et al.* (2009).

Le poids vif des animaux des lots Ac et T<sup>-</sup> est faible comparé à celui indiqué par le guide d'élevage de la souche (ARBOR ACRES PLUS, 2007) : des poids vifs moyens de 276 et 2637g respectivement pour les phases de démarrage et de croissance. Cette dépression du poids vif est une conséquence logique de la moindre qualité de l'aliment distribuée (particulièrement en MAT) et du faible niveau d'ingestion rapporté précédemment.

Durant la phase de finition, la prise de poids reste faible. Les poulets du lot T<sup>-</sup> présentent des poids vifs supérieurs à ceux des poulets du lot acclimaté sans que l'effet ne soit pour autant significatif.

Les poids vifs des sujets témoins sont inférieurs à ceux signalés dans le guide de la souche (ARBOR ACRES PLUS, 2007) et qui sont de l'ordre de 3152g. Ces résultats indiquent que l'exposition précoce des poussins à la chaleur ainsi qu'un retrait alimentaire de 6 heures en phase de finition n'ont pas eu l'effet escompté sur l'amélioration du poids vif des poulets. Les conditions d'ambiance et l'exposition répétée des poulets témoins auraient permis à ces derniers d'acquérir une thermorésistance expliquant la similitude des performances avec celles des oiseaux du lot Ac.

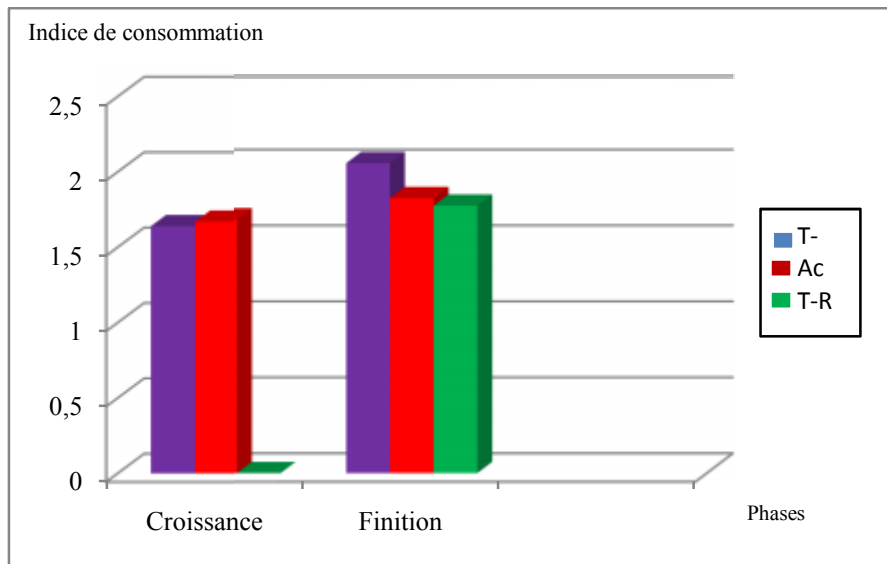


**Figure 11:** Poids vif des poulets (g) pendant les différentes phases d'élevage.

### VII.3. Indice de consommation

Les indices de consommation pour la phase de croissance sont pratiquement identiques entre les poulets acclimatés et non acclimatés (1,63 vs 1,58). Ces derniers sont de même ordre de grandeur (figure 12) que ceux rapportés par le guide d'élevage de la souche (ARBOR ACRES PLUS, 2007) qui indique un indice moyen de 1,58.

En revanche, en phase de finition, l'indice de consommation est altéré par rapport aux normes du guide, 2,04 contre 1,64 pour les oiseaux du lot T-. Ces observations sont liées directement avec la charge thermique subie par les poulets et la qualité médiocre de l'aliment utilisé. Ces constatations vont dans le même sens que les travaux de GERAERT *et al.* (1996) qui précisent que chez des poulets subissant une température ambiante de 32°C en phase de croissance, la consommation alimentaire diminue tandis que l'indice de consommation n'est pas affecté. Ces mêmes auteurs rajoutent que dans ces conditions de température, en phase de finition, l'ingéré alimentaire ainsi que l'indice de consommation sont altérés.



**Figure 12 :** Indice de consommation à différentes phases d'élevage des poulets de chair.

#### VII.4 Taux de mortalité

Les taux de mortalité enregistrés lors des 3 phases d'élevage, lors du traitement de l'acclimation précoce (5<sup>ème</sup> jour) et lors du coup de chaleur (47<sup>ème</sup>) sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau 11 :** Taux de mortalité lors des phases de démarrage, de croissance et de finition (%)

Phases d'élevage		Traitements		
		T <sup>-</sup>	Ac	T <sup>R</sup>
<b>Démarrage</b>	(J1-J10)	4,15 <sup>a</sup>	6,15 <sup>a</sup>	-
	Traitement d'acclimation (J5)	0,96±1,36 <sup>a</sup>	0,80±0,01 <sup>a</sup>	-
<b>Croissance</b>	(J11-J42)	4,67±3,28 <sup>a</sup>	5,20±9,02 <sup>a</sup>	-
<b>Finition</b>	(J43-J50)	22,94±13,79 <sup>a</sup>	25,76±20,00 <sup>a</sup>	17,37±8,53 <sup>a</sup>
	J47 (coup de chaleur)	16,46±6,14 <sup>a</sup>	17,49±14,11 <sup>a</sup>	13,78±10,80 <sup>a</sup>

a, sur une même ligne, les valeurs accompagnées d'une même lettre sont comparables au seuil de probabilité de 5% (p>0,05).

En période de démarrage, le taux de mortalité des poussins du lot Ac a été supérieur en termes de points à celui du lot T<sup>-</sup> (+2%), cet écart n'est toutefois pas significatif. Lors de l'exposition précoce des oiseaux à la chaleur (J5), les mortalités enregistrées sont comparables : 0,80±0,01% pour le lot Ac et 0,96±1,36% pour le lot T<sup>-</sup>. Ce résultat concorde avec les travaux de MOUSS *et al.*, (2012), HAMMOUCHE *et al.*, (2012) et YAHAV *et al.*

(1997) qui n'observent pas de différence significative du taux de mortalité chez les poussins lors du traitement de l'acclimatation précoce.

En période de croissance (J11 à J42), les poulets du lot Ac présentent un taux de mortalité de 5,20%, alors que les poulets du lot T<sup>-</sup> présentent un taux de 4,67%. En d'autres termes, dans les conditions de notre essai, le traitement d'acclimatation précoce n'a pas permis d'améliorer la survie des poulets soumis au stress thermique chronique lors de cette période. Cette réponse s'expliquerait par l'acquisition des poulets témoins d'une certaine thermotolérance du fait de leur exposition quotidienne à des températures ambiantes relativement élevées.

En période de finition (J43 à J50), en considérant les poulets des 2 sexes, ceux du lot Ac ont eu le plus grand taux de mortalité (25,76%), ce dernier a été causé par une mortalité accrue chez les mâles (41,77%), tandis que les poulets du retrait ont eu le plus faible taux (17,37%).

Au 47<sup>ème</sup> jour d'âge (coup de chaleur), nous observons des taux de mortalité comparables pour les poulets des lots T<sup>-</sup> et Ac (16,46 et 17,49%). Le lot T<sup>R</sup> présente le moins de mortalités (13,78%), l'écart avec les lots Ac et T<sup>-</sup> n'est cependant pas significatif.

Cet ensemble de résultats indique que l'exposition précoce des poussins à la chaleur n'a pas eu l'effet escompté sur le taux de mortalité comme rapporté par plusieurs auteurs (De BASILIO et PICARD, 2002 ; De BASILIO *et al.*, 2001; HAMMOUCHE *et al.*, TEMIM *et al.*, 2009 et MOUSS *et al.*, 2012). La qualité de l'ambiance du bâtiment serait en grande partie responsable de cette réponse. Cette hypothèse est confortée par les résultats des travaux de WANG et EDENS (1998) qui ont pu acclimater des poulets en les exposant quotidiennement entre 5 et 6 semaines d'âge, à une température de 41°C pendant une heure de temps. Il est à noter toutefois que le retrait alimentaire a contribué quant à lui à la réduction du taux de mortalité en phase de finition, sans que l'effet ne soit significatif. La diminution de l'extra chaleur des oiseaux dont l'aliment a été retiré lors des heures les plus chaudes de la journée serait à l'origine de cette réponse.

## VIII. Mesures biologiques

### VIII.1. Températures rectales

#### VIII.1.1 Températures rectales lors de l'acclimatation précoce

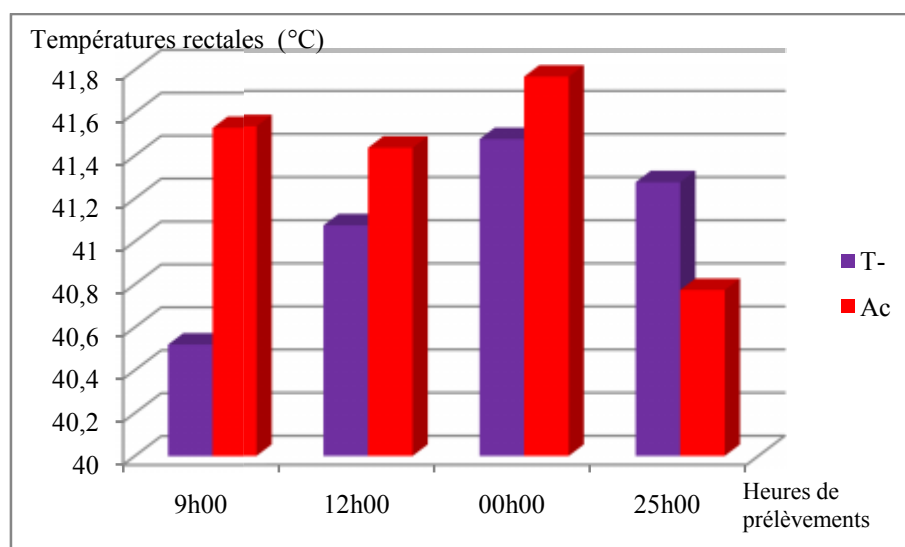
En conditions optimales, les températures rectales des poulets se situent entre 38 et 39°C selon AMAND *et al.* (2004). Au vu de nos résultats, il apparaît clairement que les 2 lots de poussins sont en situation de stress thermique chronique, leur température rectale moyenne mesurée au 5<sup>ème</sup> jour d'âge étant élevée et celle des poussins du lot Ac est supérieure de 1°C par rapport aux poussins du lot T (40,52 contre 41,53°C) avant même de l'exposition à la chaleur en vue de leur acclimatation.

Les températures rectales moyennes relevées lors du 5<sup>ème</sup> jour d'âge à 9h00, 12h00, 00h00 et 25h après (le lendemain à 10h00) sont significativement différentes au seuil de 5%. Ces résultats sont en accord avec ceux de YAHAV *et al.* (1997); YAHAV et HURWITZ (1996) et De BASILIO *et al.* (2001) qui révèlent qu'un stress thermique initial pratiqué au 5<sup>ème</sup> jour d'âge, avec une exposition à 36°C pendant 24 heures provoque une élévation de la température corporelle de 1°C.

Il apparaît que quelque soit l'heure à laquelle la température rectale soit prise, elle est plus élevée à J5 chez les sujets du lot Ac. Elle revient globalement à une valeur normale (40,77°C) une heure après la fin de l'exposition à la chaleur.

Dans nos conditions expérimentales qui simulent celles des conditions d'élevage du terrain (stress thermique chronique), un seul jour d'acclimatation semble suffisant pour déclencher chez les poussins les mécanismes de lutte contre la chaleur.

La figure 13 illustre les températures rectales moyennes des 2 traitements lors de l'acclimatation précoce (5<sup>ème</sup> jour d'âge).

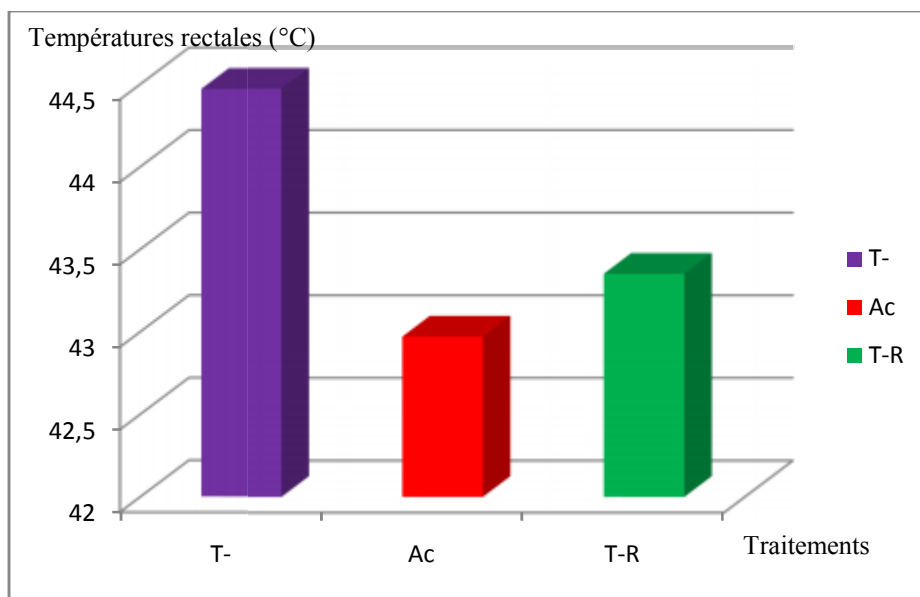


**Figure 13 :** Températures rectales moyennes des poussins lors de l'acclimatation précoce (5<sup>ème</sup> jour d'âge).



### VIII.1.2 Températures rectales lors du coup de chaleur

Au 47<sup>ème</sup> jour d'âge (coup de chaleur), les températures rectales moyennes relevées chez les poulets du lot T<sup>-</sup> sont supérieures à celles des sujets des deux autres lots (figure 14), sans que les écarts ne soient significatifs. Les différences sont de l'ordre de -1,5°C et de -1,22°C respectivement pour les températures des poulets des lots Ac et T<sup>-</sup>R, lorsqu'elles sont comparées à celle des poulets du lot T<sup>-</sup>. Ces conclusions sont en accord avec les données de De BASILIO *et al.*, 2003 et MOUSS *et al.*, 2012 qui rapportent que le conditionnement thermique en début d'âge des poussins réduit la température corporelle des poulets en phase de finition.



**Figure 14 :** Températures rectales moyennes des poussins lors du coup de chaleur (47<sup>ème</sup> jour d'âge).

## *Discussion générale*

Dans nos conditions expérimentales, et plus spécialement celles de la conduite de l'élevage, les techniques de l'acclimatation précoce et celle du retrait alimentaire n'ont pas eu d'effet significatif ( $P < 0,05$ ) sur la consommation alimentaire, le poids vif et l'indice de consommation des poulets de chair. En revanche, la survie des poulets acclimatés est nettement améliorée lors d'un choc thermique en phase de finition, ceci révèle une meilleure thermotolérance reflétée par une température corporelle réduite.

Les différentes performances affichées par les sujets témoins dénotent que les températures d'ambiance relativement élevées par rapport aux recommandations du guide d'élevage en cours d'élevage leur ont fait acquérir une thermorésistance à la chaleur ne permettant pas de juger rigoureusement de l'efficacité des traitements acclimatation et retrait alimentaire comme mesures d'atténuation des effets du stress thermique aigu.

Ces deux techniques étant les moins contraignantes sur le terrain (coût négligeable et ne requérant aucun niveau de technicité), il reste intéressant de les tester à titre expérimental avant de les valider en conditions réelles.

Il est à signaler que le choix du 5<sup>ème</sup> jour d'âge comme jour d'acclimatation peut être maintenu vu que dès l'arrêt du traitement, les poussins ont montré une diminution significative de leurs températures centrales.

*CONCLUSION  
GÉNÉRALE*

## *Conclusion Générale*

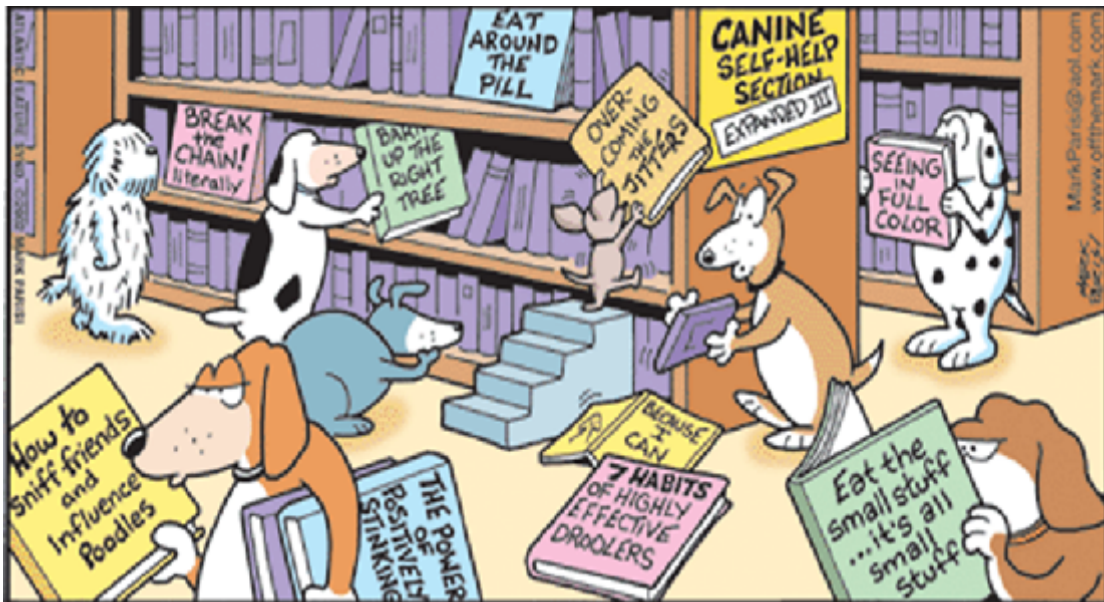
Notre étude a eu pour objectif de mesurer l'impact de la technique de l'acclimatation précoce et celle du retrait alimentaire dans des conditions d'élevage du poulet de chair se rapprochant de celles rencontrées sur le terrain et qui se manifestent en cours d'élevage par :

- Des températures d'élevage relativement élevées et fluctuantes soumises à l'influence du climat méditerranéen en saison estivale (stress thermique chronique).
- Des pics de températures représentant le stress thermique aigu (qui simule les coups de chaleur provoqués en général par le sirocco), obtenu expérimentalement par l'augmentation de la température au seuil de 38°C et son maintien durant 6 heures ; il a été pratiqué sur les poulets âgés de 47 jours.

En raison de nos conditions matérielles, le protocole expérimental mis en place, n'a pu montrer de façon tranchée l'avantage de ces deux traitements sur les performances zootechniques des poulets de chair élevés en conditions chaudes. Ceci s'est traduit par une diminution de la consommation alimentaire ainsi qu'une réduction du poids vif en période de finition.

En perspective, des études complémentaires à cet essai devraient être menées pour arrêter les modalités optimales d'appréciation de la technique d'acclimatation et celle du retrait alimentaire.

## Références bibliographiques



## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

-A-

**AFNOR, 1986.** Norme V18-100. Pages 89–93 *in*: Recueil de normes françaises. Aliments des animaux, méthodes d'analyses françaises et communautaires. Deuxième édition. Association Française de Normalisation, Paris, France.

**AHMAD, M.M., MORENG, R.E. AND MULLER, H.D., 1967.** Breed responses in body temperature to elevated environmental temperature and ascorbic acid. *Poultry Science*, vol 46, p.p. 6–15.

**AHMAD T., KHALID T., MUSHTAQ T., MIRZA M.A., NADEEM A., BABAR M.E., et AHMAD G., 2008.** Effect of potassium chloride supplementation in drinking water on broiler performance under heat stress conditions. *Poultry Science*. 87: 1276-1280.

**AÏN BAZIZ H., 1990.** Effet de la température ambiante et de la composition de régime alimentaire sur les performances de croissance et de métabolisme énergétique du poulet de chair. Thèse Magister en sciences agronomiques. Institut National Agronomique (Alger), 85p.

**AÏN BAZIZ H., 1996.** Effet d'une température élevée sur le métabolisme lipidique chez le poulet en croissance. Thèse de Doctorat de l'université de Tours. 147 pages.

**AÏN BAZIZ H., GERAERT P.A., PADILHA J.C.F., et GUILLAUMIN S., 1996.** Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. *Poultry Science*. 75: 505–513.

**AÏN BAZIZ H., DAHMANI Y., BEDRANI L., MOKRANI N., BOUDINA H., et TEMIM S., 2010.** Effet de la complémentation de l'eau de boisson en chlorure de potassium, bicarbonate de sodium et vinaigre sur les performances de croissance, la qualité de la carcasse et la température corporelle du poulet de chair soumis à une température ambiante élevée. *Livestock Research for Rural Development*. 22: 21.

**AL-BATSHAN H.A. (2002)** Performance and heat tolerance of broilers as affected by genotype and high Ambient temperature. *Asian-Aust. J. Anim. Sci*. 19, 1502-1506.

**ALLOUI N., AYACHI A., et TLIDJANE M., 2001.** Effet de l'optimisation en été de quelques paramètres de l'ambiance des poulaillers sur les résultats zootechniques. Quatrième Journées de la Recherche Avicole.

**ALLAGUI M.S., HFAIEDH N., CROUTE F., GUERMAZI F., VINCENT C., SOLEILHAVOUP J.P., et EL FEKI A., 2005.** Side effects of low serum lithium concentrations on renal, thyroid, and sexual functions in male and female rats. *Comptes Rendus Biologies*. 328 (10-11): 900-911.

**AMAND G., AUBERT C., BOURDETTE C., BOUVAREL I., CHEVALIER D., DUSANTER A., FRANCK Y., GUILLOU M., HASSOUNA M., LE BIAVAN R., MAHE F., PRIGENT JP., et ROBIN P., 2004.** La prévention du coup de chaleur en aviculture. Sciences et Techniques Avicoles - Hors série.

**ANONYME: 2010** - étude de faisabilité de nouvelles techniques pour la valorisation des Déchets dans le secteur Agroalimentaire au Maghreb Arabe.

**ARMAND, G. et VALANCONY .1996.** Science et Technique Avicole. 15: 3-31.

**ARAD et MARDER, 1982.** *Cité in* N'DRI A.L., 2006. Etude des interaction entre génotype et environnement chez les poulet de chair et la poule pondeuse .Thèse doctorat, Instiut national agronomique, Grignon (France), 207 p.

**ARBOR ACRES, 2007.** Breeder management guide.

**ARBOR ACRES PLUS, 2007.** Broiler performance objectives.

**ARBOR ACRES PLUS, 2009.** Broiler nutrition specification.

**ARJONA A., DENBOW D., et WEAVER W., 1988.** Effect of heat stress early in life on mortality of broilers exposed to high environmental temperatures just prior to marketing. Poultry Science. 67: 226-231.

**AYOUB H., 1989.** Role of single gene effects on poultry production in developing countries. First French-Egyptian Symposium on Poultry Sciences and Development.

**-B-**

**BALNAVE D., et MUHEEREZA S.K., 1997.** Improving eggshell quality at high temperatures with dietary sodium bicarbonate. Poultry Science. 76: 588-593.

**BARNAS G.M.; ESTAVILLO J.A.; MATHER F.B et BURGER R.E., 1981.** The effect of CO<sub>2</sub> and temperature on respirator movements in chickens. Respir. Physiol, 43: 315-3.

**BARUA A., HOWLIDER M.A.R., YOSHIMURA Y., 1998. Cité in N'DRI A.L., 2006.** Etude des interaction entre génotype et environnement chez le poulet de chair et la poule pondeuse .L'instiut National Agronomique, Grignon(France), 207p.

**BEAUMONT C., GUILLAUMIN S., GERAERT P.A., MIGNON-GRASTEAU S., LECLERCQ B. (1998)** Genetic parameters of body weight of broiler chickens measured at 22 degrees C or 32 degrees C. Br. Poult. Sci. 39, 488-491.

**BELAID B.1993** : Notion de zootechnie générale. Office des publications universitaires. Alg.

**BONNET S., GEREART P.A., LESSIRE M., CARRE B., et GUILLAUMIN S., 1997.** Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. *Poultry Science*. 75 (6): 857-863.

**BORDAS A., MINVIELLE F., 1997.** Réponse à la chaleur de poules pondeuses issues de lignées sélectionnées pour une faible (R-) ou forte (R+) consommation alimentaire résiduelle. *Genet. Sel. Evol.* Vol 29, pp 279-290.

**BOUCHAALA M., 2001.** La création d'une entreprise bio-ferme » Mémoire de fin d'études École de Formation en Techniques de Gestion. PP.3-11.

**BOUDOUMA D., 2007.** Valeur nutritionnelle du son de blé chez le poulet de Chair soumis au stress thermique. *John Libbey Eurotextvol. Cahiers Agricultures* vol.17, n.6, p.p.465.

**BOUGON M., LE MENEZ M., BALAINE L., et LAUNAY M., 1996.** Influence d'un stress thermique à 5 jours et d'une mise à jeun des poulets lors d'un coup de chaleur à 37 jours sur la mortalité. *Sciences et Techniques Avicoles*. 14: 4-11.

**BOUZOUAIA M., 2005.** Technique d'élevage des volailles en climat chaud. *Volaille de Tunisie. Revue Scientifique et technique du secteur avicole en Tunisie*. 3.

**BOUVAREL I., FARGEAS E., FERCHAL E., ROFFIDAL L., GUILLAUMIN J.M., de SAINT-JAN B., TISSERAUD S., 1997.** Distribution dans l'eau de boisson de NaHCO<sub>3</sub> et de KCl à des poulets de chair en période estivale -*Sciences et Techniques Avicoles* - n°24, 15-18.

**BOTTJE W.G., HARRISSON P.C., 1985.** The effects of tap water, sodium bicarbonate, and Calcium chloride on blood acid-base balance in cockerels subjected to heat stress. *Poultry Science*, vol64, p.p.107-113.

**BOWEN S.J., WASHBURN K.W. (1984)** Genetics of heat tolerance in Japanese quail. *Poult. Sci.* 63, 430-435.

-C-

**CAHANER A., et LEENSTRA F., 1992** Effects of high temperature on growth and efficiency of male and female broilers from lines selected for high weight-gain, favourable feed conversion, and high or low fat-content. *Poultry Science*. 71: 1237-1250.

**CASTELLO J.A., 1990.** Optimisation de l'environnement des poulets de chair dans les conditions climatiques de l'Espagne. *Option méditerranéenne série A*, n.7, pp. 139- 151.



**-D-**

**DAGHIR, 2008.** Nutrient requirements of poultry at high temperature. Poultry production

In hot climates, second edition, n.2, 387p.

**DARRE, M.J. et HARRISON, P.C., 1987.** Heart rate, blood pressure, cardiac output, and total peripheral resistance of single comb white leghorn hens during an acute exposure to 35°C ambient temperature. Poultry Science.vol 66, pp 541–547.

**De BASILIO V., 1999.** L'acclimatation précoce et l'alimentation alternée augmentent la résistance des poulets de chair mâles soumis à un stress thermique. Mémoire DEA, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Rennes, France. 23 pages.

**De BASILIO V., OLIVEROS I., VILARIÑO M., DIAZ J., LEON A., et PICARD M., 2001.** Intérêt de l'acclimatation précoce dans les conditions de production des poulets de chair au Venezuela. Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux. 56: 159-167.

**De BASILIO V., et PICARD M., 2002.** La capacité de survie des poulets à un coup de chaleur est augmentée par une exposition précoce à une température élevée. Production Animale. 15: 235-246.

**De BASILIO V., REQUENA F., LEON A., VILARIÑO M., et PICARD M., 2003.** Early-age thermal conditioning immediately reduces body temperature of broiler chicks under a tropical environment. Poultry Science. 82: 1235-1242.

**-E-**

**EBERHART, D.E. AND WASHBURN, K.W. 1993.** Variation in body temperature response of naked neck and normally feathered chickens to heat Stress.Poultry Science.vol 72,

**ETCHES R., JOHN, T., VERRINDER, A., 1998.** Poultry Production in Hot Climates. Ed. N. Dagher. Center for Agricultura and Biosciences.

**-F-**

**FAO, 2004.** Production en aviculture familiale. Consulté le 6/12/2013.

**FERRAH A., 2000.** Le fonctionnement des filières avicoles algériennes »- cahiers de l'INA ; PP. 18-37.

**FERRAH A, KABILI L, NOURI M., KACI A., AZZOUZ H. 2001.** «La conduite des élevages avicoles en Algérie » - Revue Afrique Agriculture N° 292; PP. 38-39.

**FERRAH A., 2004.** Les filières avicoles en Algérie – Bulletin d'information - OFAAL, 2004 – P30.

**FRANCIS C.A., MAC LEOD M.G., et ANDERSON J.E.M., 1991.** Alleviation of acute stress by food withdrawal or darkness. *British Poultry Science*. 32 : 219-225.

**-G-**

**GARRIGA C., HUNTER R.R., PLANAS J.M., MITCHELL M.A., et MORETO M., 2005.** Heat stress increases apical glucose transport in the chicken jejunum. *Animal Journal of Physiology, Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 290: 195-201.

**GERAERT P.A., 1991.** Métabolisme énergétique du poulet de chair en climat chaud. *INRA Production Animale*. 4(3): 257-267.

**GERAERT P.A., GUILLAUMIN S., et LECLERCQ B., 1993.** Are genetical lean broiler more resistant to the hot climate. *British Poultry Science*. 34: 643–653.

**GERAERT P.A., PADILHA J.C.F., et GUILLAUMIN S., 1996.** Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: growth performance, body composition and energy retention. *British Journal of Nutrition*. 75: 195–204.

**GERAERT P.A., BONNET S., LESSIRE M., CARRE B., et GUILLAUMIN S., 1997.** Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. *Poultry Science*. 76: 857-863.

**GERAERT, P.A., GUILLAUMIN, S. AND LECLERCQ, B., 1992.** Effect of High ambient temperature on growth, body composition and energy metabolism of Genetically lean and fat male chickens. *Proceedings of the 19th World's Poultry Congress*, pp109–110.

**GUIBERT J.M., 2005.** Alimentation des poules en climat chaud. *Revue Scientifique, Technique et Economique du Secteur Avicole en Tunisie*. 35.

**-H-**

**HAFEZ E.S.E., 1968 .**Adaptation of domestic animals. Philadelphia: Lea & Febiger. 296 pp.

**HALEVY O, KRISPIN A., LESHEM Y., MC MURTRY J., AND YAHAV S., 2001:**Early –age heat Exposure affects skeletal muscle satellite cell proliferation and differentiation in chicks; *Am. J. Physiol. Regul. Integ. comp. Physiol* .2001; 281, 1-8.

**HAMMOUCHE D., MOUSS AEH.K, BOUDOUMA D., 2012.** Influence du stress thermique sur la digestibilité des protéines et des lipides de poulets de chair en phase de finition. *Communication Salon International de l'Élevage, de l'Agro-alimentaire et de l'Agro-équipement (SIPSA)*.

**HASSAN A.M., MAY ABDELAZEEM H., et REDDY P.G., 2009.** Effect of some water supplements on the performance and immune system of chronically heat-stressed broiler chicks. *International Journal of Poultry Science*. 8(5): 432-436.

**HAVENSTEIN, FERKET, G., P., QURESHI, M., 2003.** *Poult. Sci.* 82:1500-1508.

**-I-**

**I.E.M.V.T., 1991.** Aviculture en zone tropicale *J. comp. Physiol. Psychol.*, 89, pp 827-844.

**-K-**

**KADIM I.T., AL-MARZOOQI W., MAHGOUB O., AL-JABRI A., et AL-WAHEEBI S.K., 2008.** Effect of acetic acid supplementation on egg quality characteristics of commercial laying hens during hot season. *International Journal of Poultry Science*. 7 (10): 1015-1021.

**KIDD M.T., BARBER S.J., VIRDEN W.S., DOSIER W.A., CHAMBLEE D.W., et WIERNUSZ C.G., 2003.** Threonine response of Cobb male finishing broiler in differing environmental conditions. *The Journal of Applied Poultry Research*. 12: 115-123.

**-L-**

**LARBIER M., et LECLERCQ B., 1992.** Nutrition et alimentation des volailles, INRA Edition, Paris. 355 pages.

**LEENSTRA F., CAHANER A., DECUYPERE E., GRIFFIN H., LECLERCQ B., et SORENSEN P., 1992.** Growth, feed conversion and body composition of 9 experimental lines selected on one of these traits (UNIC). *World's Poultry Science Association. Netherlands Branch*. 2: 211.

**LIN H., JIAO H.C., BUYSE J., et DECUYPERE E., 2006.** Strategies for preventing heat stress in poultry. *World's Poultry Science*. 62: 71-85.

**LU Q., WEN J., et ZHANG H., 2007.** Effect of chronic heat exposure on fat deposition and meat quality in two genetic types of chicken. *Poultry Science*. 86: 1059-1064.

**-M-**

**MAC DONALD K., BELAY T., DEYHIM F. et TEETER R., 1990.** Comparison of the 5-day acclimation and fasting techniques to reduce broiler heat distress mortality. *Poultry Science*, 69: 90.

**MBAJIORGU C.A., NG'AMBI D., et NORRIS D., 2007.** Effect of time of initiation of feeding after hatching and influence of dietary ascorbic acid supplementation on productivity, mortality and carcass characteristics of Ross 308 broiler chickens in South Africa. *International Journal of Poultry Science*. 6 (8): 583-591.

- MAC. LEOD M.G., 1985.** Factors influencing the agreement between thermal physiology Measurements and field performance in poultry. Arch. vet Méd, Leipzig, 38: 399 – 410.
- MAC. LEOD M.G. ,et Hocking P.M. (1993) Thermoregulation** at high ambient temperature in genetically fat and lean broiler hens fed ad libitum or on a controlled-feeding regime Br. Poult. Sci. 34, 589-596.
- MAC LEOD M .G.et HOCKING, 1993.** *Cité in N'DRI A.L., 2006* Étude des interactions entre génotype et environnement chez les poulets de chair et la poule pondeuse. Institut national agronomique, Grignon (France), 207p.
- MAGDELAINE P., COULETEL G., CHENUT R. 2013** Structures et organisation des filières volailles de chair en Europe : Analyse comparée des filières allemande, britannique, espagnole. ITAVI.
- MATHUR P.K. (2003)** Genotype-environment interactions: problems associated selection for increased production. In Muir W.M. and Aggrey S.E. (Eds.), Poultry Genetics, Breeding and Biotechnology, Cab International, Wallingford, UK, 83-99.
- MENDES A.A., WATKINS S.E., ENGLAND J.A., SALEH E.A., WALDROUP A.L., WALDROUP P.W., 1997.** Influence of dietary lysine levels and arginine: lysine ratios on performance of broilers exposed to heat or cold stress during the period of three to six weeks of age. Poult. Sci. vol 76, p.p.472-481.
- MELTZER A., 1983.** Acclimatization to ambient temperature and its nutritional consequences. World Poultry Science Journal. 43: 33-34.
- MÉRAT P., 1984.** Potential usefulness of the Na (naked-neck) gene in poultry production. World's Poultry Science. 42: 124-142
- MERDER J., et ARAD Z., 1989.** Panting and acid-base regulation in heat stressed birds. Comparative Biochemistry and Physiology. 94: 395-400.
- MITCHELL.M.A., et GODDARD C., 1990.** Some endocrine responses during heat stress induced depression of growth in young domestic fowls. Proceedings of the Nutrition Society. 49:129.
- MOUSS AEH.K.; BOUDOUMA D.; HAMMOUCHE D., 2012.** Impact de la technique de l'acclimatation précoce sur les performances zootechniques et le taux de mortalité chez le poulet de chair élevé en condition de stress thermique chronique ». Revue Recherche Agronomique INRAA N°24.
- MÔREKI J.C., 2008.** Feeding strategies in poultry in hot climates. Non-Ruminants Division, Department of Animal Production. Poultry Today. 0601.

**-N-**

**NASEEM M.T., SHAMOON NASSEEM M., YOUNIS ZAFAR IQBAL CH., AAMIR GHAFOR A.A., et AKHTER S., 2005.** Effect of potassium chloride and sodium bicarbonate supplementation on thermotolerance of broilers exposed to heat stress. *International Journal of Poultry Science*. 4 (11): 891-895.

**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 des sciences animales. Institut National Agronomique paris-grignon. 225 pages.

**NORMAND J., 2007.** Conduite d'élevage et alimentation des volailles. *Afrique Agriculture*. 357.

**NORTH M.O., 1978.** Commercial Chicken Production Manual. AVI Publishing Company, Westport, Connecticut.

**-O-**

**OFAL (2001) :** Observatoire des filières avicoles Rapport 2001 Ed. Alger ITPE.

**O.R.AVI.E.** (Office Régional d'Aviculture de l'Est). Contrôle sanitaire en aviculture du 11 août 2004. 25 p.

**OZKAN S., AKBAS Y., ALTAN O., ALTAN A., AYHAN V., et OZKAN K.,2003.** The effect of short –term fasting on performance traits and rectal temperature of broilers during the summer season. *British Poultry Science* .44: 88-95.

**-P-**

**PILARDEAU P., 1995.** Biochimie et nutrition des activités physiques et sportives. Tome 2 Masson, Abrégés, Paris. 571 pages.

**PEREZ M., De BASILIO V., COLINA Y., OLIVEROS Y., YAHAV S., PICARD M., et BASTIANELLI D., 2006.** Évaluation du niveau de stress thermique par mesure de la température corporelle et du niveau d'hyperventilation chez le poulet de chair dans des conditions de production au Venezuela. *Revue d'Elevage et de la Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*. 59 (1-4): 81-90.

**-R-**

**RAO R S V, NAGALAKSHIMI AND REDDY V R, 2002.** - Feeding to minimize heat stress. *Poultry Science*, 4(6) pp 396-398.

**ROUSSAN D.A., KHWALDEH G.Y., HADDAD R.R., SHAHEEN I.A., SALAMEH G., et AL RIFAI R., 2008.** Effect of ascorbic acid, acetylsalicylic acid, sodium bicarbonate, and

potassium chloride supplementation in water on the performance of broiler chickens exposed to heat stress. *Journal Applied Poultry Research*. 17: 141-144.

**RUCKEBUSCH Y.; PHANEUF L.P. et DUNLOP R., 1991.** Physiology of small and large animals. Philadelphia: B.C. DECKER.- 672 p.

-S-

**SETTAR P., YALÇIN S., TURKMUT L., ÖZKAN S., et CAHANER A., 1999.** Season by genotype interaction related to broilers growth rate and heat tolerance. *Poultry Science*. 78: 1353-1358.

**SMITH, A J. et OLIVER, L., 1971.** Some physiological effects of high temperature on the laying hen. *Poultry Science*. Vol 50, pp 912–916.

**SMITH M.O., et TEETER RG., 1988.** Effects of potassium chloride and fasting on broiler performance during summer. *Animal Science Research Report*. 18: 255-258.

**SMITH M.O., et GHEE G., 1990.** Effect of early acclimation and photoperiod on growth of broilers subjected to chronic heat distress. *Poultry Science*. 69 (1): 192.

-T-

**TEMIM S., CHAGNEAU A.M., PERESSON R., MICHEL J., GUILLAUMIN S., et TESSERAUD S., 1999.** Effects of chronic heat exposure and protein intake on growth performance, nitrogen retention and muscle development in broiler chickens. *Reproduction. Nutrition. Développement*. 39: 145–156.

**TEMIM S., 2000.** Effet de l'exposition chronique à la chaleur et de l'ingère protéique sur le métabolisme protéique du poulet de chair en finition. Thèse de Doctorat d'état, Université d'Aix Marseille. 109 pages.

**TEMIM S., BEDRANI L., AIN BAZIZ H., GHAOUI H., KADDOUR R., BOUDINA H., ADJOU K., COLLIN A., et TESSERAUD S., 2009.** Effet de l'acclimation précoce sur les performances de croissance et la morphométrie intestinale des poulets de chair élevés en conditions estivales méditerranéennes. *European Journal of Scientific Research*. 38 (1): 110-118.

**TURKYILMAZ M.K., 2008.** The effect of stocking density on stress reaction in broiler chickens during summer. *Turkish Journal Veterinary Animal Science*. 32 (1): 31-36.

-V-

**VALANCONY H., 1997:** Les moyens de lutte contre le coup de chaleur. *Journées de la Recherche Avicole* ; 2,153-160.

**VAN DER HORST F., 1998:** « La production du poulet de chair » ITAVI; Paris; PP. 10–18; PP. 25–28.

**VELDKAMP T., KWAKKEL R.P., FERKET P.R., SIMONS P.C., NOORDHUIZEN J.P., PIJPERS A. (2000)** Effects of ambient temperature, arginine-to-lysine ratio, and electrolyte balance on performance, carcass, and blood parameters in commercial male turkeys. *Poult. Sci.* vol 79, pp 1608-1616.

**VATHANA S., KANG K., LOAN C.P., THINGGAARD G., KABASA J.D., et TER MEULEN U., 2002.** Effect of vitamin C supplementation on performance of broiler chickens in Cambodia. *Deutscher Tropentag. Symposium “Challenges to organic farming and sustainable land use in the tropics and subtropics”* October 9-11, 2002. University of Kassel, Witzenhausen, Germany.

-W-

**WAIBEL P.E., et MACLEOD M.G., 1995.** Effect of cycling temperature on growth, energy metabolism and nutrient retention of individual male turkeys. *British Poultry Science.* 36: 39-49.

**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 mesotocinin domestic fowl (*Gallus domesticus*). *Comparative Biochemistry and Physiology.* Vol 4, pp 721–724.

**WASHBURN K.W., EL-GENDY E., et EBERHART D.E., 1992.** Influence of body weight on response to a heat stress environment. *Nineteenth World Poultry Congress.* Netherlands. 2: 53-56.

**WEISS , H.S., FRANKEL, H. AND HOLLANDS, K.G., 1963.** The effect of Extended exposure to a hot environment on the response of the chicken to Hyperthermia. *Canadian Journal of Biochemistry.* vol pp 41, 805–815.

**WHITTOW, G.C., STURKIE, P.D., STEIN, G., 1964.** Cardiovascular changes associated with thermal polypnea in the chicken. *American Journal of Physiology.* vol 207, pp 1349–1353.

-Y-

**YAHAV S., et HURWITZ S., 1996.** Induction of thermotolerance in male broiler chickens by temperature conditioning and early age. *Poultry Science.* 75: 402–406.

**YAHAV S., SHAMAI A., HOREV G., BAR-ILAN D., GENINA O., et FIEDMAN-EINAT M., 1997.** Effect of acquisition of improved thermotolerance on the induction of heat shock proteins in broiler chickens. *Poultry Science.* 76: 1428-1434.

**YAHAV S., 2000.** Domestic fowl-strategies to confront environmental conditions. *Avian Poultry Biology Review.* 11: 81-95.

**YAHAV S., et MAC MURTY J., 2001.** Thermotolerance acquisition in broiler chickens by temperature conditioning early in life: The effect of timing and ambient temperature. Poultry Science. 80: 1662-1666.

**YAHAV S., SASSON RATH R., et SHINDER D., 2004.** The effect of thermal manipulation during embryogenesis of broiler chicks (*Gallus domesticus*) on hatchability, body weight and thermoregulation after hatch. Journal of Thermal Biology. 29: 245-250.

**YALCIN S., SETTAR P., OZKAN S., CAHANER A., 1997.** Comparative Evaluation of three commercial broiler stocks in hot versus temperate climates. Poultry Science. vol 76, p.p. 921-929.

**YUNIS R., et CAHANER A., 1999.** The effects of naked neck (NA) and frizzle genes on growth and meat yield of broilers and their interactions with ambient temperatures and potential growth rate. Poultry Science. 78: 1347-1352.

**YUNianto VD., HAYASHI K., KANEDA S., OHTSUKA A., et TOMITA Y., 1997.** Effect of environmental temperature on muscle protein turnover and heat production in tube-fed broiler chickens. British Journal of Nutrition. 77: 897-909.

-Z-

**ZHANG Y., 1998.** La ventilation des porcheries et autres bâtiments d'élevage. Saskatoon.

**ZHOU, W., YAMAMOTO, S., 1997.** Brit. Poult. Sci. 38:107-114.

**ZUPRIZAL Z M, CHAGNEAU A M, GERAERT P.A.1993.** Influence of Ambient temperature on true digestibility of protein and amino acids of rapeseed and Soybean meals in broilers. Poultry Science. vol.72 , pp 289- 95.

### RÉFÉRENCE ÉLECTRONIQUES :

**AIN BAZIZ H., DAHMANI Y., BEDRANI L., MOKRANI N., BOUDINA. H., et TEMIM S., 2010.** Effet de la complémentation de l'eau de boisson en chlorure de potassium, bicarbonate de sodium et vinaigre sur les performances de croissance, la qualité de la carcasse et la température corporelle du poulet de chair soumis une température ambiante élevée. [En ligne] :

<http://www.Irrd.org/22/I/bazi22021.html> Consulté le : 02/03/2014.

**Amand G., Aubert C., Bourdette C., Bouvarel I and Chevalier D., 2004.** la prévention de coup de chaleur en Aviculture. Sciences et Techniques Avicoles, n° Hors-Série, p 64, from

<http://www.itavi.asso.fr/publications/revues/STA%20HS%202004%20PDF.pdf>



**NEDJRAOUI D., 2012.** Profile fourrager, le climat et les zones Agroécologiques. [En ligne]. [http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/Counprof/Algérie/Algérie.html #3](http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/Counprof/Algérie/Algérie.html#3). Consulté le : 02-03-2014.

**BOUDOUMA, D.et TEFFIEL, H., 2012.** Performances du poulet de chair acclimaté et élevé en conditions chaudes dans le nord de l'Algérie. [En ligne] :

[http://www.Irrd.cipav.org.co/Irrd 24/5/boud24080.htm](http://www.Irrd.cipav.org.co/Irrd%2024/5/boud24080.htm) consulter le: 02/03/2014.