

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Agronomiques

Laboratoire de Physiologie Animale Appliquée – LPAA –



Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

En sciences agronomiques

Option :

Génétique et reproduction animale

Par :

MSAID Oussama

Thème

Effet du stress thermique sur certains paramètres sanguins chez les poules locales

(Gallus gallus domesticus)

Soutenue publiquement le 04/07/2017 devant le jury :

Président	MOUATS AZIZ	Professeur	U. Mostaganem
Encadreur	HALBOUCHE MILOU	Professeur	U. Mostaganem
Co-encadreur	DAHLOUM LAHOUARI	MCB	U. Mostaganem
Examineur	KEBIR AHMED	Docteur, Vétérinaire spécialiste	LVR-Mostaganem

Année universitaire 2016/2017

Remerciement

Au terme de cette étude, nous remercions avant tout, Dieu tout puissant ALLAH qui nous a guidés sur le chemin de la science et nous a permis la réalisation de ce présent travail., il nous a inspiré les bons pas et les justes réflexes. Sans sa miséricorde, ce travail n'aura pas abouti.

Nos profond remerciements pour M. MOUATS Aziz et M. KEBIR AHMED d'avoir eu l'amabilité d'accepter volontairement et aimablement de critiquer et de juger ce travail, pour ses remarques judicieuses et son otique enrichissante qui vont valoriser notre recherche.

C'est avec beaucoup de reconnaissance que nous adressons nos sincères remerciements à l'égard de notre promoteur M. le docteur HALBOUCHE à l'université de Mostaganem qui a bien voulu, par son aimable bienveillance, diriger notre étude, qui a fait preuve d'une grande patience. Ses conseils, ses orientations ainsi que, sa confiance et sincérité et surtout ses qualités humaines et ses intérêts portés pour notre sujet de recherche nous ont permis de mener à terme ce projet. Son encadrement était des plus exemplaires.

Je n'arrive pas à trouver de mots suffisamment forts pour exprimer Mes remerciements que j'ai à l'égard du monsieur « DAHLOUM Lahouari » qui m'a donné la chance de travailler, le soutien et les conseils qu'il m'a prodigué tout au long de ce parcours de recherche, ainsi que l'autonomie qu'il m'a laissé, m'ont permis de réaliser cette thèse dans des conditions intellectuelles favorables au questionnement et à l'approfondissement de la pensée. Travailler avec lui est une expérience passionnante.

Nous remercions également tous nos enseignants(es) du département d'agronomie de Mostaganem et spécialement ceux de notre spécialité génétique et reproduction des animaux qui ont contribuées à notre formation.

Dédicace

Nous Dédions ce travail :

A nos deux familles : msaïd ET ladjale

A nos parents

...pour leurs sacrifices et leurs efforts consentis, qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde affection.

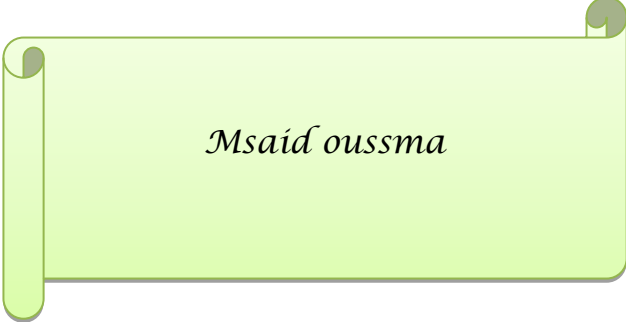
A Nos Frères et sœurs

...pour leurs compréhensions et leurs encouragements, qu'ils trouvent ici l'expression de notre sincère fraternité.

A nos chers collègues et amis(es)

*aziz, Hocine, Mohamed (Hamou), Mounir, mahdi, lilya, khadidja,
zakaria, fatima, houda*

...pour leurs aides et leurs encouragements durant tout le temps de notre travail.



Msaïd oussma

Liste des figures

Figure 1 : globules rouges des oiseaux

Figure 2 : Institut technique d'élevage

Figure 3 : carte géographique de ferme mazagran

Figure 4 : carte géographique de mazagran

Figure 5 : les limites de mazagran

Liste des tableaux

Tableau 1: Effets de la température ambiante sur la consommation alimentaire chez des poulets de chair à l'âge de 19 jours

Tableau 2: Effet de la température ambiante sur la digestibilité réelle des protéines (%) des deux matières premières, chez le poulet de chair âgé de 6 semaines. **ZUPRIZAL *et al.*, (1993)**

Tableau 3 : Effet d'une exposition chronique à la chaleur sur le poids des organes digestifs (g) des poulets Vedette mâles âgés de 6 semaines et alimentés avec un régime maïs-soja. **BONNET (1997)**

Tableau 4 : Effet d'une exposition chronique à la chaleur sur le poids des organes digestifs

Tableau 5: Température rectale et des paramètres hématologiques chez le poulet de chair en fonction du sexe et du traitement thermique

Liste des abréviations

G : gramme

J : jours

ONAB : Office National des Aliments du Bétail

PIB : publique

ITAVI : Institut technique avicole

ml : millilitre

μm : micromètre

GR : globule rouge

Ht : hématocrite

hb : hémoglobine

pH : potentielle d'hydrogène

PAF : Facteur d'Activation des Plaquettes

Mm : millimètre

MGG : May-Grundwald Giemsa

Résumé

Dans le but d'une meilleure connaissance de la biologie de la poule, une étude de caractérisation a été réalisée sur la poule locale algérienne à l'institut technique d'élevages de Mostaganem, en vue de déterminer les influences du stress thermique et du sexe sur les paramètres hématologiques et la viabilité. Elle a porté sur une population hétérogène composée de 20 sujets adultes.

L'ANOVA à 2 facteurs a révélé une influence très hautement significative ($P < 0,001$) du stress thermique sur la température rectale a son rôle d'affecter le même seuil l'hématocrite, la numération globulaire et la formule leucocytaire.

Indépendamment du sexe, l'hématocrite a été diminué ($P < 0,001$) à 40°C. La numération globulaire a été augmentée à 35°C puis elle a chuté à 40°C. En ce qui concerne la formule leucocytaire, à l'exception du taux des éosinophiles qui a été faiblement influencé par le stress thermique, les autres types de leucocytes ont été fortement influencés par le stress thermique aigu tandis que seulement les Monocytes et les Basophiles qui sont affectés par le stress chronique.

Mots clef: formule leucocytaire, hématocrite, numération globulaire, race locale, Eosinophiles, Monocytes, Basophiles, stress thermique aigu, stress thermique chronique.

The two-factor ANOVA revealed a very highly significant influence ($P < 0.001$) of thermal stress on rectal temperature to affect the hematocrit, blood cell count and leucocyte formula. Regardless of sex, the hematocrit was decreased ($P < 0.001$) at 40 ° C. The blood count was increased to 35 ° C and then dropped to 40 ° C. With the exception of Eosinophilia, which was weakly influenced by heat stress, the other leukocyte types were strongly influenced by acute heat stress, with only monocytes and Basophils affected by chronic stress.

Keywords: leucocyte count, hematocrit, blood count, local breed, Eosinophils, Monocytes, Basophils, acute heat stress, chronic heat stress

من أجل الحصول على معرفة أفضل لبيولوجيا الدجاج، أجريت دراسة التوصيف على الدجاجة المحلية في المعهد التقني لمزارع مستغانم من أجل تحديد تأثيرات الإجهاد الحراري والجنس على مكونات الدم وبقائها، هذه الدراسة وكشفت أنوفا بعاملين عن وجود تأثير كبير جدا، أجريت على مجموعة غير متجانسة مكونة من عشرين فرد بالغ لإجهاد الحراري على درجة حرارة المستقيم للتأثير على الهيماتوكريت، وعدد خلايا الدم وصيغة الكريات البيض. تم درجة 40 زيادة عدد خلايا الدم عندما بلغت درجة الحرارة 35 درجة مئوية ثم انخفض عندما بلغت درجة الحرارة مئوية فيما يتعلق بعدد كريات الدم البيضاء، باستثناء نسبة الخلايا الحامضية التي تأثرت بشكل طفيف الإجهاد الحراري أنواع أخرى من الكريات البيض تأثرت بشدة من الإجهاد الحراري الحاد في حين فقط وحيدات الخلايا و الخلايا القاعدية تأثرن من قبل الإجهاد المزمن.

الكلمات الرئيسية: عدد كريات الدم البيضاء، الهيماتوكريت، عد الدم، السلالة المحلية، الخلايا الحامضية، وحيدات الخلايا، الخلايا القاعدية، والإجهاد الحراري الحاد، والإجهاد الحراري المزمن

Remerciement

Dédicace

Liste des abréviations

Résumé

Table des Matières

Introduction générale	01
------------------------------------	----

Partie bibliographique

Chapitre I: La filière avicole

<i>Évolution de l'aviculture en Algérie</i>	02
I.1 Performances des filières avicoles	04
I.1.1 Facteurs liée à l'équipement (matériels)	04
I.1.2 Facteurs liés à l'homme	05
I.1.3 Facteurs liés à l'alimentation	05
I.2. Alimentation en Aviculture	05
I.3. Système d'élevage	05
I.3.1 Élevage fermier (élevage extensif)	06
<i>la poule locale en Algérie</i>	06
II.1. Conditions d'élevage de la poule en Algérie	07
II.2. Rendement de l'élevage avicole locale en Algérie	08
II.3. Caractérisation morfo-biométrique du poulet local	08

Chapitre II les paramètres sanguins chez les volailles

I.1. Globules rouges :	11
Les érythrocytes	11
I.1.2. Numération :	13
I.1.3. Durée de vie :	13
I.1.4. Rôle	14
I.2. Globules blancs :	14
I.2.1. Morphologie :	14
I.2.1.1. Les polynucléaires :	14
I.2.1.2.2. Les lymphocytes :	15

.I.2.3. Durée de vie :	16
.I.2.4. Fonctions des leucocytes :	16
.I.3. Cellules hémostatiques :	17
.I.3.1. Morphologie :	17
.I.3.2. Numération :	17
.I.3.4. Fonction des plaquettes (thrombocytes) :	17

Chapitre III stress thermique et thermorégulation chez les volailles

I. Définition de stress thermique	19
II. Types de stress thermique	19
.II.1 Stress thermique aigue	19
.II.2 Stress thermique chronique	19
III. Impacts du stress thermique sur les poulets	20
.III.1 Métabolisme de base	20
.III.2 Activité physique	20
.III.3 Performances de croissance	21
.III.3.1 Consommation alimentaire	21
.III.3.2 Croissance	22
.III.3.3 Mortalité	22
.III.4 Productivité	23
.III.4 Troubles hydro électrolytiques	23
.III.5 Digestibilité des nutriments	24
.III.6 Morphométrie digestive	24

PARTIE EXPERIMENTALE

Matériel et Méthode " Partie I sur terrain "

CHEPTEL EXPERIMENTAL	26
SITE ET PERIODE DU TRAVAIL :	26
PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	27
MATERIEL EXPERIMENTALE :	28
Application de stress thermique	28

Matériel et Méthode " Partie II dans le laboratoire "

L'HEMATOCRITE :	29
LA NUMERATION GLOBULAIRE :	29
.II.1 Globules rouges :	30
.II.2 Globules blanc :	30
Numération des leucocytes	31
FROTTIS SANGUIN	31
conclusion :	36
Références bibliographiques :	37

INTRODUCTION

Introduction

Durant les trois dernières décennies, la filière avicole Algérienne a connu l'essor le plus spectaculaire parmi les productions animales. Cependant, la filière connaît de nombreuses contraintes surtout de l'importante mortalité occasionnée en fin d'élevage lors d'importantes hausses de température (sirocco par exemple). Cette situation récurrente a amené de nombreux éleveurs à interrompre leur activité en saison estivale, désorganisant d'avantage la filière et générant des périodes de crise sur le marché.

Cette situation propre à plusieurs pays en zone tropicale (Brésil), et du bassin méditerranéen (France, Espagne, Algérie ...etc.) a amené la communauté scientifique à se pencher sur les effets causés par la chaleur sur la physiologie de l'animal et par conséquent sur la production et la productivité.

La partie bibliographique de cette étude présente le fonctionnement de la filière avicole en Algérie, les mécanismes de thermorégulation chez les poules ainsi que la réaction face à la chaleur et quelques particularités du sang chez les volailles.

La partie expérimentale a pour but d'évaluer les analyses hématologiques.

Après une brève description des protocoles expérimentaux et de la méthodologie de mesure adoptée, les principaux résultats sont rapportés et discutés.

La conclusion générale présente les points essentiels du travail et soulève quelques perspectives pour les travaux ultérieurs.

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : La filière avicole en Algérie et dans monde

I. Évolution de l'aviculture en Algérie

Au lendemain de l'indépendance 1962 et jusqu'à 1970 l'aviculture était essentiellement fermière sans organisation particulière, les produits d'origine animales et particulièrement avicoles occupaient une place très modeste dans la structure de la ration alimentaire de l'Algérien, la production avicole ne couvrait qu'une faible partie de la consommation de l'ordre de 250g /habitant/an de viande blanche en effet, l'enquête nationale de 1966-1967 a fait apparaître que la ration contenait 7,8g de protéine animales et celle 1979-1980 estimait à 13,40g/j de protéines animales, ce qui se rapproche des recommandations de la FAO-OMS fixée pour les pays en voie de développement (76g /j). Cette augmentation de l'apport protège l'origine animales dans la ration est du essentiellement à l'intérêt accordé au développement de l'aviculture.

La période 1969-1979 constitua l'amorce du programme de développement des productions animales, dont l'aviculture, c'est à travers l'Office National des Aliments du Bétail (ONAB) qui fut créé en 1969 et qui avait pour missions: La fabrication des aliments du bétail, la régulation du marché des viandes rouges et le développement de l'élevage avicole (DJEZZAR ,2008).

À partir 1974, il y a eu six coopératives avicoles de wilayas qui devaient assurer la distribution des facteurs de production, le suivi technique des producteurs, l'appui technique et la vulgarisation des aviculteurs. Malheureusement, ces coopératives n'ont pu jouer pleinement le rôle qui leur fut attribue en raison du manque de cadres spécialisés en aviculture et de moyens matériels.

Ces structures avaient été mises en place grâce à des initiatives locales et n'avaient pas reçu tout le financement et l'encadrement nécessaires (FENARDJI, 1990). La production avicole était assurée par le secteur étatique (Offices et Coopératives) et le secteur privé (éleveurs) ce dernier couvrait à lui seul 75 % et 55% des besoins nationaux, respectivement en poulets de chair et œufs de consommation (FENARDJI, 1990).

Au cours de la décade 1989-1990, les filières avicoles ont connu un développement considérable en relation avec les politiques avicole incitatives mises en œuvre, à l'origine leur mise en place reposé sur une approche volontariste de l'état qui a opté pour le développement d'une production avicole intensive, la mise en œuvre de cette politique à été confiée des 1970

à l'ONAB et depuis 1980 aux Offices Publics issus de la restructuration de ce dernier (ONAB, ORAC, ORAVIO, ORAVIE). Ce processus a mis cette fin aux importations de produits finis mais a accentué le recours aux marchés mondiaux pour l'approvisionnement des entreprises en intrants industriels (input alimentaires, poussins, reproducteurs, produits vétérinaires et équipements) (FERRAH, 2005).

La période 1990-2000 fut caractérisée par la mise en œuvre de réformes économiques dans le sens du passage d'une économie planifiée à une économie de marché. Au plan des structures, la filière avicole a connu depuis 1997 une restructuration profonde dans le sens de l'émergence d'entreprises et de groupes intégrés (aliments de Bétail, reproduction du matériel biologique, abattage) une étape importante à été franchie dans ce sens avec l'intégration de l'ensemble des Offices Publics impliqués dans la production avicole au sein du Holding Public « Agroman » (sphère de décisions stratégiques). C'est ainsi que, les Unités de production des offices (ONAB et Groupe Avicoles) ont été érigés en filiales (EURL) sous l'égide de Groupes Industriels Régionaux (GAO, GAE, GAC) dont l'actionnaire principal n'est autre que l'ONAB. Ce dernier exerce en outre les fonctions de centrale d'achat au profit des entreprises de la filière (FERRAH., 2005).

Depuis 2001, les entreprises publiques impliquées dans les filières avicoles font de nouveau, l'objet d'une troisième restructuration orientée vers la concentration des actifs envisagés dans le cadre de l'application de l'ordonnance du 20 Août 2001 relative à l'organisation, la gestion et la privatisation des entreprises publiques.

Dans ce contexte les Holding Publics ont été dissous et remplacés par des Minis Holding (Société de Gestion des Participations) au pouvoir de décision fort limité.

Par ailleurs, cette ordonnance a permis le regroupement des actifs publics en groupes industriels, dans cette optique les entreprises publiques furent fusionnées pour donner naissance à des groupes industriels.

La nouvelle approche de l'état en matière de restructuration industrielle voit la création d'un Conseil des Participations de l'État (CPE) en remplacement du CNPE, le CPE. Ce conseil jouit de prérogatives plus importantes, puisqu'il récupère les attributions des Holding et du CNPE en matière de privatisation (FERRAH., 2005). La filière avicole Algérienne a atteint un stade de développement qui lui confère désormais une place dans l'économie nationale en général

(1,1% du PIB national) et dans l'économie agricole (12% du produit agricole brut), en particulier (KACI et CHERIET., 2013).

I.1 Performances des filières avicoles

Le principal moteur de l'augmentation de la productivité de poulet standard a été la progression du potentiel génétique de croissance, la réduction concomitante de l'âge à l'abattage. Ce dernier à été rendue possible grâce aux progrès de la nutrition (qui permettent de satisfaire les besoins des poulets à moindre cout) de la zootechnie et de la médecine vétérinaire (BEAUMONT., 2004). Lorsque nous comparons les performances enregistrées dans la production de poulet de chair dans les pays industrialisés (notamment la France) avec celles du nome des souches de poulet de chair utilisées, nous constatons qu'il n'y a pas de différence notable. Aussi, et à titre d'exemple pour ce qui est de la souche du poulet de chair Hubbard F15, les performances enregistrées dans ce pays sont très proches de celles de la norme de la souche. C'est ainsi que nous notons un poids moyen de ordre de 34 00g au 56^{ème} d'âge et un indice de consommation de l'ordre de 2,00 au même âge.

En Algérie la situation est différente, car les performances enregistrées dans cette production et pour la même souche (Hubbard est la souche la plus utilisée) sont significativement inférieures à celles enregistrées dans les pays développés et à celle de la norme de la souche. C'est ainsi nous notons un poids moyen nettement plus faible de l'ordre de 2900-3100g au 60^{ème} jour d'âge et un indice de consommation assez élève de l'ordre de 3,00 au même âge (DJEZZAR ,2008). Cet écart de production est du éventuelle à plusieurs facteurs dont les plus importants sont :

I.1.1 Facteurs liée à l'équipement (matériels)

La quasi totalité des bâtiments avicoles (notamment ceux de la production chair) souffrent de sous équipements flagrant, ce qui retentit négativement sur les performances zootechniques enregistrées (poids moyens, gains de poids, indice de consommation.....etc.). Ainsi, nous rencontrons des élevages mal conçus, un matériel (mangeoire et /ou Abreuvoir....etc.) incompatible avec l'âge des animaux ou même parfois au type de la production et un matériel insuffisant par rapport à la taille de l'élevage.

I.1.2 Facteurs liés à l'homme

Le manque de techniciens spécialisés et qualifiés dans ce domaine de l'aviculture, pour gérer les ateliers avicoles, influe négativement sur le niveau des performances, particulièrement mauvaise maîtrise de l'hygiène à l'intérieur des élevages.

I.1.3 Facteurs liés à l'alimentation

L'alimentation s'avère parmi les problèmes majeurs qui compromettent les performances souhaitées dans la production de poulet de chair. Cela est le résultat de plusieurs problèmes dont les plus importants sont :

- Mauvaise qualité (valeur nutritive et /ou problèmes de mycotoxines...etc) des matières premières utilisées dans l'aliment de volaille (importées de plusieurs pays);
- Manque d'une maîtrise réelle de la formulation des aliments de volailles, par les usines qui les fabriquent (DJEZZAR, 2008).

I.2. Alimentation en Aviculture

En Algérie, les rations destinées à la volaille sont essentiellement composées de tourteau de soja et de maïs. Ces matières premières totalement importées, du Brésil en 2003, ces importations ont été de l'ordre de 516072 tonnes de maïs et 175015 tonnes de tourteau de soja. Pour le seul poste « matières premières » destinées à la fabrication des aliments et seulement pour les deux matières dominantes dans la formule, à savoir le maïs et le soja, la valeur des importations enregistrée en 2010 est de l'ordre de 1,1080 milliards de dollars US, soit 13% du total des importations en agroalimentaires estimées à 8,614 milliards de dollars en 2010 (CNES, 2011; KACI et CHERIET, 2013).

Cette situation entraîne un coût élevé de l'aliment et la substitution partielle de ces deux matières. Dans cette optique, le son de blé est devenu un des composants classiques des rations destinées à la volaille (BOUDOUMA., 2007).

I.3. Système d'élevage

Les systèmes d'élevages, c'est à dire la façon dont les agents économiques s'organisent autour de la production animale, peuvent être définis par l'ensemble des conditions techniques, économiques et organisationnelles qui les caractérisent (BRUCE, 1987).

I.3.1 Élevage fermier (élevage extensif)

L'aviculture fermière évoque l'idée d'une activité liée au fonctionnement de l'exploitation agricole ou de la ferme. L'ITAVI note, par ailleurs, que la notion de production avicole fermière est sous tendue par un élevage rationnel, c'est à dire appliquant une conduite d'élevage bien définie et qui doit permettre de répondre à un objectif précis de commercialisation (DELAVEAU, LE DOUARIN., 1988).

L'aviculture fermière est, en ce sens, une aviculture extensive caractérisée par un faible niveau des investissements pour les infrastructures, l'équipement et l'alimentation. Certains auteurs parlent, dans cette optique, d'aviculture rurale ou villageoise.

II. La poule local en Algérie :

Les races animales locales représentent un patrimoine original et unique du fait qu'elles ont développé des aptitudes zootechniques particulièrement utiles, en termes de performances de production et de qualités d'adaptation (Naves, 2011). Dans les pays en développement, les poules locales sont souvent classées en fonction de leurs phénotypes ou de leurs localisations géographiques. Elles sont élevées dans des systèmes semi- ou totalement divagants, exprimant ainsi un faible niveau de performances (Akouango et al., 2004). En revanche leur rusticité leur confère un avantage exceptionnel leur permettant de s'adapter aux conditions d'élevage et de climat difficiles (Fotsa, 2008).

En Algérie, comme dans les autres pays du Maghreb, l'aviculture traditionnelle représentait, jusqu'aux années 1960, la seule source de produits avicoles, mais le développement du secteur industriel a entraîné la marginalisation progressive du secteur traditionnel (AnGR, 2003 ; Raach-Moujahed et al., 2011). En l'absence d'une politique publique de gestion des ressources génétiques avicoles locales, ce secteur est ainsi très menacé par l'érosion génétique.

En revanche, les produits avicoles en provenance des élevages traditionnels restent toujours une source de viande bien appréciée, économique et facilement disponible pour la population rurale (Benabdeljelil et Arfaoui, 2001). Des stratégies de gestion et de valorisation des ressources avicoles locales sont donc nécessaires, à la fois, pour le développement économique rural et la sauvegarde de la biodiversité. La connaissance préalable de ces ressources et de leurs performances est recommandée.

En Algérie, peu d'études ont été réservées à la poule locale. La caractérisation phénotypique et les performances de croissance de la poule locale Kabyle au niveau de la Kabylie (région dans le Nord-Est algérien) ont été étudiées par Moula et al. (2009).

Concernant les populations des poules locales du Nord-Ouest algérien, il y a, à notre connaissance, une seule tentative de caractérisation phénotypique par Halbouche et al. (2009) qui repose sur une enquête menée dans quelques villages des wilayas de Mostaganem et Relizane. Les enquêtes ont révélé que les femmes sont majoritaires dans l'élevage de poules locales. La plupart des femmes dans les régions rurales sont des femmes au foyer, qui trouvent dans le revenu de vente des poules et des œufs (malgré sa modestie) un moyen pour assurer leur besoin. (Moula et al., 2012). Par ailleurs, les hommes sont plus concernés par l'élevage des ruminants (les ovins principalement), qu'ils considèrent prioritaire par rapport à l'élevage des poules.

Les poules se nourrissent de ce qu'elles trouvent dans leur milieu (graines, insectes, vers, sable, cailloux et quelques céréales) en plus de ce que leur donnent les éleveurs une à deux fois par jour. Généralement, les éleveurs distribuent les restes de cuisine (pain, vermicelle, riz, couscous...).

Selon les dires des éleveurs, leurs poules locales entrent en ponte à l'âge moyen de 6 mois. Elles couvent, de 2 à 6 fois par an, un nombre de 6 à 16 œufs par couvaison. La production annuelle moyenne par poule est de 78 œufs/an.

Le but de l'élevage traditionnel des poules dans les régions étudiées est rarement l'autoconsommation, mais le plus souvent une association entre l'autoconsommation et la vente des œufs ou bien entre la vente des œufs et de sujets vivants.

II.1. Conditions d'élevage de la poule en Algérie

La plupart des éleveurs ne se soucient pas d'offrir un logement à leurs volailles, et ceux qui le font n'assurent qu'un abri très sommaire. Plus des trois quarts des élevages sont en semi-liberté. Les poules passent le jour à se déplacer pour chercher leur nourriture et la nuit à l'intérieur des poulaillers. Ces derniers sont généralement exigus et ne protègent pas correctement les animaux contre les intempéries, les prédateurs et les agents pathogènes.

Les éleveurs interrogés ne pratiquent aucun système d'alimentation rationnel, les oiseaux se nourrissent de ce qu'ils trouvent au cours de la divagation. Le complément, constitué de déchets de maïs et de grains d'orge, est généralement prodigué en quantité insuffisante ; de plus, il est dépourvu de tout supplément vitaminique ou minéral.

Ces conditions d'élevage expliquent la faible productivité de la poule locale. En général, les performances trouvées dans cette étude sont comparables aux performances rapportées pour la poule locale dans des pays voisins et des pays africains.

II.2. Rendement de l'élevage avicole locale en Algérie

La production annuelle d'œufs rapportée dans la littérature pour les poules locales varie entre 25 et 150 (Fotsa et al., 2010), Ces faibles performances pourraient être améliorées par l'amélioration des conditions d'élevage et par la mise en place de plans de gestion et de sélection génétique.

Par ailleurs, le revenu modeste de la production avicole locale aide les éleveurs à assurer certains achats mais le poulet local lui rend des services beaucoup plus importants que les revenus budgétaires qu'il peut en tirer. Il est utilisé pour les sacrifices, surtout dans des fêtes religieuses, telles que la fête d'Achoura où la majorité des familles sacrifient des poulets locaux par préférence. Il est aussi utilisé comme cadeaux, les femmes rurales offrant des œufs à leurs visiteurs, à leur départ, pour exprimer leur générosité. Enfin, il est aussi utilisé dans certains traitements naturels (comme par exemple le traitement des angines par des pattes de poules mélangées à de l'oignon ou par des œufs mélangés à de la farine).

II.3. Caractérisation morpho-biométrique du poulet local

Concernant la caractérisation morpho-biométrique, une importante diversité phénotypique a été observée chez les poules locales de l'Oranie. Cette variation du phénotype caractérise généralement les poules locales et indique la présence de plusieurs mutations morphologiques qui résultent de la domestication et du mode de reproduction au hasard.

Quatorze couleurs de plumage ont été observées chez les populations de poules locales du Nord-Ouest algérien (doré, froment, noir, mille-fleurs, blanc, rouge, perdrix, caillouté, noir

cuivré, coucou, saumon, gris, herminé et marron) avec des fréquences variant de 21,3 à 0,6 %. La grande variété des couleurs des plumages est ainsi le résultat de multiples croisements non contrôlés depuis plusieurs décennies entre volailles ayant différents coloris de plumage, qui donnent naissance à d'autres combinaisons existant en faibles proportions (Akouango et al., 2004). Cette variation de couleurs de plumage chez les poules présente certains avantages : par exemple, à cause de l'absence de moyens d'étiquetage, les éleveurs utilisent certains traits, comme la couleur et les motifs des plumes, pour distinguer leurs poules les unes des autres.

Les mêmes couleurs de plumage ont été observées chez la poule kabyle mais avec des fréquences différentes. La couleur noire et la couleur blanche étaient les plus abondantes (16,8 et 15,9 %) (Moula et al., 2009). De même, ces variétés de couleurs de plumage ont aussi été observées dans plusieurs pays africains (Bénin, Cameroun, Congo Brazzaville et Sénégal) avec une répartition différente (Missohou et al., 1998 ; Akouango et al., 2004 ; Youssao et al., 2010 ; Fotsa et al., 2010).

Selon la répartition du plumage sur le corps, on distingue plusieurs phénotypes : « cou nu », « frisé », « tarse emplumés », « huppé » et « barbu avec favori » qui sont dus à des gènes à effets visibles (Fotsa et al., 2007). Le gène cou nu (Na) est décrit comme l'un des principaux gènes chez les poules locales qui a un effet sur la tolérance à la chaleur (Mérat, 1986). Néanmoins, le nombre de poules exprimant ce gène est assez faible dans nos populations d'étude (6 %). Le phénotype huppé est plutôt mieux représenté, surtout chez les femelles (11,1 %). Les poules portant ce phénotype sont souvent préférées pour leurs bonnes performances en termes de reproduction (Keambou et al., 2007). D'autres phénotypes tels que le « frisé » et les « tarse emplumés », cités dans d'autres pays africains, n'ont pas été observés dans la zone de notre étude.

La couleur des pattes est contrôlée par une ou plusieurs gènes (E, W, ID), de sorte que toute une variété de couleurs comme le blanc, le jaune, le vert et le noir peut apparaître. Le type sauvage (pattes grises, locus ID) est plus fréquent chez les femelles que chez les mâles. Une forte proportion de pattes jaunes est observée surtout chez les coqs. La forte présence de la coloration jaune des pattes et de la peau pourrait indiquer un phénomène d'introgression dans la population de poules locales car de nombreuses lignées commerciales ont la peau jaune. La fréquence importante de ce caractère pourrait aussi être un caractère d'adaptation à considérer.

Les caractéristiques observées pour la forme et la couleur des oreillons, la couleur des barbillons et des yeux et les caractéristiques du bec, sont semblables à celles qui sont rapportées pour les poules locales dans d'autres pays africains (Missohou et al., 1998 ; Benabdeljelil et Bordas, 2005 ; Keambou et al., 2007).

Le dimorphisme sexuel se traduit par une croissance plus rapide chez les mâles par rapport aux femelles, (Mallia (1998), Missohou et al. (1998), Benabdeljelil et Bordas 2005 ainsi que Keambou et al. 2007). Ce dimorphisme en faveur du mâle suggère qu'un programme de sélection sur les caractères de croissance serait plus avantageux avec ces derniers qu'avec les femelles (Keambou et al., 2007), mais il faut veiller à maintenir les capacités de reproduction de ces oiseaux.

La corrélation positive entre le poids et les autres mensurations corporelles (longueur des barbillons, hauteur de la crête, diamètre et longueur des pattes) suggère que la sélection pour l'un de ces paramètres corporels entraînerait une amélioration indirecte du poids corporel, (Apuno et al. 2011).

Chapitre II : les paramètres sanguins chez les volailles

Le sang est un tissu constitué de cellules sanguines ou d'éléments figurés libres en Suspension dans un milieu liquide : le Plasma. (BACHA et BACHA, 2000 et GAUTRAND, 2003) Chez les animaux domestiques le sang constitue environ 7 % du poids corporel. (KOLB, 2000).

Comme toute cellule, les cellules sanguines sont appelées à mourir un jour. Leur durée de vie peut être très faible : de quelques jours à quelques semaines. Pourtant, leur nombre reste Constant dans le sang. Les cellules sanguines sont produites constamment par l'organisme, Pendant toute la vie au cours d'un processus appelé : Hématopoïèse. (GEAY, 1995)

I/ Eléments figurés :

Les cellules sanguines sont de trois types : les globules rouges, les globules blancs et les plaquettes sanguines.

I.1. Globules rouges :

Les érythrocytes

Contrairement aux mammifères, l'érythrocyte aviaire mature est de forme elliptique et possède un noyau central ovale (Sturkie & Griminger, 1986; Thrall, 2004). Son cytoplasme est abondant et se colore rose-orang aux colorations standards (Campbell, 1994; Thrall, 2004). Ces cellules sont également de plus grandes tailles que leurs homologues mammifères, soit environ de 10,7 X 6,1 μm à 15,8 X 10,2 μm (Sturkie & Griminger, 1986) comparativement à 7,0 et 5,8 μm de diamètre chez le chien et le chat respectivement (Reagan et al, 2008).

À cause de la faible capacité des GR aviaires à se déformer, le sang des oiseaux est très visqueux (Fudge, 1997). Cette lacune est cependant compensée par l'importante densité capillaire (Fudge, 1997). Le métabolisme et la température corporelle élevée des oiseaux ont pour effet d'écourter la durée de vie des GR (Sturkie & Griminger, 1986). En effet, la durée de vie des érythrocytes varie de 28-35 jours chez le poulet, de 35-45 jours chez le pigeon, de 33-35 jours chez la caille, d'environ 42 jours chez le canard (Klein, 1959; Sturkie & Griminger, 1986) versus 100-115 jours chez le chien, environ 120 jours chez l'homme et 73 jours chez le chat (Christian, 2000). Comme chez les mammifères, l'hémoglobine (Hb) des érythrocytes aviaires contient quatre sous-unité shème contenant du fer et une protéine, la

globuline (Sturkie & Griminger, 1986). Cette dernière contient cependant du myoinositol pentophosphate (IP5), un composé ayant une plus faible affinité avec l'oxygène que le 2,3 diphosphoglycérate (DPG) de l'Hb des mammifères (Sturkie & Griminger, 1986). Cela a pour conséquence de déplacer la courbe de dissociation de l'oxygène vers la droite (Sturkie & Griminger, 1986) et serait associé à l'importante capacité d'extraction de l'oxygène par le système respiratoire aviaire (Armand, 1986).

Diverses méthodes hématologiques sont utilisées pour faire l'évaluation érythrocytaire. Parmi les plus utilisées on note la lecture du frottis sanguin, l'obtention des valeurs d'Hématocrite (ht) ainsi que le comptage des GR (Campbell & Ellis, 2007). L'Ht est facilement obtenu en mesurant la portion du volume du sang entier occupé par les érythrocytes via la centrifugation de capillaires à micro-hématocrite (Armand, 1986; Campbell & Ellis, 2007). Le plasma ainsi obtenu permet également l'évaluation des solides totaux (ST) à l'aide d'un réfractomètre (Campbell & Ellis, 2007). L'Ht normal des oiseaux varie entre 0,35 et 0,55 L/L (Dein, 1982; Jones, 1999; Porter, 2005; Thrall, 2004). Étant donné que l'ensemble des cellules hématopoïétiques aviaires sont nucléées, des biais sont inévitables lors du comptage des érythrocytes par des méthodes automatisées telles que le compteur électronique à impédance ou à la cytométrie de flux (Thrall, 2004). Certains auteurs recommandent tout de même l'utilisation de compteur automatisé, car une très faible proportion de leucocytes et de thrombocytes (0,1 %) sont généralement présents dans la circulation périphérique (Campbell & Ellis, 2007). Ce comptage peut également être ajusté par des facteurs de corrections (Mitchell & Johns, 2008). Des méthodes de comptage manuel tel que l'*Unopette* ou la *Natt and Herrick's* sont fréquemment utilisées (Campbell & Ellis, 2007).

Le nombre de GR, l'Ht et l'Hb sont influencés par divers paramètres tels que l'âge, le sexe, les hormones, l'hypoxie, les facteurs environnementaux et les maladies (Hebert et al, 1989; Howlett et al, 2002; Sturkie & Griminger, 1986).

Il a été démontré chez trois espèces d'outardes qu'avec une augmentation de l'âge, le comptage des GR ainsi que des valeurs d'Ht et d'Hb augmentent entre quatre et 24 semaines (Howlett et al, 2002). Plusieurs études ont permis de constater que les mâles ont des valeurs érythrocytaires supérieures aux femelles. L'une d'entre elles a été réalisée chez des mâles et des femelles sexuellement immatures et a démontré une diminution du nombre de GR suite à l'administration d'estrogène chez les deux sexes et une augmentation de ce nombre par l'administration d'androgène, ce qui suggère un effet de ces hormones sur l'érythropoïèse

(Sturkie & Griminger, 1986). La thyroxine aurait également un effet stimulant sur l'érythropoïèse (Sturkie & Griminger, 1986). Tout comme pour les mammifères, il a été démontré que le poulet, le pigeon et la caille ont la capacité d'augmenter leur Ht ainsi que leur nombre de GR en situation d'hypoxie (Sturkie & Griminger, 1986). Les périodes sans luminosité, les températures élevées, les forts niveaux de fer et de cuivre de la diète ont aussi comme effet d'augmenter l'Ht chez le poulet (Sturkie & Griminger, 1986; Zhou et al, 1998). Il est cependant probable que cette variation des paramètres érythrocytaires soit moins probante chez certaines espèces. En effet, aucune variation de l'Ht n'a été observée en fonction du sexe, de l'âge, de la saison (Dawson & Bortolotti, 1997).

Étant donné la courte durée de vie des GR aviaires, il est habituel d'apercevoir un certain nombre d'érythrocytes immatures à la lecture du frottis sanguin (Campbell & Ellis, 2007). Les polychromatophiles ainsi observés possèdent un cytoplasme plus basophile avec un noyau moins condensé que les GR matures (Campbell & Ellis, 2007; Thrall, 2004). Un pourcentage de 5 % et moins de polychromatophiles dans le sang périphérique est considéré normal chez la majorité des espèces aviaires (Campbell & Ellis, 2007).

1.1.2. Numération :

La numération érythrocytaire correspond au nombre d'hématies par unité de volume. (SCHALM et CARLSON, 1982 et GWALTER, 1992).

- **L'altitude :** les animaux élevés à haute altitude ont un nombre d'hématies supérieur à ceux d'animaux comparables vivants à une altitude plus basse. (KRAMER, 2000 ; MOORE, 2000 et LEDIEU, 2003)

Numération érythrocytaires chez les Volaille 2,5 – 3,5. CAMPBELL, 1995.

1.1.3. Durée de vie :

Les globules rouges ont une durée de vie limitée et doivent donc être continuellement renouvelés. Dans la moelle osseuse, des quantités importantes de globules rouges doivent être continuellement fabriqués. Les érythrocytes sénescents sont retirés de la circulation par les phagocytes mononucléés de la rate, du foie et de la moelle osseuse. (HERAULT, 1998).

I.1.4. Rôle :

Les principales fonctions des hématies sont : le transport de l'oxygène des poumons aux tissus périphériques, la participation au transport du gaz carbonique et la participation à la régulation du pH sanguin. (CANFIELD, 1998).

Les globules rouges contribuent au volume sanguin (par leur masse) et interviennent aussi dans la dynamique des fluides du sang. (COLES, 1986).

I.2. Globules blancs :

Les globules blancs, encore appelés leucocytes sont des cellules impliquées dans la défense de l'organisme ; ce sont des cellules nucléées plus volumineuses que les globules rouges. (BACHA et BACHA, 2000 et ALBUSADAH, 2004).

I.2.1. Morphologie :

Parmi les globules blancs on peut distinguer deux types cellulaires :

- Les polynucléaires (granulocytes).
- Les mononucléaires (a-granulocytes). (BACHA et BACHA, 2000)

I.2.1.1. Les polynucléaires :

Les polynucléaires sont caractérisés par la présence dans le cytoplasme d'un noyau polylobé et deux types de granulations : primaires ou azurophiles et spécifiques. On distingue trois types de polynucléaires : les neutrophiles, les éosinophiles et les basophiles. (BACHA et BACHA, 2000 et al).

I.2.1.1.1. Les neutrophiles (hétérophiles chez les oiseaux) :

Les neutrophiles sont des cellules rondes qui constituent la majeure partie des granulocytes mesurant entre 10 – 15 µm. (MOORE, 2000).

Le noyau présente des incisures et peut être divisé en 2 ou 5 lobes (noyau polylobé).

(BACHA et BACHA, 2000).

Le cytoplasme est faiblement coloré, caractérisé par la présence de granulations roses, on peut observer un renflement en forme de baguette chez les femelles (corps de BARR). (BACHA et BACHA, 2000).

Les neutrophiles des Volailles sont appelés hétérophiles, parce qu'ils possèdent des granulations secondaires éosinophiles de couleur rouge parfois rose, avec un noyau bilobé parfois trilobé (BACHA et BACHA, 2000).

I.2.1.1.2 Les éosinophiles :

Ces cellules rondes sont généralement plus grosses que les neutrophiles et les basophiles, et mesurent entre 12 – 18 μm . (STEFFENS, 2000).

Ils sont reconnaissables par leur cytoplasme bleu qui contient des granulations de couleur rouge-orangée à la coloration de May-Grundwald Giemsa et possèdent souvent un noyau bilobé, sans nucléole à chromatine dispersée. (STEFFENS, 2000 et YOUNG, 2000).

I.2.1.1.3. Les basophiles :

Les basophiles sont toujours les polynucléaires les plus rares dans le sang, mesurent entre 10 – 14 μm . (STEFFENS, 2000).

Les basophiles sont des cellules rondes avec un noyau peu segmenté (2 à 3 lobes au maximum). Le cytoplasme peu colorable contient de nombreuses granulations rondes de couleur bleu pourpre voire violette qui peuvent parfois masquer le noyau. (BACHA et BACHA, 2000). Chez les Volailles, le noyau des basophiles n'est pas lobé avec une forme ronde voir ovalaire. (CANFIELD, 1998 et LATIMER et BIENZLE, 2000).

I.2.1.2. Les mononucléaires :

Les mononucléaires sont des cellules à cytoplasme pourvues de quelques granulations azurophiles et un noyau non lobé, on distingue deux types cellulaires : les monocytes et les lymphocytes. (BACHA et BACHA, 2000).

I.2.1.2.1. Les monocytes :

Les monocytes sont les cellules ayant la plus grande taille des globules blancs présentes dans le sang circulant et mesurant entre 13 – 19 μm . (BACHA et BACHA, 2000).

Leur cytoplasme abondant, bleu-gris, au sein duquel on peut observer un noyau volumineux qui peut prendre différentes formes : bilobé, réniforme, en forme de fer à cheval, de haricot, de S ou ovoïde . (BACHA et BACHA, 2000).

I.2.1.2.2. Les lymphocytes :

Ces cellules arrondies mesurant entre 6 – 18 μm , possèdent un noyau qui comble presque toute la cellule avec assez peu de cytoplasme bleu-pâle. (CANFIELD, 1998 et PETTERINO et al, 2001).

Il existe deux types principaux de lymphocytes :

- Les lymphocytes T ;

- Les lymphocytes B qui peuvent se différencier en lymphocytes B à mémoire et en plasmocytes secrètent alors les anticorps. (SILIM et REKIK, 1992 ; DAY, 2000 et STEFFENS, 2000).

I.2.3. Durée de vie :

La durée de vie des granulocytes est beaucoup plus courte que celle des hématies. En raison de cette brièveté de vie, le tissu myéloïde de la moelle osseuse est proportionnellement plus important que le tissu érythropoïétique. (KOLB, 1975).

Leucocytes Durée de vie Auteurs

Neutrophiles 1 – 4 jours (SMITH, 2000) ; Eosinophiles 6 jours YOUNG, 2000 Basophiles 15 jours JAIN, 1986 SCOTT et STOCKHAM, 2000 ; Monocytes 1 ans BIENZLE, 2000 lymphocytes Quelques jours à quelques semaines, voire quelques années (Lymphocytes B mémoire). JAIN, 1993.

I.2.4. Fonctions des leucocytes :

Les leucocytes interviennent d'une façon générale, dans la défense de l'organisme vis à vis des agressions extérieures.

- **Les neutrophiles (hétérophiles)** : ces cellules sont impliquées dans la phagocytose de micro-organismes et d'autres particules étrangères à l'organisme (bactéries, levures), ils sont appelées : les microphages.

Elles sont les premières cellules mises en jeu lors d'inflammation, attirées sur les sites d'infections par des facteurs chimiotactiques, solubles, et libérées lors de la réaction pro-inflammatoire. (ANDREASEN et ROTH, 2000 et SMITH, 2000).

- **Les éosinophiles** : ils sont capables de la phagocytose des complexes immuns, bien que leur activité soit inférieure à celle du neutrophile. (YOUNG, 2000).

Les polynucléaires éosinophiles ont un rôle important dans l'immunité parasitaire puisqu'ils ont la capacité de détruire les parasites. (CAUZINILLE, 2003).

Ils interviennent également dans le contrôle des réactions d'hypersensibilité (allergies, asthme, inhibition de la dé-granulation des basophiles et des mastocytes). (YOUNG, 2000).

- **Les basophiles** : ce sont les médiateurs des réactions d'hypersensibilité immédiate (type I, Anaphylaxie). (SCOTT et STOCKHAM, 2000).

Ils ne possèdent pas de propriétés phagocytaires. Ces cellules peuvent également synthétiser un facteur d'agrégation plaquettaire ; le PAF (Facteur d'Activation des Plaquettes). (PETTERINO et al, 2001).

- **Les monocytes** : ce sont les précurseurs sanguins des macrophages qui sont plus larges et peuvent phagocyter des micro-organismes et des débris cellulaires. (BIENZLE, 2000 et STEFFENS, 2000).

Les phagocytes mononuclés interviennent aussi dans la présentation des antigènes aux lymphocytes T. (CANFIELD, 1998 et BIENZLE, 2000).

Chez les Volailles l'activité phagocytaire des hétérophiles est plus importante que les monocytes. (BOUNOUS et STEDMAN, 2000).

- **Les lymphocytes** : ce sont des cellules immunocompétentes. Les lymphocytes T sont responsables de la réponse immunitaire à médiation cellulaire (cytotoxicité, hypersensibilité). Les lymphocytes B sont à l'origine de la réponse immunitaire à médiation humorale (production d'anticorps). (ZORAN, 2000).

Les lymphocytes T peuvent être activés par les macrophages par la présentation des antigènes (cellules présentatrices d'antigènes). (DAY, 2000).

1.3. Cellules hémostatiques :

Ce sont des fragments cellulaires anucléés issus de la fragmentation d'un précurseur médullaire : le mégacaryocyte. (; BACHA et BACHA, 2000).

1.3.1. Morphologie :

Chez les mammifères ; après coloration au May-Grunwald Giemsa, les plaquettes apparaissent sous la forme d'éléments arrondis et discoïdes.

Le cytoplasme est gris-bleu avec de fines granulations azurophiles roses. (TABLIN, 2000).

Chez les Volailles ; les cellules hémostatiques sont des thrombocytes, éléments nucléés issus des thromboblastes. Les thrombocytes sont des cellules rondes avec un noyau rond parfois ovalaire et un cytoplasme clair qui possède de fines granulations roses.

La durée de vie des plaquettes varie selon les espèces animales; la destruction des plaquettes est réalisée par les phagocytes mononuclées et par leur consommation au cours de l'hémostase. (SCHALM et al, 1975 et CHABANNE et al, 2003).

1.3.4. Fonction des plaquettes (thrombocytes) :

Les plaquettes ou thrombocytes sanguins ont un rôle essentiel au niveau de l'hémostase : formation du clou plaquettaire afin d'arrêter la fuite sanguine (coagulation du sang) ; contribution à la formation de la fibrine et rétraction du caillot. (GENTRY, 2000 ; TABLIN, 2000 et CHABANNE et al, 2003).

Chez les Volailles, les thrombocytes possèdent également une activité phagocytaire plus importante que les hétérophiles et les monocytes. (CAMPBELL, 1995).

Chapitre III la thermorégulation chez les volailles

I. Définition du stress thermique

Un « stress » est un stimulus ou une succession de stimuli capable de rompre l'équilibre d'un organisme et laisser prise alors, à tout agent pathogène (CASTING., 1979).

Le stress thermique est la somme des forces extérieures à un animal homéotherme qui agissent pour modifier la température corporelle par rapport à l'état normal (YOUCEF M.K., 1984). Les animaux homéothermes dont les oiseaux, sont sensibles au stress thermique, parce qu'ils mettent en jeu un ensemble de mécanismes physiologiques pour maintenir leur température corporelle dans des limites compatibles avec une vie active permanente. C'est la mise en jeu de ces mécanismes thermorégulateurs qui aura une incidence sur la productivité des animaux. (Le MENEZ, 1987).

II. 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.

II.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.

II.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 : Nous parlons 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.

III. Impacts du stress thermique sur les poules

III.1 Métabolisme de base

Le métabolisme basal qui est défini comme la production de chaleur au repos en état de jeûne postprandial et dans la zone de neutralité thermique, n'est pas facile à mesurer. Il est habituellement estimé par la production de chaleur à jeun. Comme nous pouvons s'y attendre celle-ci diminue avec l'augmentation de la température ambiante (FARRELL 1988).

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

Le métabolisme basal peut aussi être réduit par la sélection génétique. En effet, les poulets White Leghorn (souche ponte) apparaissent plus tolérants à la chaleur que les autres souches commerciales et ceci pourrait s'expliquer par leur masse corporelle plus faible et leurs appendices, crêtes et barbillons, plus développés (MAC LEOD., 1984). Par ailleurs, les coqs, qui ont en général des appendices plus importants, tolèrent souvent mieux la chaleur que les pondeuses.

La composition corporelle peut aussi affecter le métabolisme de base. Celui-ci pourrait en effet augmenter avec l'accroissement de la masse maigre, si ce dernier est associé à une augmentation de la synthèse protéique. Toutefois, les génotypes de volailles maigres ou gras ne présentent pas de différence significative de production de chaleur à jeun (MAC LEOD et GERAER., 1988) et l'excès d'adiposité pourrait constituer un frein supplémentaire à l'élimination de la chaleur

III.2 Activité physique

La majorité des données provient des oiseaux adultes. Chez des pondeuses, la station debout par rapport à la position de repos accroît la production de chaleur de 25% (VAN KAMPEN., 1976). Nous pouvons cependant considérer qu'au maximum 15% de la production de chaleur journalière est dû à l'activité physique des poules pondeuses et peut être diminué jusqu'à 6% en fonction du génotype (MAC LEOD MG, 1984). Les poules passent 65% de leur temps couchés avec de fréquentes interruptions pour manger, boire ou se déplacer (MURPHY et PRESTON., 1988).

En fait, au moment de la position debout, les oiseaux produisent un bref efflux de chaleur et augmenteraient la surface corporelle disponible pour la perte de chaleur, par diminution du contact avec les autres poules ou le sol; nous pensons que la fréquence des périodes debout

contribuerait ainsi à la recherche d'un effet rafraîchissant. Chez des poules en croissance placés dans un environnement normal, environ 7% de l'EM ingérée est utilisée pour l'activité physique mais le rationnement alimentaire pourrait augmenter cette proportion jusqu'à 15% (WENK et VAN ES 1976). La légère augmentation (jusqu'à 17%) de la production de chaleur observée chez des poulets exposés à une température supérieure à celle du métabolisme minimum est à associer au coût énergétique dû au halètement.

L'augmentation de la fréquence respiratoire se traduit par une activité accrue des muscles associés à la respiration qui conduit à élever la production de chaleur. En environnement chaud et durant l'exercice physique, le halètement représente à lui seul jusqu'à 12% de l'accroissement de production de chaleur entre 35 et 40°C alors même que la fréquence respiratoire passe de 30 à 150 par minute. Toutefois l'accroissement de la demande énergétique par les muscles respiratoires pourrait être compensé par la diminution de la demande des autres tissus conduisant à peu ou pas de changement de la production de chaleur totale (HILLMAN et al 1985). Pour déterminer le coût énergétique réel du halètement, des études semblent encore nécessaires.

III.3 Performances de croissance

III.3.1 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). 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 2 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 thermo neutralité jusqu'à des températures de stress.

Tableau 1: Effets de la température ambiante sur la consommation alimentaire chez des poulets de chair à l'âge de 19 jours. **CASTELLO (1990)**

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

III.3.2 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).

Même lorsque le poulet est rationné en maïs évoluant dans 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.

III.3.3 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'emplument ou et 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 SOULEM., 1991).

III.4 Productivité

La chute de la productivité lors de l'exposition au chaud est inévitable et représente un manque à gagner considérable dans les élevages concernés. 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 intercurrente (HERMANN et CIER., 1970).

Les températures ambiantes élevées réduisent la croissance des poulets et ceci quelle 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 laquelle il n'y a plus équilibre entre productions et pertes entraînant une augmentation significative de la température rectale, semble se situer autour de 32°C chez les volailles domestiques (SMITH et OLIVIER., 1971).

III.4 Troubles hydro électrolytiques

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, une alcalose dite respiratoire (MARDER et ARAD., 1989).

L'élimination d'eau consécutive à la thermolyse évaporatoire entraîne un déséquilibre hydrique et minéral (fuite de potassium et de calcium notamment) que l'animal doit compenser. L'ingestion hydrique est toujours en élévation (100 à 150 ml supplémentaires sont consommés par jour et par animal de 3 à 5 semaines). Sans compensation, une déshydratation s'installe très vite.

La polypnée thermique a également un coût énergétique puisqu'il contribue à augmenter la fréquence respiratoire, mettant ainsi en jeu une participation active des muscles respiratoires. GERAERT (1991), estime que sous une température ambiante de 35 à 40°C, la polypnée thermique présente 12% de l'augmentation de la thermogénèse, alors que la fréquence respiratoire passe de 30 à 150 mouvements/ minute.

Selon HILLMAN *et al.*, (1985), il suffirait de réduire la demande énergétique des autres tissus pour compenser cette augmentation de la dépense énergétique due à la respiration, et maintenir constante la production de chaleur.

III.5 Digestibilité des nutriments

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 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 2: Effet de la température ambiante sur la digestibilité réelle des protéines (%) des deux matières premières, chez le poulet de chair âgé de 6 semaines. ZUPRIZAL *et al.*, (1993)

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

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 thermo-neutralité (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.

III.6 Morphométrie digestive

En conditions de stress thermique, des altérations morphologiques du tractus digestif sont observées. Les résultats des travaux de BONNET (1997) sur des poulets mâles âgés entre 4 à 6 semaines et exposés à deux températures ambiantes différentes 22 vs 32°C évoluent également selon cette tendance, tel que rapportés par le tableau 3.

Tableau 3 : Effet d'une exposition chronique à la chaleur sur le poids des organes digestifs (g) des poulets Vedette mâles âgés de 6 semaines et alimentés avec un régime maïs-soja. **BONNET (1997)**

Traitements \ Organes	22°C	32°C
Duodénum	15,6 ± 0,8	10,0 ± 0,6
Jéjunum	23,1 ± 1,0	13,2 ± 0,7
Iléon	20,3 ± 0,6	12,1 ± 0,5

III.7. Impact sur le poids des organes internes

Le poids de l'ensemble des organes est réduit en conditions de stress thermique. Les poids du pro-ventricule et du gésier sont eux aussi réduits à la chaleur, diminuant respectivement de -39 et -47% (tableau 4). Ces résultats vont dans le même sens que les études de MOUSS A K. *et al.*, (2015) qui rapportent que les poulets élevés à 32°C comparés à ceux élevés à 20°C ont un pro-ventricule et un gésier de plus petite taille, cet auteur met en relation cette dépression avec la diminution de l'ingéré alimentaire en conditions de contraintes thermiques.

Tableau 4 : Effet d'une exposition chronique à la chaleur sur le poids des organes digestifs

Traitements \ Organes	22°C	32°C
Foie	66 ± 2	40 ± 1
Pancréas	3,82 ± 0,12	2,58 ± 0,14
Jabot	7,27 ± 0,26	5,20 ± 0,21
Pro-ventricule	8,85 ± 0,67	6,36 ± 0,69
Gésier	28,8 ± 1,4	19,6 ± 1

Au vu de ces données bibliographiques, il apparaît clairement qu'en conditions de stress thermique, l'absorption intestinale est réduite, cette dernière pourrait s'expliquer selon MASHALY *et al.* (2004) par une réorientation du sang vers la périphérie en vue d'augmenter les échanges thermiques passifs. Ces mêmes auteurs indiquent que cette réorientation du flux sanguin au niveau du tube digestif et des organes viscéraux provoque une altération de l'absorption des nutriments. Quant à UNI *et al.* (2001), ils relient les baisses de la digestibilité aux altérations au niveau du jéjunum par la baisse des teneurs en hormones thyroïdiennes T₃ et T₄ connues pour être impliquées dans la stimulation de la prolifération des tissus intestinaux.

**PARTIE
EXPIRIMENTALE**

Matériel et Méthode

« Partie I sur terrain »

CHEPTEL EXPERIMENTAL

20 sujets adultes de poulets (dont 10 males et 10 femelles) ont été choisis au hasard dans différentes régions de la wilaya de Mostaganem pour construire une population hétérogène (race, sexe), et puis transporter vers le site d'étude.

SITE ET PERIODE DU TRAVAIL :



Figure 7 : Institut technique d'élevage



Figure 8 : Carte géographique de ferme mazagran

Le travail expérimental a été réalisé au niveau de la ferme de Mostaganem durant la période de 1 avril 2017 au 1 juin 2017. Les animaux expérimentaux (males, femelles) ont été logés sur sol. La surface respectée était de 16 m² / 10 sujets (males ou femelles). Ils ont été soumis aux mêmes conditions expérimentales d'alimentation et de prophylaxie. Les aliments et de l'eau étaient servis ad libitum.

PRESENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Mazagran (également orthographiée Mazaghran ou Mazagan) est une commune côtière de la wilaya de Mostaganem en Algérie.



Figure 9 : carte géographique de mazagran



Figure 10 : les limites de mazagran

Mostaganem bénéficie d'un climat de steppe. Il y a peu de précipitations, quelque soit la période de l'année, à Mostaganem.

Conduite d'élevage

Avant de démarrer l'expérimentation, tous les animaux ont été maintenus à une température d'élevage normale (phase d'adaptation) pendant 30 jours. Les animaux des deux sexes ont ensuite été soumis à deux types de traitement thermiques : un stress chronique (12 heures à 35 °C pendant 4 jours) et un stress aigu (12 heures à 40°C pendant un jour seulement). Les échantillons de sang ont été prélevés avant et après les traitements thermiques.

- Matériel d'élevage (mangeoires, abreuvoirs, radiants, ampoules, seaux, litière);

-Matériel de mesure :

- Thermomètre ;
- Matériel de nettoyage et désinfection ;
- Mètre ruban de couture

MATERIEL EXPERIMENTALE :

- bagues d'identification;
- Seringues ;
- Glacière ;
- les chauffages a gaze, bouteille a gaze ;
- Tubes EDTA ;

Application de stress thermique

Après un mois d'adaptation à 25°C comme un climat optimal, les échantillons sont soumis a un stresse de température élevé (35 °C) environ 12h/ jours durant 4 jours, j et dans la semaine suivante on a augmenté le degré de la température a 40 °C environ 12 h durent un seul jour seulement. Le sang est prélevé avant d'appliquer le stresse (25°C) et après chacun des deux teste (30°C et 40°C).

Le prélèvement du sang a été réalisé à l'aide d'une seringue par ponction vineuse d'une quantité de 2 ml par échantillon dans des tubes à essais contenant de l'anticoagulant EDTA (1,0 mg/ml de sang). Les échantillons sanguins sont ensuite transportés, sous froid dans une glacière, vers le laboratoire pour les analyses hématologiques.

Matériel et Méthode

« Partie II dans le laboratoire »

Le sang a servi à la détermination de l'hématocrite, de la numération globulaire et de la formule leucocytaire :

I. *L'HEMATOCRITE :*

Matériel

- Tube capillaire : diamètre = 1,5 mm, longueur = 75 mm.
- Cire molle ou pâte à modeler ou savon un peu pâteux.
- Centrifugeuse à micro-hématocrite (ou ordinaire, à main ou électrique, si défaut).
- Un abaque de lecture.

Mode opératoire :

Placer l'extrémité du tube capillaire cerclée de rouge dans le tube du prélèvement sanguin ou dans une goutte de sang ;

Le sang pénètre dans le tube par capillarité. Incliner si besoin le tube pour faciliter son remplissage. Le laisser se remplir environ aux $\frac{3}{4}$;

Boucher, avec la cire molle, l'extrémité du tube capillaire, sur environ 2 mm de longueur ;

Identifier les prélèvements sur chaque tube capillaire ;

Déposer les différents tubes capillaires dans les rainures du plateau de la centrifugeuse à micro-hématocrite. L'extrémité bouchée doit être posée à la périphérie du plateau. Centrifuger à grande vitesse 5 tour/ mn ;

Lecture sur l'abaque. . Les résultats sont représentés dans le tableau n°05.

II. *LA NUMERATION GLOBULAIRE :*

Matériel :

Pipette de Thoma globules rouges et pour globules blanc, liquide de dilution (lazarus et marcano), cellule malassez, lamelles, microscope optique.

Mode opératoire :

II.1 Globules rouges :

- Pipeter le sang jusqu'à la graduation : 0,5 ou 2 suivant la pipette. Essuyer l'extérieur de la pipette avec un papier buvard ; Compléter à la graduation 101 avec le liquide de dilution. On obtient ainsi une dilution au 1/200 ;
- Bien agiter par retournement pendant 1 minute ;
- Rejeter les 2 premières gouttes ;
- Monter en cellule de Malassez ;
- Laisser reposer 10 mn en chambre humide ;
- Procéder à la numération des éléments à l'objectif x40, on obtient ainsi n globules rouges (GR) ;

Numération des hématies :

On compte les hématies dans les quatre rectangles composés de 20 petits carrés situés aux quatre coins du quadrillage (= N) et on fait la moyenne des 4 valeurs trouvées : $m = N/4$ 1 rectangle = 1/100 mm³

--> le résultat final est donc : $m \times 100 \times 200$ (dilution) = $m \times 20\,000$ hématies/mm³ ou = $N \times 5\,000$ hématies/mm³.

. Les résultats sont représentés dans le tableau n° 05

II.2 Globules blanc :

- Pipeter le sang jusqu'à la graduation 0,5 de la pipette de Malassez, Essuyer l'extérieur de la pipette;
- Compléter à la graduation 11 avec le liquide de dilution (Lazarus).
- Bien agiter par retournement pendant 1 minute ;
- Rejeter les 2 premières gouttes ;

- Monter en cellule Malassez, Laisser reposer 3 minute, Procéder à la numération des éléments à l'objectif x40, on obtient ainsi n globules blancs (GB) ;

On compte les leucocytes dans 5 bandes horizontales (= N) ; 1 bande horizontale = 1/10 mm³.

On compte 5 bandes = 1/2 mm³. Il y a donc $N \times 2$ leucocytes/mm³ de sang dilué au 1/20.

--> Le résultat final est donc : $N \times 2 \times 20 = N \times 40$ leucocytes/mm³. Les résultats sont représentés dans le tableau n° 05

III. Numération des leucocytes (FROTTIS SANGUIN) :

Déposer une goutte de sang de taille moyenne à 1.5 cm du bord droit d'une lame dégraissée. Étaler par capillarité la goutte au contact de l'arête d'une deuxième lame rodée tenue à 45 degrés.

Pousser rapidement la deuxième lame vers la gauche de la première lame en entraînant le sang qui s'étale en une couche mono cellulaire (Frottis).

Si la goutte de sang est de taille convenable, le frottis doit se terminer à 1 cm environ du bord gauche de la lame.

COLORATION au MGG. (COLORATION SUR LAME)

- ✓ Déposer 10 à 15 gouttes de May-Grünwald sur le frottis et couvrir pour éviter l'évaporation. Pendant 3 mn. C'est la Fixation.
- ✓ Déposer 10 à 15 gouttes d'eau tamponnée et mélanger par rotation de la lame. 1 mn Égoutter
- ✓ Recouvrir de Giemsa dilué 15 mn. C'est la coloration.
- ✓ Égoutter
- ✓ Laver à l'eau neutre.
- ✓ Sécher au papier Joseph.

Numération des différents types des leucocytes :

Observation de la lame colorie sous microscope optique et on compte les différents types de leucocytes jusqu'à 100 leucocytes. Les résultats sont représentés dans le tableau n° 5.

Analyse des données

Une analyse de variance à deux facteurs a été appliquée sur les paramètres étudiés. Le test de Neman Keuls a été appliqué pour séparer les moyennes.

RESULTATS ET DISCUSSION

1. Paramètres morphologique :

L'exposition des poulets au stress thermique a permis de remarquer des changements dans son comportement physique, vocifération, halètement et enfoncement dans la litière. Un abaissement des ailes (ailes tombantes) et un changement de la couleur de la crête peuvent également être observés. Dans cette étude, nous n'avons pas constaté de mortalité durant toute la période expérimentale.

2. Paramètres sanguins :

On ce qui concerne la température rectale de la poule locale à différents niveaux de température (25°C, 35°C, 40°C) chez deux sexes différents : il ressort de l'ANOVA présentée dans le tableau 5 qu'elle a été affectée seulement par le stress thermique ($P < 0,001$).

Tableau 05. ANOVA de la température (°C) rectale en fonction du niveau de température (T) et du sexe (S).

Sexe	TN	STC	STA	S	T	ST
♂	41,39±0,92a	41,55±0,82a	40,79±0,82b	NS	***	NS
♀	41,56±0,66a	41,96±0,67a	40,78±1,01b			

TN= Température normale ; STC= stress thermique chronique ; STA= stress thermique aigu ; S x T : effet de l'interaction entre sexe et traitement thermique ; * $P < 0,05$; *** $P < 0,001$; NS= non significative, $P > 0,05$; a b c En fonction du niveau de température et Indépendamment du sexe, les moyennes de la même ligne affectées de la même lettre sont statistiquement comparables. a b entre les sexes dans chaque paramètre, les valeurs de la même colonne affectées de signes qui diffèrent sont statistiquement différentes. ♂= mâles, ♀=femelles.

La température rectale a été diminuée chez les deux sexes après l'exposition à 40°C donc le stress thermique aigu a affecté directement la température corporelle (0,001) par conséquent on a observé une variation des paramètres sanguins mesurés en fonction des 3 niveaux de températures (tableaux 6 et 7). Donc le stress thermique a eu une influence très hautement significative sur ces paramètres.

Le tableau 6 présente les variations de la numération globulaire (globule blanc et globule rouge) et le taux d'hématocrite chez les deux sexes à 3 niveaux de température.

Le stress thermique chronique a augmenté la numération globulaire ($P < 0,001$) tandis que l'hématocrite reste constante.

Tableau N°06. ANOVA de la numération globulaire (N/mm^3) et l'hématocrite (%) en fonction du niveau de température (T) et du sexe (S).

Les paramètres	sexe	TN	STC	STA	S	T	ST
Globules blancs ($10^3/mm^3$)	♂	11,06±1,18b	19,93±1,11a	2,37±0,45c	NS	***	NS
	♀	11,42±1,28b	20,50±0,63a	2,64±0,47c			
Globules rouges ($10^6/mm^3$)	♂	2,89±0,22b	3,65±0,15a	1,41±0,17c	NS	***	NS
	♀	3,01±0,11b	3,77±0,27a	1,35±0,18c			
Hématocrite (%)	♂	26,29±2,35a	26,82±2,45a	22,29±4,25b	NS	***	NS
	♀	27,22±2,93a	28,68±3,08a	21,71±2,42b			

Tableau 1 TN= Température normale ; STC= stress thermique chronique ; STA= stress thermique aigu ; ♂= mâles, ♀=femelles ; %= taux de volume globulaire ; S x T : effet de l'interaction entre sexe et traitement thermique ; * $P<0,05$; *** $P<0,001$; NS= non significative, $P>0,05$; a b c En fonction du niveau de température et Indépendamment du sexe, les moyennes de la même ligne affectées de la même lettre sont statistiquement comparables. a b entre les sexes dans chaque paramètre, les valeurs de la même colonne affectées de signes qui diffèrent sont statistiquement différentes.

L'influence très hautement significative ($P<0,001$) du stress thermique observer sur la numération globulaire à provoquer une diminution tres rapide des globules blanc et des globules rouges ainsi que l'hématocrite.

Nos résultats ne rejoignent pas ceux de Ozge et al (2000). Qui ont exposé les sujets à une température de $39^{\circ}C$ pendant 2h ni ceux de Keambou et al. (2014) dont les travaux on été conduits sur le poulet local et le poulet de chair soumis à $35^{\circ}C$. Ces auteurs n'ont constaté aucun effet du stress thermique sur la concentration des hématocrites.

En conditions de stress thermique, l'absorption intestinale est réduite. Selon MASHALY *et al.* (2004) ceci pourrait s'expliquer par une réorientation du sang vers la périphérie afin de favoriser les échanges thermiques ce qui explique l'augmentation de la numération globulaire suite à l'exposition au stress thermique.

Le métabolisme et la température corporelle élevée des oiseaux ont pour effet d'écourter la durée de vie des GR (Sturkie & Griminger, 1986) ce qui explique nos résultats après l'exposition au stress thermique aigue.

Dans le tableau 7 ANOVA 2 facteur montrent que, toute numération des cellules leucocytaires 5 (lymphocytes, Monocytes, Eosinophiles, Hétérophiles, Basophiles), ont été significativement affecté par l'élévation de température.

Tableau N°07. ANOVA de la numération leucocytaire (%) en fonction du niveau de température (T) et du sexe (S).

Les leucocytes	Sexe	TN	STC	STA	S	T	ST
Lymphocytes (%)	♂	64,3±4,03b	64,4±5,25b	76,1±5,72a	NS	***	NS
	♀	64,8±5,03b	64,90±4,58b	73,6±2,98a			
Monocytes (%)	♂	1,7±1,34c	7,10±2,02a	3,70±1,49b	NS	***	NS
	♀	2,00±1,7c	7,40±1,77a	3,60±1,65b			
Eosinophiles (%)	♂	2,1±1,45a	2,80±1,40a	1,10±0,99a	NS	*	NS
	♀	2,2±1,62a	2,40±1,78a	1,3±1,25a			
Hétérophiles (%)	♂	26,6±4,65a	23,3±6,91a	13,1±5,99b	NS	***	NS
	♀	25,20±5,70a	21,90±7,10a	15,20±4,07b			
Basophiles (%)	♂	5,30±2,00a	2,40±1,26b	6,00±2,11a	NS	***	NS
	♀	5,80±1,87a	3,40±1,35b	6,30±1,77a			

Tableau 2 TN= Température normale ; STC= stress thermique chronique ; STA= stress thermique aigu ; ♂= mâles, ♀=femelles; % = nombre de type cellulaire par cent unité de globule blanc; S x T : effet de l'interaction entre sexe et traitement thermique ; *P<0,05; ***P<0,001 ; NS= non significative, P>0,05 ; a b c En fonction du niveau de température et indépendamment du sexe, les moyennes de la même ligne affectées de la même lettre sont statistiquement comparables. a b entre les sexes dans chaque paramètre, les valeurs de la même colonne affectées de signes qui diffèrent sont statistiquement différentes.

En particulier :

Le stress thermique chronique a augmenté le nombre des Monocytes et diminué le nombre des basophiles. Et puis le stress thermique aigu a augmenté le nombre des lymphocytes ainsi que les basophiles, à l'inverse pour les Monocytes et les hétérophiles. Ozge et al. ont trouvé que le stress aigu a diminué la majorité de la population leucocytaire (lymphocytes, Hétérophiles, les Basophiles) ce qui se oppose de nos résultats sauf que les hétérophiles et les Monocytes.

La température élevée favorise l'apparition des agents pathogènes ce qui explique probablement l'augmentation du nombre des leucocytes comme système immunitaire actif face aux maladies provoquées par l'élévation de la température

Conclusion

Conclusion

Les paramètres hématologiques et ses connaissances peuvent être utilisés pour évaluer la santé ainsi que le statut physiologique des animaux notamment dans notre cas de stress thermique qui a provoqué des variations de ces paramètres.

Les races locales montrent une résistance au stress thermique.

Le poulet local peut être utilisé efficacement dans les programmes d'amélioration génétique, par métissages contrôlée et la sélection des souches hautement productives pour la création des stocks adaptés aux systèmes de production des pays tropicaux chauds.(Arad et Marder ,1982).

En perspectives, il serait intéressant de reproduire nos travaux en étendant notre zone d'étude avec des effectifs plus importants et d'explorer d'autres paramètres sanguins, notamment hormonaux et de faire une régression avec d'autre paramètre corrélées avec les paramètres sanguins a fin de facilité les diagnostics des maladies aviaires .

REFERENCERS
BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Akouango et al. 2004**, Akouango F., Mouangou F., Ganongo G. Phénotypes et performances d'élevage chez les populations locales de volailles de genre au Congo Brazzaville. Cahiers Agricultures.
2. **Benabdeljelil et Arfaoui, 2001** Benabdeljelil K., Arfaoui T. characterisation of Beldi chicken and turkeys in rural poultry flocks of Morocco. Current statement and future outlook. Animal Genetic Resources Information. 2001;31:87-95.
3. **Benabdeljelil et Bordas, 2005 Benabdeljelil K, Bordas A, 2005**. Prise en compte des préférences des éleveurs pour la caractérisation des populations locales de poulets au Maroc. Sixièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo, 30 et 31 mars 2005.
4. **Fotsa et al., 2010** Fotsa J.C., Rognon X., Tixier-Boichard M., Coquerelle G., Poné Kamdem D., Ngou Ngoupayou J.D. Caractérisation phénotypique des populations de poules locales () de la zone forestière dense humide à pluviométrie bimodale du Cameroun. Animal Genetic Resources. 2010;46:49-59. Gallus Gallus.
5. **Fotsa, 2008 Fotsa JC, 2008**. Caractérisation des populations de poules locales (gallus gallus) au Cameroun. Thèse de doctorat, AgroParisTech, Paris.
6. **Halbouche et al., 2009** Halbouche M, Dahloum L, Mouats A, Didi M, Ghali S, Boudjenah W, Fellahi A, 2009. Inventaire phénotypique des populations avicoles locales dans le Nord-Ouest algérien. Actes des premières journées d'étude ressources génétiques avicoles locales : potentiel et perspectives de valorisation, 23 et 24 juin 2009, université de Mostaganem.
7. **Keambou et al., 2007** Keambou T.C., Manjeli Y., Tchoumboue J., Teguaia A., Iroume R.N. Caractérisation morphobiométrique des ressources génétiques de poules locales des hautes terres de l'ouest Cameroun. Livestock Research for Rural Development. 2007;19:article # 107.
8. **Mérat, 1986** Mérat P. Potential usefulness of the Na (Naked Neck) gene in poultry production. World's Poultry Science Journal. 1986;42:124-142.
9. **Missohou et al., 1998** Missohou A., Sow R.S., Ngwe-Assoumou C. Caractéristique morphologique des poulets du Sénégal. Animal Genetic Resources Information. 1998;24:63-69.
10. **Moula et al., 2009** Moula N., Antoine-Moussiaux N., Farnir F., Detilleux J., Leroy P. Réhabilitation socioéconomique d'une poule locale en voie d'extinction : la poule Kabyle (Thayazit lekvayel). Annales de Médecine Vétérinaire. 2009;153:178-186.
11. **Moula et al., 2012** Moula N., Detiffe N., Farnir F., Antoine-Moussiaux N., Leroy P. Aviculture familiale au Bas-Congo. République Démocratique du Congo (RDC).

Livestock Research for Rural Development. 2012;24.
<http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/124718/1/LRRD.pdf>

12. **Naves et al., 2011** Naves M., Alexandre G., Mahieu M., Gourdine J.L., Mandonnet N. Les races animales locales : bases du développement innovant et durable de l'élevage aux Antilles. *Innovations Agronomiques*. 2011;16:193-205. SHELDON B.W , CURTIS P.A , DAWSON P.L et FERKET P.R , 1997 *Poult. Sci* 76 :634
13. **SMITH A.J et OLIVER J , 1971** Some physiological effects of high environmental temperatures on the laying hen. *Poult. Sci.*, 50: 912-925.
14. **SYKES A.H,1977** . Nutrition-environment interactions in poultry. In *Nutrition and the climatic environment*, Hare-sign w., Swan H. and Lewis D. Eds, Butterworths, Sevenoaks (GB) 17-30.
15. **WASHBURN K.W, et EBERHART D., 1988**. The effect of environmental temperature on fatness and efficiency of feed utilization. 18th World's Poult. Cong., 04-09/9/1988, Nagoya, Japan, Jap. Poult. Sci. Ass., 1166-1167.
16. **ALBUSADAH.K (2004)** : Blood and his Function in Camel. *Science and Technology*, 70 ; 24 – 28. and JAIN.N.C editors. Philadelphia : Lippincott, Williams and Wilkins, U.S.A, 417 – 432.
17. **ANDREASEN.C.B et ROTH.J.A (2000)** : Neutrophil Functional normalities. In : *Schalm's Veterinary Hematology*, 5th edition. FELDMAN.B.F ; INKL.J.G and JAIN.N.C editors. Philadelphia : Lippincott, Williams and Wilkins, .S.A, 356 – 365.
18. **Armand WB (1986)** Avian clinical hematology and blood chemistry. In *Zoo & wild animal medicine*, Fowler ME, Mark L. Morris Animal undation. (eds), 2nd edn, pp 263-276. Philadelphia ; Toronto: Saunders.
19. **BACHA.W.J.J et BACHA.L.M (2000)** : Color Atlas of Veterinary Histology, 2nd. edition. Part 6 : Blood. Lippincott Williams and Wilkins, U.S.A.
20. **Beaumont c,le bilan – du val 1E ,Juin Magdeleine.2004**.productivité qualité du poulet De chair inraprod , *Anim* 17 (4) :265 -273.
21. **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.
22. **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.*

23. **BOUNOUS.D.T et STEDMAN.N.L (2000)** : Normal Avian Hematology : Chicken and Turkey. In : Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition.
24. **BRUCE C., 1987** : Developement of new poultry and egg products ; « l'aviculture dans les régions chaudes » Rapport du symposium international - RFA, 1987 - pp 1-27
25. **CANFIELD.P.J (1998)** : Comparative Cell Morphology in the Peripheral Blood Film From Exotic and Native Animals. Aust. Vet. J, 76 ; 793 – 800.
26. **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.
27. **CAUZINILLE.L (2003)** : Neurologie Clinique du Chien et du Chat. Chapitre 2 : Examen Complémentaire. Editions du Point Vétérinaire, France.
28. **CNES (centre National de l'économie et des statistiques), 2011** : Importation des intrants avicoles .série Statistiques de commerce extérieur , Alger, Algérie. conférence of the Association of Avian Veterinarians, pp 5-29. Atlanta.
29. **DAY.M.J (2000)** : Biology of Lymphocytes and Plasma Cells. In : Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition. FELDMAN.B.F ; ZINKL.J.G and AIN.N.C editors. Philadelphia : Lippincott, Williams and Wilkins, U.S.A, 240 – 246.
30. **Dein JF (1982)** Avian clinical hematology. In Proceedings of the annual distribution in ducks. Am J Vet Res 50: 958-960. Evaporative losses of water by birds. Comp. Biochem. Physiol., 71: 495- 509.
31. **Fudge AM (1997)** Avian clinical pathology-hematology and chemistry. In Avian medicine and surgery, Altman RB (ed), 1st edn, pp 142-157. Philadelphia ; Montreal: Saunders.
32. **GAUTRAND.C (2003)** : Les Modalités de Prélèvement Sanguins. Personnel Soignant n° 3. Supp. Prat. Méd. Chir. Anim. Comp, 2003, 38 ; 15 – 18.
33. **GEAY.T (1995)** : Hématopoïèse Animale et Humaine, Utilisation Thérapeutique des Facteurs de Croissance Hématopoïétiques. Thèse Doctorat Vétérinaire, Lyon, France.
34. **GENTRY.P.A (2000)** : Platelet Biology. In : Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition.
35. **GERAERT P.A., 1991.** Métabolisme énergétique du poulet de chair en climat chaud. INRA Prod. Anim., 1991, 4 (3) : 257-267.
36. **GERAERT, P.A., GUILLAUMIN, S. AND LECLERCQ, B., 1992:** Effect of High ambient tempera-true on growth, body composition and energy metabolism of

Genetically lean and fat malechickens.Proceedings of the 19th World's Poultry Congress2, pp109–110.

37. **GOGNY M. et SOULIEM O., 1991** : Le stress thermique en élevage avicole : aspect physiopathologiques et déduction thérapeutiques. *Revue Méd Vét.*, 142, 11, 805-810
38. **Hebert R, Nanney J, Spano JS, Pedersoli WM, Krista LM (1989)** Erythrocyte
39. **HILLMAN P.E., SCOTT N.R., VAN TIENHOVEN A., 1985.** Physiological responses and adaptations to hot and cold environments. In : Yousef M.K., Ed. *Stress physiology in Livestock*, vol III Poultry, 124-136, CRC Press, Boca Raton (USA). 2-71.
40. **HILLMAN P.E.; SCOTT N.R. et VAN TIENHOVEN A., 1985. Jones MP (1999)** Avian clinical pathology. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract.*
41. **KOLB.E (1975)** : *Physiologie des Animaux Domestiques. Chapitre VII : La Physiologie des Liquides Corporels / Le sang.* Vigot Frères Editeurs, France.
42. **KRAMER.J.W (2000)** : Normal Hematology of the Horse. In : *Schalm's Veterinary Hematology*, 5th edition. FELDMAN.B.F ; ZINKL.J.G and JAIN.N.C editors. Philadelphia : Lippincott, Williams and Wilkins, U.S.A, 1069 – 1074.
43. **LARBIER M., et LECLERCQ B., 1992.** *Nutrition et alimentation des volailles*, INRA Edition, Paris. 355 pages.
44. **LATIMER.K.S et .D (2000)** : Determination and Interpretation of the Avian Leukogram. In : *Schalm's Veterinary Hematology*, 5th edition. FELDMAN.B.F ; ZINKL. J.G.
45. **MAC . LEOD M.G., 1984.** Factors influencing the agreement between thermal physiology measurements and field performance in poultry.*Arch. vet Méd, Leipzig*,38: 399 – 410.
46. **MAC LEOD M.G; et GERAERT P.A., 1988.** Energy metabolism in genetically fat and lean birds and mammals (109 -120) . In *leanness in domestic birds.* Leclerq B. &Whitehead. C.C.- Sevenoacks: Butterworths
47. **MARDER J. et ARAD Z., 1989.** Panting and acid-base regulation in heat stressed birds. *Compar. Biochem. Physiol.*, 94A: 395 -400.
48. **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 rations 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.

49. **MOORE.D.M (2000)** : Hematology of Rabbits. In : Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition. FELDMAN.B.F ; ZINKL.J.G and JAIN.N.C editors. Philadelphia : Lippincott, Williams and Wilkins, U.S.A, 1100 – 1106.
50. **MOUSS A.K., YAKHLEF H., HAMMOUCHE D., 2015.** « Étude morphométrique des différents compartiments du tube digestif du poulet de chair soumis au stress thermique chronique ». le VIIème Séminaire International de Médecine Vétérinaire. P 28.
51. **MURPHY L.B. et PRESTON A.P., 1988.** Time-budgeting in meat chickens growth commercially. Br. Poult. Sci., 29: 571-580.
52. **PETTERINO.C ; CAPPURO.C et CASTAGNARO.M (2001)** : Physiology, Cytomorphological Identification Identification and Criteria of Evaluation of Hematopoietic Cells of the Bone Marrow. Euro. J. Comp. Anim. Pract, 15 : 3, 45 – 60 Philadelphia : Lippincott, Williams and Wilkins, U.S.A, 308 – 317. pigeon. J Morphol 123: 405-439.
53. **Reagan WJ, Irizarry Rovira AR, DeNicola DB (2008)** Normal red blood cell morphology. In Veterinary hematology : atlas of common domestic and non domestic Réduction thermique Adaptation respiratoire et circulatoire de l'exercice musculaire Paris :Masson & Cie.
54. **SCHALM.O.W ; JAIN.N.C et CAROLLE.E.J (1975)** : Veterinary Hematology, 3rd edition. Edition Lea and Fibiger, Philadelphia, U.S.A.
55. **SCOTT.M.A et STOCKHAM.S.L (2000)** : Basophils and Mast Cells. In : Schalm's
56. **SILIM.A et REKIK.M.R (1992)** : Immunologie des Oiseaux. Dans : Manuel de Pathologie Aviaire. Editée par : BRUGERE-PICOUX.J et SILIM.A. Edition Maisons-Alfort, France, 87 - 96.
57. **STEFFENS.W.L (2000)** : Ultrastructural Features of Leukocytes. In : Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition. FELDMAN.B.F ; ZINKL.J.G and JAIN.N.C editors. Philadelphia : Lippincott, Williams and Wilkins, U.S.A, 326 – 336.
58. **Sturkie PD, Griminger P (1986)** Body fluids: Blood. In Avian physiology,
59. **TABLIN.F (2000)** : Platelet Structure and Function. In : Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition. FELDMAN.B.F ; ZINKL.J.G and JAIN.N.C editors. Philadelphia : Lippincott, Williams and Wilkins, U.S.A, 448 – 452.
60. **Thrall MA (2004)** Veterinary hematology and clinical chemistry, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

61. **VAN KAMPEN M., 1976.** Activity and energy expenditure in laying hens. J. Agric. Sci., 87 : 81-88 Veterinary Hematology, 5th edition.
62. **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.
63. **WENK S. et VAN ES A.J.H., 1976.** Energy metabolism of growing chickens as related to their physical activity. Proc. 7th Energy Metabolism Symp., sept 1976. Vichy (France) Vermorel M. Ed. EAAP Publ. n°19: 189-192.
64. **YOUCEF M.K., 1984.** Stress Physiology in livestock. Vol. 1: Basic Principles.-Boca Raton: CRC Press.-Inc .- 2
65. **YOUNG.K.M (2000) :** Eosinophils. In : Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition.
66. **ZORAN.D (2000) :** Immunodeficiency Disorders. In : Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition. FELDMAN.B.F ; ZINKL.J.G and JAIN.N.C editors. Philadelphia : Lippincott, Williams and Wilkins, U.S.A, 941 – 946.
67. **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.
68. **Özge ALTAN, Ali ALTAN, Metin ÇABUK, Hakan BAYRAKTAR** Ege university, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science 35100, Bornova, Izmir-TURKEY ; Effects of Heat Stress on Some Blood Parameters in Broilers.
69. **Kuldeep Kumar Panigrahy¹, Kumaresh Behera², Lal Mohan Mohapatra², Aditya Prasad Acharya³, Kamdev Sethy⁴, Sasmita Panda² and Shailesh Kumar Gupta¹, (2017).** Sex-related differences in hemato-biochemical indices of adult Vanaraja chickens during summer and winter seasons.
70. **A Hako Touko, Y Manjeli, J Awah-Ndukum et T C Keambo,** Influence du type génétique et du sexe sur les paramètres hématologiques et la viabilité de la poule locale Camerounaise (Gallus domesticus).