



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE POPULAIRE
MINISTRE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR

UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGHANEM
FACULTE DES SCIENCES NATURELLES ET DE LA NATURE

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

THEME

**Influence du stress thermique sur la qualité de la viande du poulet
local « cou nu »**

Présenté par :

LAOUFI Chaimaa

Membre du jury :

Président : Mme SAIAH Farida MCB

Examinatrice : Mme YAHIAOUI Hassiba MCB

Encadreur : Mme SOLTANI Fatiha MAA

2019/2020

REMERCIEMENTS

Je tiens en premier à remercier «ALLAH » le tout-puissant de m'avoir donné le courage, la volonté, l'amour du savoir et surtout la patience.

Je tiens à remercier également mes chers parents, mes frères (ABDELKADER et MUSTAPHA), et mes sœurs (AMEL et AMINA) pour leurs grands soutiens qu'ils m'ont apportés tout au long de mes études.

Je remercie aussi mon fiancé (AMAR) qui m'a toujours soutenu.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mme SOLTANI FATIHA, je la remerciais pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant ma préparation de ce mémoire mes sincères remerciements et ma profonde gratitude s'adresse à elle.

Mes vifs remerciements vont également à :

Mme SAIAH FARIDA pour avoir accepté de présider le jury, M^{me} YAHIAOUI HASSIBA pour avoir accepté évaluer notre travail et pour avoir fait l'honneur de faire partie de ce jury

Mes remerciements vont également à tous mes enseignements, et à mes collègues, toute la promotion de l'année 2019/2020.

J'exprime aussi mes vifs remerciements à mes meilleures amies SIHAM, NAIMA, AMEL pour leurs soutiens.

Mes remerciements vont également à mon pays

L'ALGERIE

Qui m'a permis de terminer cette formation, en me fournissant les ressources nécessaires disponibles.

Enfin, je dis un grand merci à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire et à tous ceux qui ont partagé avec moi les moments difficiles.

DEDICACES

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

À mes parents avec mon plus grand amour pour leur soutien et encouragement, ainsi que leurs sacrifices qu'ils ont consentis durant la période de mon éducation.

Merci beaucoup PAPA, aucune dédicace ne saurait exprimer mon estime et mon amour 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.

À mon frère ABDELKADER qui est cher à mon cœur pour ses encouragements, son soutien, son aide. Merci mon frère.

À mes chères sœurs AMEL et AMINA, et mon petit frère MUSTAPHA.

À ma belle-famille surtout mon fiancé et mon bras droit AMAR.

À toute ma 2^{ème} famille SIHAM, NAIMA et AMEL. Je vous aime, et merci beaucoup.

À toute ma famille et à ceux qui j'aime et qui m'aiment.

À tous mes enseignants depuis mon premier pas à l'école jusqu'aujourd'hui. À toute la promotion de GRA MASTER 2 (2019/2020).

Je dédie ce modeste travail

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

MERCI !

Résumé :

La viande de poulet de chair occupe une place importante au niveau des rations de la population algérienne par sa richesse en nutriments et ainsi moins chère que la viande rouge.

La qualité de la viande quant à elle, est une condition nécessaire pour la santé des consommateurs et faite de plus en plus la préoccupation de nombreux scientifiques. Mais le bien-être animal et la qualité de la viande peuvent être affectés par l'état d'équilibre entre l'organisme et le milieu extérieur en d'autres termes, le stress.

Cependant, plusieurs pays en voie de développement demeurent à la traîne et ne connaissent toujours pas le comportement des races animales élevées face au stress. Or, la réaction d'un organisme en situation de stress est liée au potentiel génétique et au vécu du stressé (Terlouw et al., 2005 ; Terlouw et Rybarczyk, 2008 ; Chabault et al., 2012). Il importe alors encore d'élucider le concept de stress, ses potentiels causes et effets en vue de faciliter le démarrage ou la poursuite des études d'impact et d'atténuation des effets du stress sur le bien-être et la qualité de la viande des ressources zoo-génétiques endogènes de ces pays.

De ce fait, nous voulions expérimenter l'effet de stress thermique sur la qualité de viande de poulet local de race cou nu, nous avons choisi cette race car l'intérêt de notre étude est de découvrir le rôle du gène (cou nu) dans ce cas. Mais malheureusement, comme vous le savez les conditions de notre pays ne nous permettent pas de faire ce stage. Donc, nous nous excusons de ne pas vous avoir fourni nos recherches correctement, parce que nous n'avons pas trouvé d'informations précises sur ce sujet.

Les mots clé : cou nu, poulet local, stress thermique, qualité de viande.

Abstract :

Broiler meat occupies an important place in the rations of the Algerian population by its richness in nutrients and thus less expensive than red meat.

The quality of meat, for its part, is a necessary condition for the health of consumers and is increasingly the concern of many scientists. But animal welfare and the quality of meat can be affected by the state of balance between the body and the external environment in other words, stress.

However, several developing countries are still lagging behind and still do not know the behaviour of breeds raised in the face of stress. However, the reaction of an organism in a stressful situation is linked to the genetic potential and the experience of the stressed person (Terlouw et al., 2005; Terlouw and Rybarczyk, 2008; Chabault et al., 2012). It is therefore still important to elucidate the concept of stress, its potential causes and effects in order to facilitate the initiation or continuation of impact studies and mitigation of the effects of stress on the well-being and quality of meat endogenous zoo-genetic resources of these countries.

Therefore, we wanted to experience the effect of heat stress on the quality of local bare neck chicken meat, we chose this breed because the interest of our study is to discover the role of the gene (bare neck) in that case. But unfortunately, as you know the conditions in our country do not allow us to do this internship. So, we apologize for not providing you with our research correctly, because we have not found specific information on this topic.

The key words: bare neck, local chicken, heat stress, quality of meat.

تلخيص :

تلعب لحوم الدجاج المشوية دورًا مهمًا في حصص الإعاشة للسكان الجزائريين بسبب مغذياتها الغنية وبالتالي أرخص من اللحوم الحمراء.

تعد جودة اللحوم، من جانبها، شرطًا ضروريًا لصحة المستهلكين وهي مصدر قلق متزايد للعديد من العلماء. لكن رفاهية الحيوان ونوعية اللحوم يمكن أن تتأثر بحالة التوازن بين الجسم والبيئة الخارجية، بمعنى آخر، الإجهاد.

ومع ذلك، لا تزال العديد من البلدان النامية متخلفة عن الركب وما زالت لا تعرف سلوك السلالات التي تربي في مواجهة الإجهاد. ومع ذلك، فإن رد فعل الكائن الحي في موقف مرهق يرتبط بالإمكانات (Terlouw and Rybarczyk، 2008؛ Terlouw et al.، 2005) الوراثية وتجربة الشخص المجهد لذلك لا يزال من المهم توضيح مفهوم الإجهاد وأسبابه وآثاره المحتملة. (Chabault et al.، 2012)؛ من أجل تسهيل بدء أو استمرار دراسات التأثير والتخفيف من آثار الإجهاد على رفاهية وجودة اللحوم، الموارد الوراثية الحيوانية الذاتية لهذه البلدان.

لذلك، أردنا تجربة تأثير الإجهاد الحراري على جودة لحم الدجاج المحلي، اخترنا هذه السلالة لأن اهتمامنا هو اكتشاف دور الجين (الرقبة عارية) في هذه الحالة. لكن لسوء الحظ، كما تعلمون، لا تسمح لنا الظروف في بلدنا بالقيام بهذا التدريب. لذلك، نعتذر عن عدم تزويدكم بأبحاثنا بشكل صحيح، لأننا لم نتمكن من العثور على معلومات محددة حول هذا الموضوع.

الكلمات المفتاحية: رقبة عارية، دجاج محلي، إجهاد حراري، جودة اللحوم.

Liste des abréviations :

- AGS : Acides gras saturés
- AGMI : Acides gras mono insaturés
- AGPI : Acides gras poly insaturés
- COVID19 : Corona virus disease 2019
- °C : Degré Celsius (température)
- EM : Energie métabolisable
- g : gramme (poids vif)
- GA : Gras abdominal
- IC : indice de consommation
- j : jours
- Kcal : kilocalories
- Kg : kilogramme (poids vif)
- MT : Manipulations thermiques
- pH : potentiel Hydrogène
- PV : poids vif
- ppm : partie par million
- T3 : Triiodothyronine
- (>) : Supérieure

Table des matières

Introduction	6
Partie bibliographique	8
Chapitre I : Généralité sur la race cou nu	9
1. Origines de la poule cou nu	10
2. Génétique	11
3. Caractéristiques de la poule Cou nu	12
4. Son gabarit	12
5. Ses œufs	12
6. Son caractère	12
7. Sa durée de vie	13
8. Quelques conseils pour bien élever des poules Cou nu	13
Chapitre II : Stress thermique	17
1. Définition de stress thermique	18
2. Types de stress thermique	18
2.1. Stress thermique aigu	18
2.2. Stress thermique chronique	18
3. Impacts du stress thermique sur les poulets	19
3.1. Métabolisme de base	19
3.2. Activité physique	20
3.3. Performances de croissance	21
3.3.1. Consommation alimentaire	21
3.3.2. Croissance	22
3.3.3. Mortalité	23
3.4. Productivité	24
3.5. Troubles hydro électrolytiques	24
3.6. Digestibilité des nutriments	25
3.7. Morphométrie digestive	26
3.8. Impact sur le poids des organes internes	27
Chapitre III : Effet de la chaleur sur les performances des volailles	28
1. Stress thermique et mécanismes de thermorégulation chez le poulet	29
1.1. Le stress thermique	29

1.2.	La thermorégulation chez le poulet	29
2.	Les effets de la chaleur	31
3.	Stratégies pour réduire les effets négatifs de la chaleur	33
3.1.	Acclimatation et conditionnement thermique	34
3.1.1.	Acclimatation postnatale à la chaleur	34
3.1.2.	Acclimatation périnatale à la chaleur	34
3.1.3.	Gènes majeurs d'adaptation à la chaleur	34
	Partie expérimentale	36
	Chapitre I : Effets de la chaleur sur les paramètres de production du poulet	37
1.	Effets sur le niveau d'ingestion	38
2.	Effets sur la croissance	40
3.	Effets sur le poids vif	41
4.	Effets sur l'Indice de consommation	44
	Chapitre II : Effets de la chaleur sur les paramètres de carcasse de poulet	47
1.	Effets sur le muscle pectoral	48
2.	Effets sur les gras abdominal et sous cutané	49
	Chapitre III : Influence de gène cou nu	52
1.	Croissance, efficacité alimentaire, composition des carcasses et rendement en viande	53
2.	Interprétation des effets	54
3.	Utilité potentielle du gène « Cou nu » en production avicole	55
	Conclusion	57
	Références bibliographiques	58
	Référence	59

Liste des figures

Figure 1 : Les différentes couleurs de race cou nu9

Figure 2 : Souche étudiée (cou nu)13

Liste des tableaux

Tableau 1 : comparaison entre la grande race et la naine	13
Tableau 2 : Effets de la température ambiante sur la consommation alimentaire chez des poulets de chair à l'âge de 19 jours	20
Tableau 3 : 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)	24
Tableau 4 : 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)	25
Tableau 5 : Effet d'une exposition chronique à la chaleur sur le poids des organes digestifs	26

Introduction

Introduction :

D'après Lebret (2004), la qualité d'un produit alimentaire est généralement caractérisée par quatre composants, souvent appelés «4S» : Sécurité (sécurité alimentaire, exigence minimale légitime des consommateurs), Santé (qualité nutritionnelle ou diététique des produits), Satisfaction (qualité organoleptique ou sensorielle), Service (facilité d'utilisation).

Les qualités des viandes dépendent des caractéristiques physico-chimiques elles-mêmes sous l'influence de facteurs génétiques (Renand et al, 2003) et environnementaux (Monin, 2003). La qualité des carcasses et des viandes des animaux peut être améliorée par une meilleure maîtrise des conditions de leur transport et de leur abattage. En effet, le stress de toutes natures que ce soit au cours de ces opérations peut modifier le métabolisme musculaire avec des conséquences sur de nombreux critères de qualité (Monin, 2003). La qualité de la viande fait référence à plusieurs attentes du consommateur et également des producteurs. On parle alors souvent non pas de la qualité, mais des qualités (au pluriel) de la viande.

Les viandes de volailles sont importantes en alimentation humaine puisqu'elles permettent un apport protéique intéressant pour une teneur faible en matières grasses. Mais selon l'espèce ou le muscle considéré, ces proportions diffèrent, comme pour les autres constituants tels que les vitamines, les acides gras ou les éléments minéraux, qui peuvent également varier selon les auteurs et les méthodes d'analyse employées. Ainsi, chaque viande a ses propres caractéristiques nutritionnelles, qui parfois se rapprochent plus ou moins entre les différentes espèces. Certains facteurs sont susceptibles de faire varier les proportions de ces différents éléments constitutifs. Ainsi, l'âge, le sexe, le mode d'élevage ou encore l'alimentation sont autant de paramètres qui peuvent influencer sur la composition nutritionnelle des viandes de volailles.

En effet, débarrassée de sa peau, la viande de poulet, pauvre en lipides et naturellement riche en vitamines et minéraux, c'est l'une des viandes les plus équilibrées sur le plan nutritionnel. Elle est considérée comme véritablement diététique. En effet, elle se caractérise par un apport énergétique très modéré et apporte peu de lipides (ils sont surtout concentrés sous la peau) et de cholestérol. De plus, les lipides de la volaille sont pauvres en acides gras saturés. D'ailleurs, les nutritionnistes s'accordent pour dire que l'équilibre des différents acides gras présents dans la volaille serait proche de l'équilibre parfait : 25% d'acides gras saturés (AGS), 55% d'acides gras mono insaturés (AGMI), ces derniers font baisser le taux du mauvais cholestérol LDL et 20 % d'acides gras poly insaturés (AGPI) (Roger, 2011).

En revanche, elle apporte des quantités appréciables d'AGPI, de vitamines (B3, B5, B6, B12...), de minéraux et d'oligo-minéraux (fer, magnésium, sélénium, phosphore) et de protéines de bonne qualité riche en acides aminés essentiels, nécessaires à la croissance des muscles notamment chez les enfants et les adolescents, mais également indispensables au maintien de la masse musculaire chez les personnes âgées (Roger, 2011). Comme toutes les viandes, elle ne contient pas de glucides.

Notre travail comporte une étude bibliographique avec une description de race cou nu, et sur les caractéristiques du stress thermique.

Dans notre étude expérimentale, on a voulu faire un travail pour connaître l'effet du stress thermique sur la qualité de viande de poulet local cou nu, mais les conditions que traversait notre pays (COVID 19) ne nous permettaient pas de le faire.

Partie bibliographique

Chapitre I : Généralité sur la race cou nu

1. Origines de la poule cou nu :

La poule Cou nu est une poule de race originaire de la région du Forez. En effet, c'est après la Seconde Guerre Mondiale (1939-1945) que la race y fut créée grâce au croisement d'une poule locale et d'une poule Gâtinaise.

La race Cou nu homologuée est de couleur blanche. Elle est très facilement reconnaissable à cause de son cou complètement dégarni, laissant apparaître une peau rougeâtre de la même couleur que sa crête.

Il existe des poules cou nu de différentes couleurs, mais le principal est de couleur blanche. Elle est moyennement répandue en France.



Figure 1 : Les différentes couleurs de race cou nu

Les Cous nus d'autres couleurs quant à elles, ne sont pas des poules du Forez, et proviennent généralement de Roumanie. Si la Cou nu est indéniablement reconnue pour ses qualités de bonne pondeuse, elle est néanmoins très recherchée aussi et surtout pour sa chair réputée délicieuse. Sa rusticité, sa croissance lente et son corps puissant et bien musclé en font une race à la chair ferme et très fine.

La poule cou nu, principalement élevée pour sa chair, a été sélectionnée pour sa rusticité et sa croissance lente. Cette particularité permet d'obtenir une chair excellente puisqu'elle a très peu de graisse.

2. Génétique :

Le trait génétique du cou nu qui caractérise cette race est contrôlé par un allèle incomplètement dominant (N_a) situé près du milieu du chromosome 3. Étant donné que cet allèle est dominant, les individus homozygotes dominants (N_a / N_a) ou hétérozygotes ($N_a / n_a +$) afficheront la caractéristique du cou nu, bien que l'individu hétérozygote présente moins de réduction des plumes - les cous nus pure race doivent donc être homozygotes dominants. Les individus homozygotes récessifs (de plumage type sauvage) ($n_a + / n_a +$) ne présentent aucune caractéristique de réduction des plumes des Cous nus et, sauf mutation, seraient incapables de transmettre cette caractéristique à leur descendance.

Des études scientifiques ont révélé que le gène (N_a) du cou nu améliore la taille des poitrines et réduit le stress thermique chez les poulets de races homozygotes pour le trait. En outre, dans les climats tropicaux, si le trait du cou nu (N_a) est élevé dans des souches de poulets de chair, il a été démontré qu'il faciliterait la baisse de la température corporelle, l'augmentation du gain de poids corporel, les meilleurs taux de conversion des aliments et les caractéristiques de la carcasse par rapport aux poulets de chair normalement plumés.

3. Caractéristiques de la poule Cou nu :

La poule cou nu est facile à élever et peu fragile :

- ✓ Elle est très résistante aux maladies.
- ✓ Elle résiste aux chaleurs dépassant 25 °C.
- ✓ Elle passe souvent son temps à la recherche de nourriture.
- ✓ Elle a bon caractère, ce qui la rend sociable.
- ✓ Elle s'apprivoise très bien.

4. Son gabarit :

La poule Cou nu est une poule rustique de race moyenne étant donné que les différents individus peuvent peser entre 2.3 et 2.8 kg pour les plus gros spécimens.

5. Ses œufs :

La Cou nu est une poule précoce ; de ce fait intéressante pour obtenir une ponte régulière assez rapidement. Bonne couveuse, elle pourra vous donner jusqu'à 180 œufs par an. Des œufs de bon gabarit pesant jusqu'à 70 g.

Les œufs de la Cou nu sont généralement de couleur blanche, et peuvent parfois tirer sur le jaune.

Autre point intéressant, sa résistance aux fortes chaleurs lui permet de conserver une ponte régulière, même en été avec des œufs délicieux à la coquille toujours bien solide.

6. Son caractère :

C'est une poule très agréable, tant par son caractère que par ses habitudes. En effet, il s'agit d'une cocotte dont la principale activité est la recherche de nourriture ! Une gourmande donc, qui se révélera facile à élever et pas fragile pour un sou.

Elle est en même temps très sociable et se démarque par un bon tempérament. Pas farouche, vous n'aurez pas de mal à l'appivoiser.

7. Sa durée de vie :

Une poule Cou nu bien nourrie et en bonne santé pourra vivre comme la plupart des poules jusqu'à 10 ans en moyenne.

8. Quelques conseils pour bien élever des poules Cou nu :

a) Alimentation :

La Cou nu est une poule résistante qui ne demande pas d'attention particulière sur la question de l'alimentation. Ainsi, le régime de base adapté aux poules lui conviendra en général très bien. Apport céréalier de qualité, protéines et oléagineux, en plus d'un bon parcours herbeux feront son bonheur.

b) Litière :

La litière d'une Cou nu, comme celle de toute autre poule doit être changée régulièrement et toujours bien propre.

Sa résistance aux maladies ne vous dispense absolument pas de nettoyer le poulailler régulièrement et d'installer une litière toute neuve au minimum 1 à 2 fois par semaine (tous les jours de préférence).

c) Vermifuge :

La vermifugation des poules Cou nu est très importante pour préserver leur bon état intestinal d'infestation parasitaire interne.

d) Morphologie externe :



Figure 2 : Souche étudiée (cou nu)

Grande race	Naine
<ul style="list-style-type: none">➤ Vigoureuse, hauteur moyenne.➤ le corps vu de profil forme un rectangle incliné vers l'arrière.➤ jabot, tête rouges et quille pectorale sans plumes.➤ plumage bien serré au corps; tempérament très agréable.➤ Elle pond ~180 œufs par an.	<ul style="list-style-type: none">➤ cou dénudé, à peau rouge et port de hauteur moyenne.➤ Le corps vu de profil est un rectangle incliné vers l'arrière.➤ Plumage bien serré au corps.➤ Elle pond ~120 œufs par an.

Tableau 1 : comparaison entre la grande race et la naine

➤ **Standard :**

- ✓ Crête : simple ou perlée.
- ✓ Oreillons : rouges.
- ✓ Couleur des yeux : rouge orangé; chez les coloris noir et bleu liseré, la couleur va jusqu'au rouge foncé.
- ✓ Couleur de la peau : blanche.
- ✓ Couleur des tarses : selon variétés.
- ✓ Couleurs de plumage pour la grande race : noir, blanc, coucou, rouge, fauve, bleu liseré, doré saumoné brun, noir tacheté blanc. Toutes les variétés sont reconnues avec crête perlée.
- ✓ Couleur de plumage pour la naine : noir, blanc, bleu liseré, rouge, fauve, coucou, saumon doré brun, argenté crayonné noir, porcelaine rouge. toutes les variétés sont reconnues avec crête perlée.

e) Le poulailler :

Fermé hermétiquement aux prédateurs, aérés tout en évitant les courants d'air. Utilisez une litière (paille, copeaux de bois dépoussiérés) sur la totalité du sol. L'élevage de vos volailles nécessite un sol sec, propre et bien abrité. Nettoyez et désinfectez avant chaque nouvelle mise en place.

f) La densité maximale d'élevage :

Dans le local pour le poulet ou la poularde cou nu est de 10 volailles par mètre carré à l'Age de 6 semaines, jusqu'à 4 volailles par mètre carré en fin d'élevage. Il sera donc nécessaire d'agrandir le poulailler au fur et à mesure de la croissance des volailles ou de prévoir un poulailler assez grand dès le départ. Installez environ 25 centimètres linéaire de perchoir par poulet ou poularde cou nu.

g) Le parcours :

Herbeux (plus il y aura d'herbe, plus il y aura d'insectes), clos pour éviter l'intrusion de prédateurs ou de chiens et ombragé sur certaines parties.

h) La densité maximale d'élevage :

Du parcours pour le poulet ou la poularde cou nu est de 4 mètres carrés par volaille de 6 semaines et de 6 mètres carrés par volaille en fin d'élevage. Cette donnée est une densité maximale d'élevage. Pour garder un parcours herbeux il est impératif de les adapter en fonction de votre parc (exposition, pluviométrie...)

i) L'acclimatation :

Laisser les poulets et poulardes enfermées dans le poulailler durant la première semaine. Afin d'éviter une reprise croissance trop tardives il impératif de distribuer durant la première semaine, un aliment complet en miettine pour poulets et poulardes de chair.

Eviter de mélanger les jeunes poulets et poulardes avec les volailles déjà présentes dans le poulailler.

Chapitre II : Stress thermique

1. Définition de stress thermique :

Un « stress » est un stimulus ou une succession de stimuli capable de rompre l'équilibre d'un organisme et laisser priser 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 (YOUSEF., 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.

2. 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.

2.1. 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.

2.2. 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.

3. Impacts du stress thermique sur les poulets :

3.1. 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

3.2. 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 et AL., 1982). Les poulets passent 65% de leur temps couchés avec de fréquentes interruptions pour manger, boire ou se déplacer (MURPHY et PRESTON., 1988).

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 poulets ou le sol; nous pensons que la fréquence des périodes debout contribuerait ainsi à la recherche d'un effet rafraîchissant. Chez des poulets 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 un 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.

3.3. Performances de croissance :

3.3.1. 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; 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 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.

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

Tableau 2 : Effets de la température ambiante sur la consommation alimentaire chez des poulets de chair à l'âge de 19 jours.

3.3.2. 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; YALÇIN et al, 1997; SETTAR et al. 1999; YUNIS et CAHANER, 1999).

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.

3.3.3. 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 SOUILEM., 1991).

3.4. Productivité :

La chute de la productivité lors de l'exposition à la chaleur 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).

3.5. 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 thermogenèse, 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.

3.6. 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.

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

Tableau 3 : 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)

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-grasses 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 non significative.

3.7. 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 4.

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

Tableau 4 : 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)

3.8. 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 5). Ces résultats vont dans le même sens que les études de MOUSSA 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.

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

Tableau 5 : Effet d'une exposition chronique à la chaleur sur le poids des organes digestifs

Chapitre III : Effet de la chaleur sur les performances des volailles

1. Stress thermique et mécanismes de thermorégulation chez le poulet :

1.1. Le stress thermique :

Dans les élevages de poulets, on parle de température chaude au-delà de 25°C (Mérat 1990), et de température froide en dessous de 20°C en moyenne, l'optimum se situant la plupart du temps entre 22°C et 25°C. Les oiseaux ont en général une température corporelle plus élevée que les mammifères (41 à 42°C pour un coq adulte), cette température doit en principe leur conférer une résistance plus grande à la chaleur en élevage mais c'est le contraire qui est observé (N'Dri 2006).

Une exposition prolongée à une température élevée, le plus souvent pendant la période du Mai à Septembre entraînent chez les animaux un état de stress thermique chronique ayant pour conséquence principale une baisse des performances. De plus, le passage de vents chauds (siroccos) aux mois de juillet et d'août aggrave cette situation puisqu'il soumet les poulets particulièrement en fin d'élevage, à un fort stress thermique aigu qui entraîne d'importantes mortalités (60 à 80 %) (Boudouma et Tefiel 2012). Les coups de chaleur sont généralement difficiles à prévoir d'après les informations météorologiques, mais ils surviennent quand les températures sont élevées (32 °C) pendant de longues périodes (> 6 heures) ou très élevées (36 °C) pendant des périodes plus courtes (> 2 heures) (De Basilio 2002 cité par Pérez et al 2006).

1.2. La thermorégulation chez le poulet :

La régulation thermique ou thermorégulation est la fonction physiologique qui permet de maintenir la température interne dans des limites physiologiques étroites (homéothermie) (Mandonnet et al. 2011). Il s'agit de l'équilibre entre la production de chaleur (thermogénèse) et les pertes de chaleur (thermolyse). Il existe une zone dite de « neutralité thermique » dans

laquelle les volailles vivent parfaitement à l'aise sans qu'il leur soit nécessaire de mettre en fonctionnement un quelconque mécanisme pour régler leur température en fonction de celle de l'environnement extérieur (Castello 1990). Pour le poussin d'un jour, cette zone est selon le même auteur très serrée « limitée entre 33,5 à 35,5°C » tandis que chez le poulet adulte, elle se situe autour de 20°C (Valancony 1997).

Lorsque les mécanismes de thermorégulation n'arrivent pas à maintenir des conditions de température centrale normale (normothermie), on parle soit d'hypothermie lorsque la température centrale est trop basse, soit d'hyperthermie lorsque la température centrale est trop élevée (N'Dri 2006).

Les différents mécanismes de thermolyse peuvent être répartis en deux ensembles que sont les pertes sensibles (chaleur qui augmente la température ambiante) dont font partie les pertes par convection, conduction et rayonnement, d'une part, et les pertes insensibles (n'entraînent pas le réchauffement du milieu) dues à l'évaporation et à l'excrétion par les fientes, d'autre part (Ciewe Ciake 2006).

Les pertes de chaleur par la voie sensible dépendent de la surface d'échange et de la conductivité thermique de la peau. La conductance thermique dépend de l'isolation corporelle, mais également de la capacité de l'organisme à rediriger le sang des organes internes vers la périphérie (Renaudeau et al. 2004). Par conséquent, les pertes de chaleur des oiseaux sont limitées par l'importance et l'efficacité d'isolation thermique du plumage (Geraert 1995). De plus, le poulet étant dépourvu de glandes sudoripares est incapable de dégager la chaleur par évaporation (sudation). Il est important de souligner qu'une élévation de l'humidité relative de l'air (Hygrométrie) réduit la capacité de l'animal à dégager la chaleur et accroît donc la sensation de stress thermique.

L'élimination de chaleur par ces trois mécanismes (conduction, convection et radiation) est, par contre, favorisée par l'intervention d'un ensemble de réactions végétatives et comportementales: augmentation de la fréquence cardiaque, dilatation des vaisseaux au niveau de la peau et des zones d'échanges privilégiées car dépourvues de plumes isolantes (les pattes, la crête, les barbillons...), recherche de zones froides et ventilées, écartement des ailes pour augmenter la surface d'échange et présenter des zones moins emplumées (Bottje et al. 1983 ; Le Méneuc 1987 cité par Valancony 1997)

Au fil de l'évolution et de la sélection naturelle, certaines espèces ou populations ont déplacé leur zone de confort en développant des particularités anatomiques facilitant les pertes de chaleur (Mandonnet et al. 2011). Ainsi, la zone de confort thermique du poulet est une combinaison des variables suivantes : âge, régime alimentaire, poids, descendance génétique, stade physiologique, densité animale, plumage, taux d'activité, température, humidité relative, vitesse de l'air, intensité lumineuse (Chepete et Xin 2001 ; Jurkschat et al.1986 ; Burmeister et al. 1986 ; Richards 1977 cités par Lachance 2005 ; Mandonnet et al. 2011).

2. Les effets de la chaleur :

La chute de la productivité lors de l'exposition à la chaleur est inévitable et représente un manque à gagner considérable dans les élevages. En effet, l'animal homéotherme diminue son ingestion alimentaire quand il fait chaud et humide et l'augmente quand il fait froid, alors que le poïkilotherme l'augmente jusqu'à la limite supérieure de ses préférences thermiques (niveau au-delà duquel l'ingestion diminue alors fortement) (Phocas et al. 2014). 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 (Thioufe Thioune 2012).

Dans une menée sur le coq local, Allouche et al. (2016) ont rapporté que la tendance des animaux à diminuer leur ingéré alimentaire ne les expose pas au danger d'une sous-alimentation, surtout que le coq local (une volaille rustique) aurait une capacité d'adaptation comportementale et physiologique qui permettrait de tirer le maximum du potentiel de l'aliment en fonction de ses besoins. En revanche, l'augmentation de leur besoin en eau Source : ITAVI, 1997 d'abreuvement les expose au risque d'une restriction hydrique et ses répercussions, notamment sur l'ingestion alimentaire et la thermorégulation.

Selon Tesseraud et Temim (1999) le contexte hormonal est profondément modifié par l'exposition à une température élevée : diminution de la concentration de T3, augmentation de la corticostéronémie et, probablement, résistance à l'insuline. Toutes ces modifications sont en général reliées à une augmentation de l'engraissement et à une diminution du dépôt protéique selon ses mêmes auteurs.

Chez les poules pondeuses, par ailleurs, plusieurs auteurs rapportent que la chaleur entraîne une diminution des performances de ponte et de la qualité des oeufs (Robbert et Ball 1998 ; Deaton et al. 1982 ; Oguntunji et Alabi 2010 ; Kilic et Simsek 2013 ; Lucas et Rostagno 2013 ; Feizi et al. 2012 cité par Durmus et Kamanli 2015). Banga-Mboko et al. (2003) rapportent qu'indépendamment de la lignée, la température a réduit de façon significative la plus part des variables étudiées. Cette réduction a été de 20 % pour le nombre d'œufs, 11 et 18 % pour les intensités de ponte et 51 % pour la longueur des séries de ponte. Dans une autre étude, Star et al. (2008) ont constaté chez les pondeuses soumises à un stress thermique une chute de 36.4% de la production d'œufs. Par ailleurs, Durmus et Kamanli (2015) ont constaté un effet défavorable de la chaleur sur le poids de l'œufs, la qualité de la coquille et la couleur du vitellus. Robert et Ball (1998) ont constaté un effet dépressif de la chaleur sur le poids, l'épaisseur et la couleur de la coquille et sur les unités d'Haugh, indicateur de la fraîcheur des

œufs. L'effet sur la résistance de la coquille ainsi que la couleur du vitellus n'ont pas été significatives. Les divergences constatées entre les auteurs peuvent être en partie attribuables aux facteurs liés au génotype, l'âge des animaux, le type de traitement thermique appliqué (intensité et durée).

3. Stratégies pour réduire les effets négatifs de la chaleur :

Pour pallier aux effets néfastes de la chaleur ambiante sur les produits avicoles, différentes mesures ont été préconisées en fonction du type de stress thermique considéré (aigu ou chronique) (Thioufe Thioune 2012). Dans le premier cas, les solutions sont essentiellement techniques, elles visent à écrêter les pics de température par des systèmes de refroidissement (Franck et coll. 1993). Des techniques complémentaires telles que la mise à jeun, une bonne gestion de l'abreuvement, une limitation du chargement permettent également d'accroître de façon significative la résistance des animaux (Valancony 1997).

Cependant, lors d'exposition chronique à la chaleur, différentes stratégies génétiques (croisement avec des poulets sélectionnés pour un génotype thermotolérant) ou alimentaires (alimentation alternée...) peuvent être mises en oeuvre pour améliorer la tolérance des oiseaux à des variations de conditions thermiques (Collin et al. 2011). En effet, des travaux de nature plus analytique ont également été conduits afin de mieux préciser les déterminants physiologiques de la réponse des animaux et leurs capacités d'adaptation à court ou à long terme (Soussana 2013), tels les mécanismes de conditionnement précoce à la chaleur (post et périnatal) chez le poulet de chair (Collin et al. 2011).

3.1. Acclimatation et conditionnement thermique :

3.1.1. Acclimatation postnatale à la chaleur :

Arjona et coll (1988) cité par De Basilio et al. (2001) proposent une technique d'acclimatation précoce des poussins dès le jeune âge pour renforcer leur résistance ultérieure à des périodes de chaleur excessive. Il s'agit de soumettre des poussins de cinq jours d'âge à des températures variant, selon les auteurs, de 36 à 38 °C pendant 24 heures. Cette technique limite l'élévation de la température interne des poulets de chair lors d'un coup de chaleur ultérieur (à 35 ou 42 j) et peut diminuer la mortalité jusqu'à 50% (Collin et al. 2011).

3.1.2. Acclimatation périnatale à la chaleur :

Les manipulations thermiques (MT) pendant l'embryogénèse permettent également d'augmenter la tolérance des poulets de chair à la chaleur aigüe. Ces MT consistent à augmenter de façon cyclique la température des incubateurs à 39,5°C et 65% HR des jours 7 à 16 de l'embryogénèse (Loyau et al. 2015). Pour que l'acclimatation embryonnaire soit efficace, elle doit coïncider avec le moment où les mécanismes régissant la thermorégulation sont activés (Collin et al. 2011). Ces derniers sont régulés notamment par les axes hypothalamo-hypophysothyroïdien et hypothalamo-hypophyso-corticosurrénalien (Yahav et Hurwitz ; Yahav et Plavnik ; Yahav et McMurtry cités par Collin et al. 2011).

3.1.3. Gènes majeurs d'adaptation à la chaleur :

Les pertes de chaleur par la voie sensible (conduction, radiation, convection) dépendent de la surface d'échange et de la conductivité thermique de la peau. La conductance thermique dépend de l'isolation corporelle, mais également de la capacité de l'organisme à rediriger le sang des organes internes vers la périphérie (Renaudeau et al. 2004). Etant donné l'efficacité d'isolation thermique de leur plumage, les oiseaux élevés en conditions chaudes doivent

réduire leur consommation alimentaire pour minimiser leur production de chaleur. L'objectif du sélectionneur qui désire améliorer la résistance aux températures d'élevage élevées va donc être soit d'accroître les déperditions caloriques soit de réduire la production de chaleur soit encore de combiner les deux (Geraert 1995).

Dans les pays à climat chaud il existe des sources locales particulièrement bien adaptées aux températures élevées. L'amélioration de la capacité de l'animal à dissiper la chaleur peut en effet, être envisagée par l'utilisation de certains gènes majeurs présents dans ces populations locales. Ces gènes sont particulièrement impliqués dans le déterminisme de l'emplumement, tels que les gènes cou nu (Na), frisé (F), sans écaille (Sc) et le gène du nanisme (Dw) (Zerjal et al. 2013 ; Younis et Cahaner 1999 ; Oguntunji et Alabi 2010). D'autres gènes majeurs peuvent également se manifester intéressants en climat chaud comme le plumage soyeux (H) (Horst, 1988) et l'emplumement lent (K) (Dessie 2003).

Partie expérimentale

Chapitre I : Effets de la chaleur sur les paramètres de production du poulet

Chez le poulet, l'ingestion alimentaire, la croissance et l'indice de consommation sont des paramètres de production les plus influencés par les conditions environnementales où l'animal vit. Ainsi, une ambiance chaude peut les affecter. Dans ce chapitre, sont regroupés les résultats enregistrés chez les volailles soumises à des conditions thermiques chaudes.

1. Effets sur le niveau d'ingestion :

Il est constaté que la première conséquence de l'augmentation de la température d'élevage des poulets de chair est la baisse du niveau d'ingestion alimentaire. Cependant, cet effet de la chaleur varie considérablement avec l'intensité de la chaleur, la durée d'exposition à cette dernière, l'âge et le sexe des animaux et la nature des aliments. De nombreux travaux ont été menés dans ce sens et les différences de l'ingéré alimentaire sont résumées par rapport à la température thermoneutrale (20 à 22°C).

Ainsi, Geraert et al. (1996a) ont enregistré une diminution de l'ingéré alimentaire de l'ordre de 14% chez des poulets placés, pendant deux semaines, dans une ambiance chaude de 32°C. Chez les poulets plus âgés (4 à 6 semaines), cette baisse a été plus prononcée. Par ailleurs et pour cette même température et ce même âge, Bonnet et al. (1997) ont noté une réduction de l'ingéré de 3.4% par degré d'élévation de température ; plus importante comparativement à celles enregistrées par Austic (1985) et Geraert et al. (1996a). Dans d'autres travaux et après une durée d'exposition de trois semaines à 32°C, une diminution de 18% de la consommation d'aliment a été observée chez des poulets de 3 à 6 semaines d'âge (Koh et Macleod, 1999). Dans les mêmes conditions d'élevage (32°C), Ain Baziz et al. (1996) ont obtenu une réduction de l'ingéré plus importante, de l'ordre de 36%. Une baisse du niveau d'ingestion alimentaire a été aussi constatée par Abu-Dieyeh (2006a) chez des poulets de 4 à 8 semaines d'âge après 28 jours d'exposition à 35°C et alimentés à volonté.

Des températures de 25, 30 et 35°C ont été appliquées par Al-Fataftah et Abu-Dieyeh (2007) pour l'élevage de poulets de chair. Des réductions importantes de l'ingéré alimentaire liées à l'élévation des températures ont été enregistrées, de l'ordre de 8.7% entre 25 et 30°C et de 17.5% entre 25 et 35°C.

Par ailleurs, Gu et al. (2008) ont enregistré une diminution de l'ingestion liée à une augmentation de la température et de l'humidité ambiante. Avec une température 33°C et une humidité relative de 80%, la baisse de l'ingéré a été évaluée à 29%.

L'augmentation du niveau protéique d'un aliment peut atténuer l'effet dépressif de la chaleur sur l'ingestion alimentaire. En effet, Temim et al. (1999) et Temim et al. (2000b) ont, après deux semaines d'exposition des poulets de 4 à 6 semaines à 32°C, noté des baisses de 29 et 23% de l'ingéré de deux aliments dosant respectivement 19 et 25% de protéines.

L'effet de la température et de l'apport d'acides aminés sur le niveau d'ingestion a été rapporté par Mendes et al. (1997). Quel que soit le niveau d'apport en lysine et arginine/lysine, la température cyclique de 25.5/33.3°C a entraîné une baisse de l'ingestion d'environ 12% après 2 semaines d'exposition. Par ailleurs et selon Kadim et al. (2008), une température estivale de 37°C entraîne une baisse de la quantité d'aliment ingérée chez les poulets de chair. Une alimentation supplémentée avec 200ppm d'acide ascorbique a permis de rehausser le niveau d'ingestion qui est la conséquence d'une meilleure digestion des nutriments en ambiance chaude attribuée à l'acide ascorbique.

Enfin et après des expositions cycliques de 6 heures à 38°C, une baisse du niveau d'ingestion a été observée par Aengwanich (2007a) chez les poulets de chairs âgés de 4 semaines.

2. Effets sur la croissance :

Plusieurs travaux ont montré des diminutions variables du gain de poids des poulets en fonction de l'intensité de la chaleur, la durée d'exposition à cette dernière, l'âge des animaux et la nature des aliments.

Par rapport à 21°C et après une exposition de 3 semaines à 32°C, Cooper et Washburn (1998) ont enregistré une baisse de l'ordre de 35% du gain de poids chez des poulets âgés de 4 à 7 semaines et recevant une alimentation ad-libitum. Une diminution plus importante du gain de poids (47%) a été observée par Ain Baziz et al. (1996) chez des poulets mâles de 28 jours d'âge soumis, pendant 3 semaines, à une température de 32°C. Et une restriction alimentaire a favorisé davantage la chute du gain de poids. Plus grave et pour une même ambiance chaude, Bonnet et al. (1997) ont noté une diminution du gain de poids de l'ordre de 52% chez des poulets de 4 à 6 semaines et après seulement 14 jours d'exposition.

L'effet de la chaleur sur la croissance des poulets a été aussi déterminé par d'autres auteurs. Selon Abu-Dieyeh (2006) et comparativement à une température de 25°C, une exposition de 4 semaines à 35°C a engendré une baisse du gain de poids de 24% chez les poulets. Et avec la même température, une restriction alimentaire de 50% a permis d'accentuer la baisse du gain de poids (49%) par rapport à 25°C et une alimentation adlibitum. Par ailleurs, Al-Fataftah et Abu-Dieeh (2007) ont observé une accentuation de la baisse du gain de poids des poulets avec l'intensité de chaleur. Entre les températures de 25 et 30°C, une différence de gain de 18% a été enregistrée.

Elle s'aggrave et atteint 44% avec la température de 35°C. Enfin, Gu et al. (2008) ont rapporté une baisse de gain de poids de 17g/jour (19%) chez des poulets après 3 semaines d'exposition à 33°C.

L'effet combiné de l'âge et de la chaleur sur le gain de poids des poulets a été étudié par Geraert et al. (1996a). Ils ont constaté que la baisse du gain de poids attribuée à la chaleur (32°C) varie avec l'âge. En effet, elle n'a été que de 5.5% chez des poulets âgés de 2 à 4 semaines alors qu'elle a atteint 22% chez des poulets de 4 à 6 semaines. Même avec une brève durée d'exposition cyclique (6 heures/jour) à une forte température (38±2°C), Aengwanich (2007a) a enregistré une réduction du gain de poids chez des poulets de 2 et 3 semaines. Mais, un effet inverse de la chaleur a été constaté à partir de la 4ème semaine. Quel que soit l'apport protéique des aliments distribués à volonté, Temim et al. (1999) ont noté une réduction du gain de poids chez des poulets exposés à 32°C. Cette dernière a été atténuée avec un aliment dosant 25% de protéines (39 vs 46% pour des aliments dosant respectivement 25 et 19% de protéines). Les mêmes tendances sur le gain de poids ont été rapportées par Temim et al. (2000a) et Temim et al. (2000b) qui ont travaillé dans des conditions d'élevage similaires.

Par rapport à 25.5°C, une baisse de 17% du gain de poids a été constatée par Mendes et al. (1997) après 3 semaines d'exposition à une température de 33.3°C des poulets recevant une alimentation supplémentée en lysine et arginine. En revanche et selon Ghazalah et al. (2008) des aliments plus énergétiques (3200 Kcal EM/Kg) ont entraîné une amélioration du gain de poids chez des poulets de 4 semaines soumis à une température cyclique de 29-36°C.

3. Effets sur le poids vif :

L'influence de la température sur la croissance des volailles pourrait dépendre, en partie, d'autres facteurs tels que l'intensité de la chaleur, la durée d'exposition à cette dernière, le sexe, l'espèce, la souche et enfin la nature des aliments.

Chez des poulets de chair exposés pendant 6 semaines aux températures de 32-33°C et 20-33°C, Cahaner et Leenstra (1992) ont observé une baisse du poids vif liée à la chaleur. Les

mêmes observations ont été faites par Geraert et al. (1996b) chez des poulets de 2 à 4 semaines d'âge soumis aux températures de 32 et 22°C et nourris à volonté. Cependant, la baisse du poids vif engendrée par la chaleur a été plus importante chez des poulets plus âgés. En effet, elle a été évaluée à 457g pour l'âge de 6 semaines comparativement à celle des poulets de 4 semaines avec seulement 125g. Par ailleurs, les mêmes températures ont été testées par Bonnet et al. (1997) sur des poulets âgés de 4 semaines et recevant une alimentation à volonté. Après 2 semaines d'exposition, une diminution de l'ordre de 572g du poids, liée à la chaleur, a été constatée.

Selon Abu-Dieyeh (2006b) et par rapport à une température de 25°C, une augmentation de 10 degrés Celsius a engendré une baisse de 260g du poids chez des poulets âgés de 4 à 8 semaines. Dans une autre étude, Abu-Dieyeh (2006a) a soumis pendant 28 jours des poulets de 4 semaines à 2 températures différentes (20 et 35°C). Comparativement à la première et après une alimentation ad libitum, la température élevée a entraîné une baisse du poids vif des animaux.

Il est établi selon d'autres travaux que la diminution du poids des poulets s'accroît avec l'intensité de la chaleur. En effet et après 4 semaines d'exposition, cette baisse de poids est évaluée par Al-Fataftah et Abu-Dieyeh (2007) à 300g en passant de 25 à 30°C. Et elle devient très prononcée en augmentant la température de 25 à 35°C (750g/poulet).

De même, l'exposition de très courte durée influe négativement sur le poids des volailles. Dans ce sens, Mujahid et al. (2009) ont soumis des poulets mâles de 16 jours à une température de 34°C pendant 6, 12 et 18 heures. Ils ont constaté, par rapport à une température thermoneutrale (25°C), que le poids des animaux diminue avec l'élévation de la température et la durée d'exposition.

Par rapport aux poulets fermiers, Rosa et al. (2007) ont noté un effet dépressif plus important de la chaleur sur le poids vif des poulets sélectionnés (souche Ag Ross 308) soumis à une température de 32°C.

Selon Gu et al. (2008), l'augmentation de l'humidité relative ajoutée à la chaleur accentue la baisse du poids des poulets de lignée Arbor Acre âgés de 3 semaines. En effet et après 3 semaines d'exposition à 33°C et une humidité de 80%, une baisse de 571g/animal a été observée, alors qu'elle n'a été que de 209g pour une humidité de 50%.

Contrairement aux poulets de chair, chez des cailles élevées à des températures de 35 °C et 18-24°C, aucun effet de chaleur n'a été constaté sur leur poids vif par Ozbey et Ozcelik (2004).

Pour atténuer l'effet dépressif de la température sur la croissance des poulets, certaines modifications de la nature des aliments ont été testées par d'autres auteurs. En effet, une légère amélioration du poids a été opérée par Temim et al. (1999) et Temim et al. (2000a), en augmentant le niveau protéique des aliments (de 19 à 25%) distribués à des poulets soumis à une température de 32°C. La baisse du poids n'a été que de 288g/poulet pour l'aliment dosant 25% de protéines alors qu'elle est de 345g/poulet avec 19% de protéines.

Dans le même sens, Mendes et al. (1997) ont constaté que quel que soit le niveau de supplémentation des aliments en acides aminés (lysine et arginine) et après 21 jours d'exposition des poulets de 6 semaines, une température cyclique de 25.5/33.8°C a engendré une baisse du poids vif. Par ailleurs, Ghazalah et al. (2008) ont étudié l'effet de l'augmentation du niveau énergétique des aliments (3200 et 3300 Kcal EM/kg) sur le poids vif des poulets soumis à une forte température (29 à 36°C). Des aliments plus énergétiques ont amélioré le poids vif à partir du 29ème jour d'âge. Enfin et selon Kadim et al. (2008),

l'application de températures d'élevage estivales de 36-37°C a été suivie d'une baisse du poids des poulets qui a été atténuée par un apport en acide ascorbique (200ppm).

4. Effets sur l'Indice de consommation :

Inéluctablement, l'effet négatif d'une ambiance chaude sur le niveau d'ingestion des aliments et sur le poids vif d'un poulet se traduit par des variations de son indice de consommation (IC). Des résultats controversés ont été rapportés par des auteurs. Mais globalement, ils ont montré clairement un effet défavorable de la chaleur sur l'IC.

Le plus souvent, une ambiance chaude entraîne une augmentation de l'IC. Ainsi, une augmentation de 30% de l'IC a été observée par Bonnet et al. (1997) chez des poulets de 2 semaines placés dans une ambiance de 32°C et nourris à volonté (2.94 vs 2.06 respectivement pour 32 et 22°C).

D'autres augmentations de l'IC liées à la chaleur ont été observées par d'autres auteurs. Temim et al. (1999) ont noté une augmentation de 35% de l'IC chez des poulets de 6 semaines soumis à une température de 32°C. Selon Abu-Dieyeh (2006b), une ambiance chaude entraîne une élévation de l'IC chez des poulets nourris à volonté (2,6 vs 2.19 pour respectivement 35°C et 25°C). D'après Aengwanich (2007a), une courte exposition (6 heures/jour) à une température cyclique de 26-38°C entraîne une augmentation de l'IC chez les poulets âgés de 2 et 3 semaines. Par contre, un effet inverse de la chaleur sur l'IC a été constaté chez des poulets de 4 semaines. Ceci a été expliqué par le fait qu'à cet âge et avec la forte chaleur, les poulets limitent considérablement la consommation d'aliments.

Selon Geraert et al. (1996b), l'effet de la chaleur sur l'IC n'a été perceptible qu'à partir de la 4^{ème} semaine d'âge, avec une augmentation de 28% (2.85 vs 2.06 pour respectivement 32 et 22°C). Entre la 2^{ème} et 4^{ème} semaine, des IC statistiquement identiques ont été enregistrés

pour les 2 températures (1.97 et 1.92 pour respectivement 32 et 22°C). Le même effet chaleur-âge sur l'IC a été rapporté par Al-Fataftah et Abu-Dieyeh (2007). Il n'a augmenté que chez des poulets âgés de 4 à 8 semaines avec des valeurs de 2.17, 2.45 et 2.95 respectivement pour des températures de 25, 30 et 35°C.

Contrairement aux autres résultats, Washburn et Eberhart (1988) ont observé une légère amélioration de l'IC à 31°C comparativement à celui de 20°C ; mais il est plus élevé chez les poulets à 33.5°C que celui de 22°C.

Quel que soit la température appliquée et le type de poulet (Fermier ou lignée Ag Ross 308), Rosa et al. (2007) n'ont observé aucune différence significative entre les IC (1.82 vs 1.86 pour respectivement 32 et 23°C).

Selon Abu-Dieyeh (2006b), des poulets élevés dans une ambiance chaude (35°C) et recevant une alimentation ad libitum enregistrent des IC moins efficaces que ceux des poulets soumis à des températures moins chaudes (25 et 21-30°C). Et des restrictions alimentaires de 25 et 50% ont permis d'équilibrer les IC entre les températures de 25 et 35°C.

D'autres auteurs tels que Gu et al. (2008) ont mis en évidence le rôle de l'humidité dans l'augmentation de l'IC chez les poulets placés dans une ambiance chaude. Après une semaine d'exposition et par rapport à une température de 22°C, Gu et al. (2008) ont observé une augmentation de 7% de l'IC chez des poulets placés dans une ambiance avec 33°C et 50% d'humidité relative (1.59 vs 1.47). Après 2 semaines d'exposition, cet écart s'est accentué pour atteindre 17% (2.84 vs 2.36). Après 3 semaines d'exposition dans une ambiance 33°C/80% Humidité, l'IC a atteint une valeur de 2.68, soit une perte d'efficacité alimentaire de 35% par rapport à 22°C/50% d'humidité.

Par ailleurs, avec une température estivale variable (29 à 36°C) et une humidité de 50 à 60%, Ghazalah et al. (2008) ont étudié l'effet du niveau énergétique sur l'IC des poulets âgés de 29 jours et pesant en moyenne 850g. Des augmentations de 2,5 et 5% du niveau énergétique ont engendré une amélioration de l'IC.

Chez le poulet de chair et après un stress thermique à 34-36°C, Nasseem et al. (2005) ont observé une augmentation de l'IC qui s'est amélioré après une supplémentation en acide ascorbique.

Chez deux groupes de poulets de 4 semaines, Abu-Dieyeh (2000a) a étudié l'effet de l'exposition chronique à 2 températures (20 et 35°C) sur l'IC. Après 4 semaines d'exposition et une alimentation ad-libitum, un IC plus médiocre lié à la forte température a été observé.

Chapitre II : Effets de la chaleur sur les paramètres de carcasse de poulet

Comme les paramètres de production, les paramètres de carcasse peuvent être aussi affectés par les chaleurs ambiantes. Cette partie illustre une synthèse des données bibliographiques chez les volailles en relation avec les températures d'élevage chaudes.

1. Effets sur le muscle pectoral :

Tous les auteurs ont été unanimes concernant l'effet dépressif de la chaleur sur le développement musculaire chez les poulets de chair. Cependant, plusieurs facteurs peuvent intervenir pour accentuer ou diminuer cet effet. Pour ces auteurs, le choix a été porté sur le muscle pectoral.

Ain Baziz et al. (1996) ont noté une baisse d'environ 11% du rendement en muscle pectoral par rapport au poids vif (MP/PV) chez les poulets soumis pendant 3 semaines à 32°C et alimentés à volonté. Avec une température de 32°C, une baisse plus accentuée (18%) du muscle pectoral a été rapportée par Temim et al. (1999) chez des poulets de 5 semaines nourris à volonté avec un aliment dosant 19% de protéines. Même avec des aliments riches en protéines (25%), Temim et al. (2000a) ont constaté une diminution de 23% de la masse musculaire pectorale chez des poulets placés, pendant 2 semaines, en ambiance chaude (32°C).

Les mêmes tendances sur la baisse de la masse musculaire ont été constatées par d'autres auteurs. Lu et al. (2007) ont noté une diminution du rendement en muscle pectoral chez des poulets à croissance rapide soumis pendant 3 semaines à une température de 35°C.

Par contre et avec des températures de 21 et 34°C, aucune différence du muscle pectoral n'a été observée chez des poulets à croissance lente. Par ailleurs, une baisse de 9% du rendement en muscle pectoral causée par une ambiance chaude (32°C) a été aussi observée chez des poulets de 42 jours par Rosa et al. (2007).

Un effet combiné de la chaleur et de l'humidité sur la masse musculaire a été mis en évidence par Gu et al. (2008). Avec une température de 33°C et une humidité relative de 80%, le poids du muscle pectoral a diminué de 39% chez des poulets de 42 jours.

Quel que soit l'apport de lysine et d'arginine, Mendes et al. (1997) ont constaté que la proportion du muscle pectoral/carcasse éviscérée diminue avec l'augmentation de la température d'élevage (25.5, 25 et 22.7% pour respectivement 15.5, 21.1 et 25.5-33.3°C).

Enfin, ces baisses de poids du muscle pectoral liées à la chaleur ont été attribuées, en partie par Furlan et al. (2004), à une insuffisance de l'ingestion énergétique et alimentaire réduisant la synthèse et le stockage de glycogène considéré comme la plus importante source énergétique pour le muscle pectoral. De même, Aksit et al. (2006) ont décrit une baisse de 1.5% du muscle pectoral et un niveau plus bas du glycogène au niveau de ce muscle au 42ème jour chez les poulets mâles placés à 34°C. Selon ces mêmes auteurs et par rapport à des températures de 22 et 28°C, des poulets élevés à 34°C pendant 4 semaines ont enregistré un rendement en muscle pectoral significativement inférieur (28.4 vs 29.5%).

2. Effets sur les gras abdominal et sous cutané :

Il a été constaté que les poulets placés en ambiances chaudes sont souvent plus gras. Le dépôt du gras diffère selon le site de stockage (sous cutané ou abdominal).

Ainsi, Smith (1993) et Smith et Teeter (1996) ont rapporté une diminution significative du dépôt de gras sous cutané au chaud. Ils ont attribué ces baisses à l'âge des animaux, au mode de stress thermique (constant ou cyclique) et aux méthodes de mesure des gras.

Par contre, une augmentation significative du gras abdominal et sous cutané a été observée par Ain Baziz et al. (1996) chez des poulets placés dans une ambiance chaude (32°C) pendant 3 semaines. D'importantes différences ont été constatées selon les tissus adipeux et le mode

d'alimentation. Avec une alimentation à volonté, le dépôt du gras abdominal paraît significativement moins élevé chez les poulets en ambiance chaude (54.3 vs 60.8g respectivement pour 32 et 22°C). Mais en terme de proportion (Gras abdominal/Poids vif), une tendance inverse a été remarquée, c'est à dire une augmentation engendrée par la chaleur (3.28 vs 2.85% respectivement pour 32 et 22°C). De même, la chaleur a entraîné une augmentation de la proportion du gras sous cutané de la cuisse chez des poulets nourris à volonté (7.01 vs 5.80%). Selon Ain Baziz et al. (1996), ces différences entre tissus adipeux pourraient être liées aux modifications des flux circulatoires observés chez les poulets au chaud. Il est vraisemblable que l'augmentation de l'engraissement des poulets au chaud se fait par hypertrophie pour les deux tissus adipeux. En effet et selon Ain Baziz (1996), la taille moyenne des adipocytes a été significativement plus grande pour le gras abdominal chez les poulets soumis à la chaleur et nourris à volonté (84 μ vs 72 μ respectivement pour 32 et 22°C). Elle l'est aussi, mais non significative, pour le gras sous cutané (75 μ vs 71 μ respectivement pour 32 et 22°C). En revanche, aucun lien n'a été déterminé entre la chaleur et l'engraissement par hyperplasie, car le nombre total d'adipocytes des deux tissus a été nettement inférieur pour la température de 32°C (104.106 vs 205.106 pour le gras abdominal et 11.106 vs 22.106 pour gras sous cutané).

Le même effet de chaleur sur le dépôt de gras corporel chez des poulets de 6 semaines soumis à la même température pendant 14 jours a été rapporté par Geraert et al. (1996a) (dépôts équivalents à 59 et 24g respectivement pour 32 et 22°C).

Par ailleurs, chez des poulets à croissance rapide (Arbor Acres) de 5 semaines soumis pendant 3 semaines à des températures de 21 et 34°C, aucune différence de la proportion GA/PV n'a été constatée par Lu et al. (2007). En revanche, l'ambiance chaude a entraîné un dépôt de GA plus accru chez les poulets à croissance lente (Beijing You chicken). Selon ces mêmes

auteurs, la chaleur a engendré, chez les poulets à croissance rapide, une baisse de la proportion du gras sous cutané au niveau de la cuisse (13.76 et 11.08% respectivement pour 21 et 34°C). Sous l'effet de la chaleur, cette dernière a tendance à augmenter chez les poulets à croissance lente (14 vs 11.08).

Certaines modifications de la composition des aliments ont contribué aux changements de l'état d'engraissement des poulets. Quel que soit le niveau protéique alimentaire (15 ou 20%), Temim et al. (2000b) ont noté une réduction de la masse du gras abdominal chez des poulets de 4 semaines après 14 jours d'exposition à 32°C. Cette baisse a été néanmoins peu accentuée avec un aliment plus riche en protéines (-13.3 et -9.13% respectivement avec des aliments à 15 et 20% de protéines).

Enfin et quel que soit la température appliquée, une baisse de la proportion GA/PV a été constatée en augmentant le niveau protéique des aliments. D'après les travaux de Mendes et al. (1997) et quel que soit le niveau d'apport en acides aminés (lysine et arginine), l'augmentation de la température d'élevage a engendré des proportions GA/Carcasse Eviscérée plus élevées (2.05 et 2.77% avec respectivement 15.5 et 25.5 à 33.3 °C).

D'autres modifications du dépôt des gras liées à la chaleur et l'humidité ont été rapportées par Gu et al. (2008). L'effet de la chaleur sur le dépôt du gras abdominal n'a été perceptible qu'avec la température de 33°C et une humidité relative de 80%. En effet et après augmentation de humidité (de 50 à 80%), une diminution de l'ordre de 6.1g/animal du GA a été noté chez des poulets en ambiance chaude (27.5 vs 21.4g). Ceci s'est traduit vraisemblablement par un effet combiné Chaleur/Humidité sur la baisse du GA. Mais en terme rapport GA/PV, la chaleur et l'humidité ont permis d'enregistrer des proportions de GA plus élevées.

Chapitre III : Influence de gène cou nu

1. Croissance, efficacité alimentaire, composition des carcasses et rendement en viande :

La revue de Mérat (1986) inclut des comparaisons entre génotypes au locus Na pour la croissance à diverses températures. Dans trois de celles-ci, les mêmes génotypes étaient répartis dans deux environnements. A 20°C ou en-dessous, les différences pondérales entre génotypes étaient faibles, ou les poulets « Cou nu » étaient inférieurs, et leur efficacité alimentaire était toujours médiocre. A 24-25°C, croissance et conversion alimentaire ne différaient que de façon négligeable entre les génotypes Na/na et na'/na. Aux approches de 30°C et au-dessus, les poulets « Cou nu » homozygotes ou hétérozygotes étaient plus lourds que les poulets na'/na' et leur efficacité alimentaire était au moins égale.

Le rendement des carcasses est amélioré de deux façons par le gène Na indépendamment de la température (Mérat 1986). La réduction du plumage (d'environ 30 % pour Na/na' et 40 % pour Na/Na) améliore le rendement à l'abattage de 1,5 à 2 % pour le génotype hétérozygote et de 2,5 à 3,0 % pour le génotype « Cou nu » homozygote. Il y a aussi une augmentation du rendement en viande des carcasses plumées et éviscérées. L'avantage de Na/na' sur na' /na' à cet égard va de 1,8 à 7,1 % chez les mâles et de 0,8 à 5,1 % chez les femelles selon la population examinée. Ceci résulte d'une proportion plus élevée de tissu musculaire chez les oiseaux « Cou nu », essentiellement dans la région pectorale. Nous n'avons pas trouvé de différence entre l'hétérozygote « Cou nu » et le type emplumé na' /na' quant au pourcentage de graisse abdominale, mais il y avait relativement moins de graisse intermusculaire et sous-cutanée chez les poulets « Cou nu ». Ceci paraît en accord avec une autre étude qui a montré un taux de lipides corporels totaux abaissé chez les poulets de chair « Cou nu ».

2. Interprétation des effets :

La réduction des pterylies induite par le gène Na n'est pas expliquée, mais beaucoup des effets secondaires s'interprètent à partir de cette réduction, et tout d'abord l'augmentation du rendement à l'abattage après plumage. D'autres conséquences dérivent des déperditions caloriques à travers une plus grande surface non couverte de plumes. Herremans et al(1988) l'ont confirmé par la mesure des échanges énergétiques pour les génotypes au locus Na à divers régimes de température. La consommation alimentaire est aussi augmentée par l'allèle Na à toute température, et il semble possible que ceci rende compte du poids de l'œuf accru par suite d'une ingestion plus importante de protéines ou autres matériaux constitutifs. Aux températures modérées ou basses, cette surconsommation associée à un besoin énergétique plus élevé se traduit par une efficacité alimentaire médiocre, tandis qu'à des températures ambiantes élevées une évacuation plus rapide des calories excédentaires vers le milieu permet une ingestion alimentaire suffisante pour une croissance ou une ponte optimum, une qualité de coquille satisfaisante par le maintien de l'équilibre acido-basique, et une réduction de la mortalité par stress de chaleur.

Certains effets associés au gène Na n'ont pas encore d'interprétation claire, tel son effet dépressif sur le poids des femelles adultes aux températures basses ou tempérées. Une compensation légèrement insuffisante des dépenses énergétiques est suggérée par une réduction de la température corporelle de l'ordre de 0,2°C chez les oiseaux «Cou nu» (Mérat 1986). Pour l'augmentation du pourcentage de muscles dans les carcasses, on peut se demander si davantage de protéines se trouvent disponibles par suite des besoins réduits pour la croissance du plumage.

3. Utilité potentielle du gène « Cou nu » en production avicole :

L'utilisation la plus vraisemblable du gène « Cou nu » se situe aux températures ambiantes élevées, 25°C et au-dessus. En production « chair », ses avantages sont alors une vitesse de croissance, un rendement à l'abattage et en viande supérieurs et une résistance meilleure aux stress de chaleur aigus. De plus, on peut prévoir une réduction du temps mis à plumer les poulets « Cou nu », ainsi qu'un effet maternel légèrement positif sur la croissance précoce résultant d'un poids d'œuf plus élevé si l'allèle Na est incorporé dans une lignée maternelle. Des travaux complémentaires devraient déterminer jusqu'à quel point les avantages observés pour les génotypes Na/Na et Na/na' en chaleur constante sont conservés à des températures fluctuantes et dans quelle mesure ils sont influencés par le degré hygrométrique.

En ambiance tempérée, les poulets « Cou nu » sont évidemment inférieurs aux autres à 15 – 20°C pour l'indice de consommation. Par contre, à 25°C, une comparaison dans un croisement de type chair n'a fait apparaître aucune différence de croissance et d'efficacité alimentaire entre poulets « Cou nu » ou non (Mérat1986). Dans ces conditions, l'avantage des oiseaux « Cou nu » pour leur rendement à l'abattage et en viande serait à comparer au coût supplémentaire du chauffage pour les maintenir à cette température et à la perte de taux d'éclosion attachée au gène Na. Le bilan pourrait être favorable aux poulets « Cou nu » avec un âge d'abattage précoce qui réduit la durée du chauffage supplémentaire (Mérat1986).

Conclusion

Conclusion :

La principale conclusion qui se dégage des études que nous venons brièvement de présenter est que le facteur génétique a une influence qui varie beaucoup selon la caractéristique de qualité considérer.

Notre exemple c'est le gène « cou nu » Na, c'est un gène dominant autosomal, a fait l'objet de plusieurs études parce qu'il est susceptible d'être utilisé en climat chaud à cause de ses effets sur la thermo-tolérance. Quand l'élevage a lieu en ambiance chaude le génotype NaNa donne :

- ✓ Des poulets un peu plus lourds avec un pourcentage de plumes nettement sont faibles.
- ✓ Les rendements à l'abattage et le rendement de viande sont augmentés.
- ✓ Développement des tissus adipeux.....

Donc, selon les informations et les expériences que nous trouvons, on peut dire que le gène « Na » il a un effet sur le maintien de la qualité de viande de race cou nu contre le stress thermique. Mais c'est toujours une prévision, car on n'est pas sûr.

Nous vous remercions pour votre compréhension. Nous nous excusons pour la deuxième fois de ne pas avoir présenté nos recherches au niveau.

Références bibliographiques

Référence :

- ✚ Gene. cou nu, poids corporel et paramètres anatomiques et physiologiques des poulettes et poules adultes selon la température,
L. E. MONNET A. BORDAS P. MÉRAT, Laboratoire de Génétique Factorielle LN.R.A., 78350 Jouy-en-Josas France.
- ✚ Gène Cou nu, performances de ponte et efficacité alimentaire selon la température chez la poule, L. E. MONNET A. BORDAS P. MÉRAT, Laboratoire de Génétique Factorielle, Centre National de Recherches Zootechniques, LN.R.A., 78350 Jouy-en-Josas, France.
- ✚ Poulet Manuel d'Élevage, Arbor acres.
- ✚ Thèse Qualités nutritionnelles et organoleptiques des viandes et des œufs de volailles locales. Influence du sexe et des génotypes,
BENABDELMOUMENE Djilali.
- ✚ Thèse Adaptations physiologiques du poulet de chair élevé en ambiances chaudes et résistance aux chocs thermiques, ATTOU Sahnoun.
- ✚ Thèse Caractérisation phénotypique de la poule locale (*Gallus gallus*) dans le nord-ouest algérien. Gènes majeurs et thermotolérance, DAHLOUM Lahouari.
- ✚ Thèse Effets du Stress Avant Abattage sur les Qualités Nutritionnelles de

la Viande de Poulet de Chair nourri avec des Régimes riches en Acides Gras Insaturés Additionnés d'Antioxydants Naturels, KHAOUCHENE Asma.

✚ Stress ante-mortem et qualité de la carcasse et celle de la viande des animaux de production, Gabriel Assouan Bonou, Chakirath Folakè Arikè Salifou, Serge Gbênagnon Ahounou, Fidèle Halile Paraiso, Kenneth Bachabi, Mahamadou Dahouda, Jacques Tossou Dougnon, Souaïbou Farougou, Issaka Abdou Karim Youssao.