

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

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

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE VETERINAIRE - ALGER

المدرسة الوطنية العليا للبيطرية - الجزائر

PROJET DE FIN D'ETUDE

EN VUE DE L'OBTENTION

DU DIPLOME DE DOCTEUR VETERINAIRE

THEME :

**L'effet de la chaleur sur la croissance *des lapins*
*de la population locale***

Réalisé par :

- **ARAR DJIHAD**
- **AMANZOUGARENE MOHAMED**
- **GRIB KOSSEILA**

Devant le jury composé de :

Président : D' REMAS. K., *Maître Assistante Classe A, ENSV.*

Promotrice : D' DAHMANI. Y., *Maître Assistante Classe B, ENSV.*

Examinatrice : D' SAIDJ. D., *Maître Assistante Classe A, ENSV.*

Examinatrice : D' BERRAMA. Z., *Maître Assistante Classe A, ENSV.*

REMERCIEMENTS

En cette mémorable occasion, et avant toute chose, Nous tenons à remercier notre seigneur Allah l'omniscient et l'omnipotent.

A l'issue de ce mémoire je tiens à exprimer ma vive gratitude à Mr H.PACHA, Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'El Harrach.

Nous remercions chaleureusement notre promotrice Dr DAHMANI YAMINA pour nous avoir encadrés et guidé sur tout le long de ce travail avec qui nous avons eu tant de plaisir à travailler et qui nous a fait profiter de son expériences malgré ses nombreuses occupations. Qu'elle trouve ici notre sincère gratitude.

Nous remercions également les enseignants qui ont contribué à la réalisation de ce travail : Mme N. BENALIN, Mme SAIDJ D, Mme TEMIM S et Mr KADOUR R.

Nos remerciements vont également aux enseignants qui nous ont fait l'honneur de juger notre travail et de participer au jury : D^r REMAS K, D^r BERAAMA Z et D^r SAIDJ D. Que tous nos enseignants qui ont contribué à notre formation trouvent ici notre plus profonde gratitude.

Nous adressons nos remerciements les plus sincères à Dr AMANZOUGARENE N qui nous a aidés à l'aboutissement de notre travaille et tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, sans oublier tous nos camarades.

Enfin, nous souhaitons dédier ce mémoire à nos parents. Rien n'aurait été possible sans leur soutien, confiance et générosité.

Merci à tous, très sincèrement.

DECICACES

Je dédie ce modeste travail :

A ceux qui ont fait de moi ce que je suis et ne cessent pas de me soutenir et de me faire confiance : ma mère et mon père pour l'amour et le soutien que m'avez offert tout le long de mon cursus, je vous dis merci....

Un jet d'encre ne suffira jamais à vous remercier

A mes chères sœurs

ASMA. et sons marie ABD EREZAK

A mes chères frères, ZAKARIA et OKBA

A ma petite nièce IKHLAS

A mon oncles KHALI SAAD

A ma tante AICHA, FATIMA et SAMIA

A toute ma famille.

A mes amis OSSAMA, RABEH, AHMED, ISLEM son oublie MOHAMED.

A tous mes amis de L'ENSV, avec qui j'ai passé d'inoubliables moments.

DJIHAD

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents, merci pour votre amour, votre soutien durant toutes ces années, votre confiance et votre dévouement ; c'est grâce à vous que le travail d'aujourd'hui est réalisé, longue vie à vous et Je ne vous remercierai jamais assez.

A la mémoire de mon grand père MOHAND.

A ma très chère sœur, SARA.

A mes chers frères, YOUGERTA, LOUNES, GAYA, IDIR.

A mes grands-parents et à toute ma famille.

A tous mes amis d'enfance et de faculté qui ont été toujours là dans les moments difficiles comme les plus joyeux ; merci pour votre amitié, votre soutien et votre joie de vivre.

MOHAMED

Dédicaces

Nous remercions d'abord le bon dieu pour nous avoir donné la force et la patience afin de réaliser ce projet de fin d'étude.

A la mémoire de mon père

A ma chère mère, tout l'amour du ciel est pour toi...

A mon frère NABIL, et à ma sœur OUIRDIA ; vous me donnez toujours le courage de continuer, je vous aime de tout mon cœur.

A mon beau-frère BADDRY, et ma belle-sœur FATIHA

A mon neveu AHCEN, qui vient juste de nous ramener la joie à notre cœur par sa naissance.

A ma grande famille et à tous mes amies

KOSSEILA

SOMMAIRE :

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE :

<i>INTRODUCTION GENERALE</i>	1
<i>CHAPITRE I : Généralités Sur Le Lapin</i>	3
I. 1. Origine du lapin.....	3
I. 1.2. Classification.....	3
I. 2. Races et populations.....	3
I. 2.1. Les différentes races du lapin dans le monde.....	3
I. 2.2. Les populations locales en Algérie.....	4
I. 3. Particularité de la digestion et alimentation du lapin.....	5
I. 3.1. Particularités anatomiques du tube digestif.....	5
I. 3.2. Comportement alimentaire.....	6
I. 3.3. Alimentation du lapin.....	7
I. 3.3.1. Besoins alimentaires.....	7
I. 3.3.2 Besoins en eau.....	9
I. 4. La croissance du lapin et les facteurs de variations.....	9
I. 4.1. Croissance.....	9
I. 4.1.1. La croissance chez le lapin.....	9
I. 4.1.2. La vitesse de croissance.....	10
I. 4.1.2. Croissance relative.....	11
I. 4.2. Facteurs de variation de la croissance.....	11
I. 4.2.1. Influence du facteur génétique sur la croissance du lapin.....	11
I. 4.2.2. Influence du facteur alimentaire sur la croissance du lapin.....	12
I. 4.2.3. Influence de l'environnement sur la croissance du lapin.....	12
I. 4.2.3.1. Effet de la température ambiante.....	12
I. 4.2.3.2. Effet de la saison.....	13
I. 4.2.3.3. Effet de l'hygrométrie.....	13
I. 4.2.4. Effet de la densité.....	14
I. 4.2.5. Effet de mode de logement.....	15

<i>CHAPITRE II : Conditions Du Stress Thermique Et Particularité De La Thermorégulation Chez Le Lapin.....</i>	16
II. 1. Température ambiante élevée ou stress thermique.....	16
II. 1.1. Le stress thermique chronique.....	16
II. 1.2. Le stress thermique aigu.....	16
II. 2. Régulation thermique.....	17
II. 2.1. Définition et généralités.....	17
II. 2.2. Température ambiante et centrale.....	17
II. 2.2.1. La température ambiante.....	17
II. 2.2.2. La température centrale.....	17
II. 2.3. Les éléments de l'équilibre thermique.....	17
II. 2.3.1. Thermogenèse.....	17
II. 2.3.1.1. Thermogenèse de base (métabolisme basal).....	18
II. 2.3.1.2. Thermogenèse facultative.....	18
II. 2.3.2. Thermolyse.....	19
II. 2.3.3. La zone de neutralité thermique.....	19
II. 2.3.4. La thermorégulation.....	20
II. 3. Thermorégulation spécifique au lapin.....	21
II. 3.1. La température rectale.....	22
II. 3.1.1. Variation circadienne.....	22
II. 3.1.2. Variation saisonnière.....	23
II. 3.2. Les éléments de l'équilibre thermique chez le lapin.....	23
II. 3.2.1. La fréquence respiratoire.....	24
II. 3.2.2. Le pavillon de l'oreille.....	25
II. 3.2.3. Le tissu adipeux brun.....	25
II. 3.2.4. La Thermorégulation comportementale.....	26

CHAPITRE III : Conséquences Du Stress Thermique Sur La Croissance Et La Physiologie Du Lapin..... 27

III. 1. L'effet du stress thermique sur les performances zootechniques.....	27
III. 1.1. Poids vif et gain de poids.....	27
III. 1.2. La consommation alimentaire.....	28
III. 2. L'effet du stress thermique sur les paramètres physiologique.....	30
III. 2.1. La température rectale.....	30
III. 2.2. Température de la peau.....	31
III. 2.3. Température de l'oreille.....	31
III. 2.3. Fréquence Respiratoire.....	32
III. 3. Poids et rendement de la carcasse.....	33

PARTIE EXPERIMENTALE

MATERIEL ET METHODE

I. Matériel et méthode.....	35
I. 1. Lieu et durée de l'expérimentation.....	35
I. 2. Bâtiment.....	35
I. 2.1. Le bâtiment d'élevage.....	35
I. 2.2. Le Matériel.....	35
I. 3. Les Animaux.....	35
I. 4. La Composition de l'aliment.....	35
II. Les conditions d'ambiance.....	36
II.1.La température et hygrométrie.....	36
III. Les Mesures.....	36
III. 1. Paramètres d'élevage.....	37
III.2. Paramètres zootechniques.....	37
III. 2.1. Poids vif moyen.....	37
III. 2.2. Le gain de poids.....	38
III. 2.3. L'ingéré alimentaire.....	38
III. 2.4. Indice de conversion.....	38
III. 2.5. Taux de mortalité.....	38
III. 2.6. Rendement de carcasses.....	38

IV. Paramètres physiologiques.....	39
IV.1. La température rectale.....	39
IV. 2. La température de la peau.....	39
IV .3. La température de l'oreille.....	39
IV. 4. Rythme respiratoire.....	39
IV. 5. La fréquence cardiaque.....	39
V. Analyse statistique.....	39

RESULTATS

I. Stress thermique chronique.....	40
I. 1. Paramètres d'ambiance	40
II. Performances zootechniques.....	41
II. 1. Effet du stress thermique sur le poids vif et le gain du poids.....	41
II. 2. Effet du stress thermique sur l'ingéré alimentaire et l'indice de conversion ...	44
II. 3. Effet du stress thermique sur le rendement de la carcasse.....	46
III. Performances physiologiques.....	49
III. 1. Effet du stress thermiques sur les constants physiologiques.....	49
III. 2. Effet du stress thermique sur la mortalité.....	49

<i>DISCUSSION GENERALE</i>	51
---	----

<i>CONCLUSION GENERALE</i>	54
---	----

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

LISTE DES ABREVIATIONS

C : Celsius.

Cal : Californiens.

CC : Carcasse chaude.

CF : Carcasse froide.

ED : Energie digestible.

G : gramme.

g/l : Gramme/litre.

GIS : Gras inter scapulaire.

GP : Gras péri rénal.

HR : Hygrométrie relative.

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique.

ITELV : Institut Technique des élevages.

JC : jésus crist.

Kcal : Kilocalorie.

Kg : Kilogramme.

ml : Millilitre.

mm : Millimètre.

MS : Matière sèche.

NZW : White New Zélande.

PD : Protéines digestibles.

PP : Poids de la peau.

PV : Poids vif.

SE : Erreur standard.

SEM : Standard erreur moyenne.

T° : Température.

TCI : Température critique inférieure.

TCS : Température critique supérieure.

LISTE DES FIGURES

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE		
Figure 1 :	<i>Schéma des différents éléments du tube digestif du lapin.</i>	06
Figure 2 :	<i>Croissance pondérale globale du lapin.</i>	10
Figure 3 :	<i>Relation entre thermogénèse et thermolyse et température ambiante.</i>	20
Figure 4 :	<i>les mécanismes de lutte contre le chaud et le froid.</i>	21
Figure 5 :	<i>Relation entre la température ambiante élevée et la température corporelle.</i>	23
Figure 6 :	<i>Effet de la chaleur sur les performances du lapin.</i>	24
Figure 7 :	<i>Vascularisation de l'oreille du lapin.</i>	25
Figure 8 :	<i>Relation entre la température ambiante et la température rectale chez le lapin domestique.</i>	30
Figure 9 :	<i>Relation entre la température ambiante et la fréquence respiratoire.</i>	32
PARTIE EXPERIMENTALE		
Figure 10 :	<i>Schéma du protocole expérimental</i>	36
Figure 11 :	<i>Evolution quotidienne des températures ambiante (a) et l'hygrométrie (b) pendant la période expérimentale pour les deux lots témoins et chaleur.</i>	41
Figure 12 :	<i>Evolution du poids vif pour les deux lots témoin et chaleur.</i>	43
Figure 13 :	<i>Evolution du gain moyen quotidien pendant la période expérimentale pour les deux lots Témoin et Chaleur.</i>	43
Figure 14 :	<i>Effet de la chaleur sur l'ingéré alimentaire et durant la période expérimentale pour les deux lots Chaleur, Témoin.</i>	45
Figure 15 :	<i>Effet de la chaleur sur l'indice de conversion durant la période expérimentale pour les deux lots Chaleur, Témoin.</i>	45
Figure 16 :	<i>Effet du stress thermique sur la chaleur sur le rendement de carcasse.</i>	47
Figure 17 :	<i>Proportions des carcasses chaudes et froides par rapport au poids vif des deux lots.</i>	47
Figure 18 :	<i>Effet du stress thermique sur les poids du foie, rein, gras péri-rénal et inter-scapulaire.</i>	48
Figure 19 :	<i>Effet du stress thermique sur les proportions du foie, rein, gras périrénal et inter-scapulaire.</i>	48
Figure 20 :	<i>Effet de la chaleur sur le taux de mortalité.</i>	50

LISTE DES TABLEAUX

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE :

Tableau 1 :	<i>Recomondations alimentaires en vitamines et minéraux des jeunes lapins en croissance (sans la partie recomondations pour la reproduction).</i>	08
Tableau 2 :	<i>Ingestion, croissance et efficacité alimentaire du lapin domestique sevré.</i>	12
Tableau 3 :	<i>Effet des basses et hautes températures sur la croissance.</i>	13
Tableau 4 :	<i>Effet de la saison sure les caractères de croissance.</i>	13
Tableau 5 :	<i>Incidence de la densité animale (nombre de lapins /m²) sur les performances d'engraissement.</i>	14
Tableau 6 :	<i>Incidence du mode du logement sur les performances zootechniques du lapin (souche hyplus).</i>	15
Tableau 7 :	<i>Effet du stress thermique sur la croissance.</i>	27
Tableau 8 :	<i>Effet de la température ambiante sur la consommation d'aliment et d'eau chez des lapins en croissance</i>	28
Tableau 9 :	<i>Influence de la température sur les performances zootechnique</i>	29
Tableau 10 :	<i>Réactions physiologiques du corps chez des lapins soumis un stress thermique.</i>	33
Tableau 11 :	<i>Rendement à l'abattage du lapin local après 8 semaines d'engraissement.</i>	34

PARTIE EXPERIMENTALE

Tableau 12 :	<i>Composition et caractéristique des aliments utilisés aux cours de l'expérimentation.</i>	36
Tableau 13 :	<i>Température ambiante et hygrométrie enregistré durant la période d'expérimentation pour les deux lots témoins et chaleur.</i>	40
Tableau 14 :	<i>Effet de la chaleur sur le poids vif et le gain du poids durant la période expérimentale pour les deux lots Chaleur, Témoin.</i>	42
Tableau 15 :	<i>L'effet de la chaleur sur l'ingéré alimentaire et l'indice de conversion durant la période expérimentale pour les deux lots Chaleur, Témoin.</i>	44
Tableau 16 :	<i>Effet de la chaleur sur le rendement de la carcasse.</i>	46
Tableau 17 :	<i>Effet de la chaleur sur les paramètres physiologiques des deux lots témoins et chaleur.</i>	49

Le développement de la production intensive du lapin a enregistré un développement remarquable au cours de ces dernières années, la production mondiale de viande de lapin en 2010 est estimée à 1.7 million de tonnes de carcasses, soit une progression de 32 % par rapport à l'an 2000, (FAO, 2012). La production est concentrée dans un petit nombre de pays : Chine, Venezuela, Corée, Italie, Espagne, France, Egypte, République tchèque et Ukraine. Elle représente cependant une part importante de l'économie de pays en voie de développement (ITAVI, 2013).

En Algérie, la consommation en viande est estimée de 18,3 Kg par habitant et par an, elle est inférieure à celles des pays voisins et des pays européens (24,5 Kg en Tunisie et 118,5 Kg en Espagne) (FAO, 2004), alors que les recommandations de la FAO sont de 35g/j. La production de la viande lapine, contribue faiblement à la production nationale totale, estimée annuellement par la FAO à 7000 tonnes, soit une consommation par habitant et par an de seulement de 0,27 Kg. La production de viande de lapin provient essentiellement des élevages traditionnels composés de lapins de population locale, mais aussi dans une faible proportion des élevages dits « modernes » composés de souches sélectionnées (INRAA, 2012).

Actuellement, la cuniculture rationnelle suscite un vif intérêt, pour sa contribution potentielle à répondre aux besoins en protéines animales (INRAA, 2012). Le choix du développement de cet élevage est justifié par ses nombreux atouts, entre autre, la forte prolificité de la femelle : 43.95 lapereaux/femelle/année, son cycle biologique court, et la capacité du lapin à valoriser les sous produits des industries agroalimentaires, sans oublier la qualité diététique de sa viande (Lebas., 2007 ; Jentzer., 2008), la viande du lapin est une viande pauvre en lipides (Gigaud., 2006), peu calorique, c'est également une très bonne source de protéines de bonne qualité (Ciqual., 2008), et elle contient en moyenne moins de sodium que les viandes de poulet et de veau, tandis qu'elle est riche en phosphore, en potassium et en sélénium (Lecerf., 2009). Enfin, sa viande est une excellente source de vitamines, de minéraux et d'oligoéléments (Gigaud, 2006 ; Ciqual, 2008).

Dans les régions à climat chaud, la production de lapin en tant que n'importe quelle autre production animale, est confrontée à beaucoup de problèmes tels que la nourriture de qualité inférieure, dont les maladies et les parasites, et la contrainte due à la chaleur, Cette dernière est la plus majeure qui induit des pertes économiques considérables en termes de baisse de performances zootechniques et d'accroissement des taux de mortalité (Ferraz *et al.*, 1991 ; Pla *et al.*, 1994 ; Cervera et Frenanadez-caromona, 1998 ; Marai *et al.*, 2002). En effet, l'Algérie est

considérée comme un pays chaud avec, d'une part, une période de chaleur de plus en plus allongée (de mai à septembre voire octobre selon les régions ; avec une température ambiante entre 28 et 35°C) correspondant à un stress thermique chronique ; et d'autre part, des pics de chaleurs fréquents, avoisinant les 40-45°C, provoquant un stress thermique aigu (Temim, 2000).

Le lapin, qui est une espèce très résistante au froid, présente au contraire une très faible capacité thermorégulatrice contre la chaleur, et cela constitue un facteur limitant bien connu pour la cuniculture des pays à climat chaud (Nichelmann., *et al* 1973 ; El-Sherry., *et al* 1980 ; Cheeke, 1983 ; Gaspari, 1984 ; Finzi, 1986).

Dans cette optique, l'objectif de notre essai est d'évaluer l'effet de la chaleur sur les performances zootechniques et physiologiques chez les lapins de population locale. Ce présent travail est constitué de deux parties :

Une étude bibliographique, articulée sur trois chapitres portant successivement sur : - la croissance et les facteurs de variations, - les conditions de stress thermique et les particularités de la thermorégulation chez le lapin, enfin, les conséquences du stress thermique sur la croissance et la physiologie du lapin.

Notre étude expérimentale est présentée dans la deuxième partie du mémoire. L'objectif et la méthodologie du travail sont détaillés, en premier, puis les principaux résultats obtenus sont présentés et discutés. Dans la conclusion générale, une mise au point des idées acquises et une présentation des perspectives envisageables sont élaborés.

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE LAPIN

I. 1. Origine du lapin:

L'origine du lapin et sa domestication a été illustré par Lebas 2008, ou il révèle L'origine paléontologique du lapin qui se situe en Europe de l'Ouest. Les fossiles les plus anciens du genre sont datés d'environ 6 millions d'années et ont été retrouvés en Andalousie du pléistocène supérieur (-100000 ans) au Néolithique (-2500 ans). L'aire de répartition de l'espèce correspond seulement à l'ensemble de la péninsule Ibérique au sud de la France, et vers la fin de la période à la partie ouest de l'Afrique du Nord. Au plan historique, le lapin sauvage aurait été découvert par les phéniciens lors de leur prise de contact avec l'Espagne vers l'an 1 000 avant J-C (Arnold, 1994 ; Lebas *et al.*, 1984 ; Lebas *et al.*, 1996 et Bujabaruah *et al.*, 1996). Le lapin était alors apprécié pour sa viande et son pelage entre le VIII^e et le VII^e millénaire avant JC, puis la consommation du lapin diminue avec l'apparition de nouvelles espèces plus grosses et donc plus intéressantes.

L'analyse de l'ADN mitochondrial révèle la présence de deux lignées (Monnerot *et al.*, 1994). La lignée A se trouve dans le sud de la péninsule Ibérique, alors que la lignée B existe plus au nord (De Rochambeau, 2000). Toutes les population domestiques sont issues de cette seconde lignée (Monnerot *et al.*, 1996).

I. 1.2. Classification :

Le lapin européen (*Oryctolagus cuniculus* Linné, 1758), du grec Oruktês = fouisseur et Lagôs = lièvre, littéralement ceux qui ressemblent aux lièvres) fait partie de l'ordre des Lagomorphes (Rougeot, 1981 ; Arnold, 2000 ; Lebas, 2000). Cet ordre regroupe les lapins, les lièvres (*Lepus europaeus*) et les pikas ou les Ochotones (Lebas, 2008), ce mammifère lagomorphe appartient à la famille des léporidés du genre *Oryctolagus*.

I. 2. Races et populations :

I. 2.1. Les différentes races du lapin dans le monde :

Selon Boucher et Nouaille, (2002), la notion de race peut avoir plusieurs définitions selon qu'elle soit envisagée par le généticien, le biologiste, le zootechnicien, l'éthologiste ou l'éleveur. La meilleure des définitions de la race peut être celle de Quittets : « la race est, au sein d'une espèce, une collection d'individus ayant en commun un certain nombre de

caractères morphologiques et physiologiques qu'ils perpétuent lorsqu'ils se reproduisent entre eux » (Lebas, 2002).

Il ya différentes races de lapins :

- Races primitives ou primaires dont sont issues toutes les autres races.
- Les races obtenues par sélection artificielle : Fauve de Bourgogne, Néo-Zélandais blanc, Argenté de champagne ;
- Les races synthétiques obtenues par croisement raisonné de plusieurs races : Géant Blanc du Bouscat, le Californien ;
- Les races mendéliennes, obtenues par fixation d'un caractère nouveau, à détermination génétique simple apparus par mutation : Castorrex, satin, Japonais, Angora (Lebas, 2002).

I. 2.2. Les populations locales en Algérie :

En Algérie, les travaux réalisés sur la population locale avaient pour objet de caractériser les performances de reproduction et de croissance. Quatre types de populations locales ont été étudiés :

- La population locale élevée en confinement et en milieu contrôlé à l'ITELV a été constitué depuis 1993. Les géniteurs de cette dernière provenaient de neuf wilayas d'Algérie. Cette population a présenté un niveau de performances constant mais très hétérogène durant plusieurs années (Ait Tahar et Fettal, 1990 ; Daoudi et AinBaziz, 2001 ; Gacem et Bolet, 2005 ; Chaou, 2006 ; Moulla, 2006 ; Moumen, 2006).
- La population dénommée Kabyle présente une diversité du point de vue couleur de la robe, et plusieurs phénotypes de couleur peuvent être trouvés. Les plus communs sont : le fauve, le blanc tacheté.
- La population actuelle résulte d'un brassage fait anarchiquement, à partir des années 1970, année durant la quelle des races ont été importés telles que le Fauve de Bourgogne, le Néo-Zélandais, et le Californien, ajouté à cela l'introduction de souches hybrides blanches (hyla et hyplus), entre 1980 et 1985. Ceci a induit la perte du lapin original kabyle (Lounaouci, 2001 ; Berchiche et kadi, 2002 ; Ferrah., *et al* 2003 ; Zerrouki *et al.*, 2005).
- Enfin la population « blanche » issue « d'hybride commerciaux » importée de France par l'Algérie au cours des années 1980. En l'absence d'un renouvellement à partir des

lignées parentales le remplacement des reproducteurs a été effectué sur place, en choisissant parmi les sujets destinés à la boucherie, d'où l'appellation de population locale « blanche ». Cette pratique a été maintenue jusqu'à ce jour, sans apport extérieur. Cette population présente une robe uniforme de couleur blanche (Zerrouki *et al.*, 2007).

I. 3. Particularité de la digestion et alimentation du lapin :

I. 3.1. Particularités anatomiques du tube digestif :

Chez un adulte (4 à 4.5 mois), le tube digestif a une longueur totale d'environ 4.5-5m (Henaff, 1988). Le développement du tube digestif est précoce et sa croissance pondérale est pratiquement terminée à 9 semaines (Lebas et Laplace, 1971). Le positionnement du tube digestif dans la cavité abdominale est rappelé dans la figure 01.

La différenciation des organes digestifs du lapin correspond à celle des autres herbivores monogastriques (Schololaut, 1982), mais la particularité qu'il convient de retenir est l'importance des réservoirs que sont l'estomac et le caecum (Lebas, 1997). D'un volume comparable, ils concentrent 70-80% du contenu sec totale du tube digestif (Salse, 1983), ce qui représente 10% du poids vif du l'animal (Lebas et Gidenne, 1984).

L'estomac est un vaste réservoir contenant 90-100g d'un mélange constitué d'aliment pâteux et des fèces molles, il est toujours en état de semi réplétion car le lapin s'alimente de façon continue en effectuant une trentaine de repas par jour (Lebas, 1991).

Le caecum est le compartiment le plus volumineux du tube digestif de lapin (40% de la masse digestive totale), (Lebas, 1989 et Gidenne, 1996). Il contient 100-120g d'une pate homogène ayant une teneur en matière sèche de 22% en moyenne.

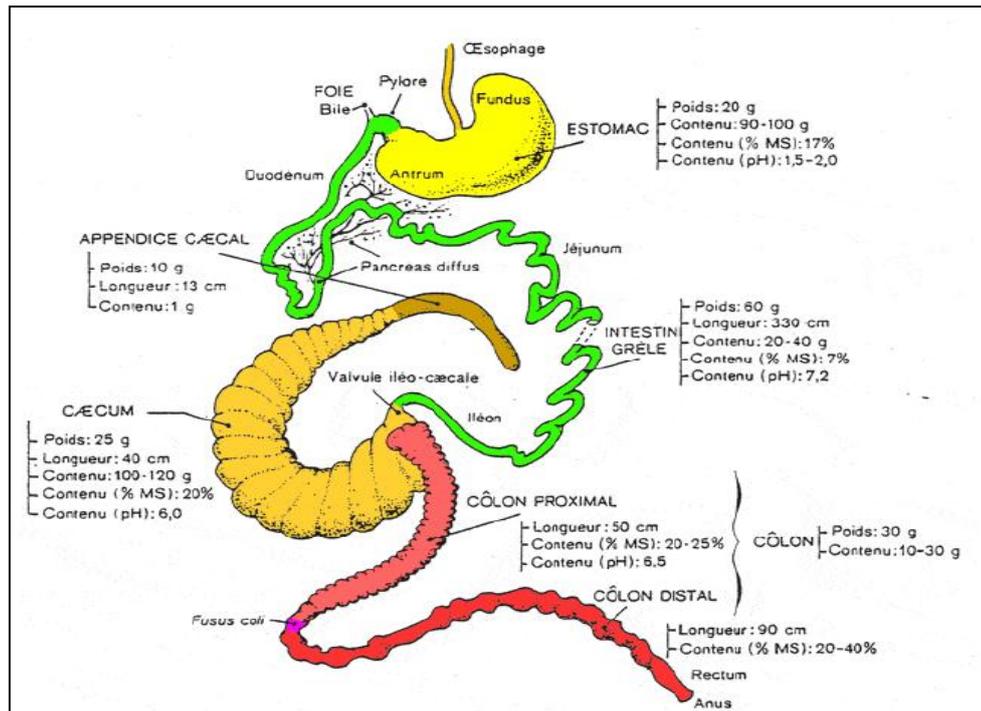


Figure 01: Schéma des différents éléments du tube digestif du lapin (Lebas, 2009)

I. 3.2. Comportement alimentaire :

Le comportement alimentaire du lapin est très particulier comparé à d'autres mammifères, avec une spécificité qui est la cæcotrophie, associée à une physiologie digestive "mixte" herbivore et monogastrique.

La cæcotrophie implique une excrétion et une consommation immédiate de fèces spécifiques appelées "cæcotrophie" ou "fèces molles". Ainsi, le lapin effectue deux types de repas : aliments et cæcotrophes. (Gidenne et Lebas, 2005).

Ce comportement consiste donc en la production de 2 types de fèces, un seul type "les cæcotrophes" étant ingérés (en totalité). Les crottes dures sont rejetées dans les litières et à l'inverse, les cæcotrophes sont récupérés par l'animal dès leur émission à l'anus. A cet effet, lors de l'émission, au cours d'une opération globale de toilette (Faure, 1963), de ce fait, le lapin peut, sans aucun inconvénient, pratiquer la récupération des cæcotrophes même s'il est élevé sur un sol grillagé.

Le comportement de cæcotrophie apparaît chez le jeune lapin (domestique ou sauvage) aux environs de 3 semaines d'âge, au moment où les animaux commencent à consommer des aliments solides en plus du lait maternel (Gidenne et Lebas, 2005).

En effet, l'ingestion des cæcotrophes est observée dans un délai de 8 à 12 heures, soit après le début de la distribution de la ration unique chez les lapins rationnés, soit après le pic

d'ingestion (environ 1 h avant l'extinction de la lumière) chez les animaux nourris à volonté (Laplace, 1978).

I. 3.3. Alimentation du lapin :

I. 3.3.1. Besoins alimentaires :

En élevage rationnel, la ration constituée d'un aliment composé complet représenté sous forme de granulé, ce dernier est formulé à partir d'une dizaine de matières premières différentes par leurs qualités nutritionnelles et technologiques (aptitude au broyage et la granulation) de sorte à ce que les apports recommandés soient satisfaits à moindre coût et puissent optimiser l'expression des performances de croissance (Lebas, 2004). Afin d'optimiser ces performances, une ration équilibrée est nécessaire pour la couverture de ses besoins journaliers. Pour cela l'animal doit trouver en quantité et en qualité dans son granulé, tous les nutriments essentiels à son développement comme l'énergie, protéines, fibres, minéraux et vitamines (Lebas, 2004) (Tableau 01).

L'alimentation a un effet direct et primordial sur le niveau de production et sur l'état de santé des animaux femelles et males (Lebas *et al.*, 1996).

Tableau 01 : Recommandations alimentaires en vitamines et minéraux des jeunes lapins en croissance (Lebas, 2004) (sans la partie recommandations pour la reproduction).

	lapereaux en croissance	
	péri sevrage 18-42jours	Finition 42-75 Jours
Groupe 1: Normes à respecter pour maximiser la productivité du cheptel		
Energie digestible (kcal/kg)	2400	2600
(M joules/Kg)	9,5	10,5
Protéines brutes (%)	15-16	16-17
Protéines digestibles (%)	11-12%	12-13%
Rapport protéines digestibles/ (g/1000Kcal)	45	48
Energie digestible (g/1 M joule)	10,7	11,5
Lipides brutes(%)	20-25	25-40
Acides aminé (%) :		
Lysine	7,5	8
Méthionine + Cystéines	5,5	6
Thréonine	5,6	5,8
Tryptophan	1,2	1,4
Arginine	8	9
Minéraux		
Calcium (mg/kg)	7	8
Phosphore (mg/kg)	4	4,5
Sodium (mg/kg)	2,2	2,2
Potassium (mg/kg)	<15	<20
Chlore (mg/kg)	2,8	2,8
Magnésium (mg/kg)	3	3
Soufre (mg/kg)	2,5	2,5
Fer (ppm)	50	50
Cuivre (ppm)	6	6
Zinc (ppm)	25	25
Manganèse (ppm)	8	8
Vitamines		
A (UI/kg)	6000	6000
D (UI/kg)	1000	1000
E (mg/kg)	30	30
K (mg/kg)	1	1
B1 (ppm)	2	2
B2 (ppm)	6	6
PP (ppm)	50	50
Acide pantothénique (ppm)	20	20
B6 (ppm)	2	2
Acide folique (ppm)	5	5
B12 (ppm)	0,01	0,01
Choline (ppm)	200	200
Groupe 2: Normes à respecter pour maximiser la santé du cheptel		
Ligno-cellulose(ADF)	190	170
Lignine(ADL)	55	50
Cellulose(ADF-ADL)	130	110
Rapport lignine/cellulose	0,40	0,40
NDF(Neutral Détergent Fiber)	320	310
Hémicellulose(NDF-ADF)	120	100
Rapport (hémicellulose+pectine)/ADF	1,3	1,3
Amidon (%)	140	200
C (ppm)	250	250

I. 3.3.2 Besoins en eau :

Le lapin boit lorsqu'il est alimenté exclusivement avec de l'herbe frais et des betteraves par nos éleveurs traditionnels. Si le lapin était alimenté à base d'un aliment sec, granulé, il boit deux fois plus que la quantité sèche ingérée. Cela représente environ 90ml par Kg de poids vif et par jours. La quantité de l'eau est importante, et afin de préserver cette quantité, seuls les systèmes d'abreuvoir automatiques peuvent donner satisfaction.

Un abreuvement insuffisant peut entraîner des accidents rénaux. Un lapin ne peut survivre plus de 6-7 jours sans boire, alors qu'il peut bien survivre 2-3 semaines s'il n'a pas d'aliment mais peut boire librement (Lebas *et al.*, 1991).

I. 4. La croissance du lapin et les facteurs de variations :

I. 4.1. Croissance :

La croissance est un ensemble de mécanismes complexes mettant en jeu des phénomènes de multiplication, et de différenciation cellulaire, tissulaire et organique. C'est un phénomène physiologique essentiel qui est souvent apprécié par l'évolution du poids de l'individu en fonction du temps, elle est sous le contrôle de lois physiologiques précises mais peut varier sous l'effet de facteurs génétiques (race) ou non génétiques (alimentation, effet maternel, environnement). La croissance représente en effet la différence entre l'anabolisme et le catabolisme (Prud'hon *et al.*, 1970). De ces mécanismes résulte une modification de taille, de poids, de composition chimique et biologique au niveau de tous les organes (Ouhayoun et Vigneron, 1975).

Elle est aussi définie par Ouhayoun, (1983) comme étant l'ensemble des modifications du poids, de la forme, de la composition anatomique et biochimique d'un animal depuis sa conception jusqu'à son abattage.

I. 4.1.1. La croissance chez le lapin :

La croissance pondérale entre la naissance et l'état adulte correspond à l'évolution de poids en fonction de temps : $p=f(t)$ (figure 02) cette évolution est continue. La courbe de croissance pondérale du lapin est une courbe sigmoïde (en forme de S), avec un point d'inflexion qui se situe entre la 5^{ème} et la 7^{ème} semaine de la vie postnatale (sevrage a quatre semaines) (Ouhayoun, 1983 et 1990). Laffolay, (1985a) situe ce point au cours de la

8^{ème} semaine d'âge. Classiquement, la courbe de croissance pondérale peut être considérée comme linéaire entre 4 et 11 semaines d'âge (Ouhayoun, 1983).

Les lapins males et femelles suivent une courbe de croissance semblable jusqu'à l'âge de 10, 15 ou 20 semaines, selon que leur croissance est rapide, moyenne ou lente. Au-delà, le dimorphisme sexuel s'exprime par une supériorité pondérale des femelles (Ouhayoun, 1983).

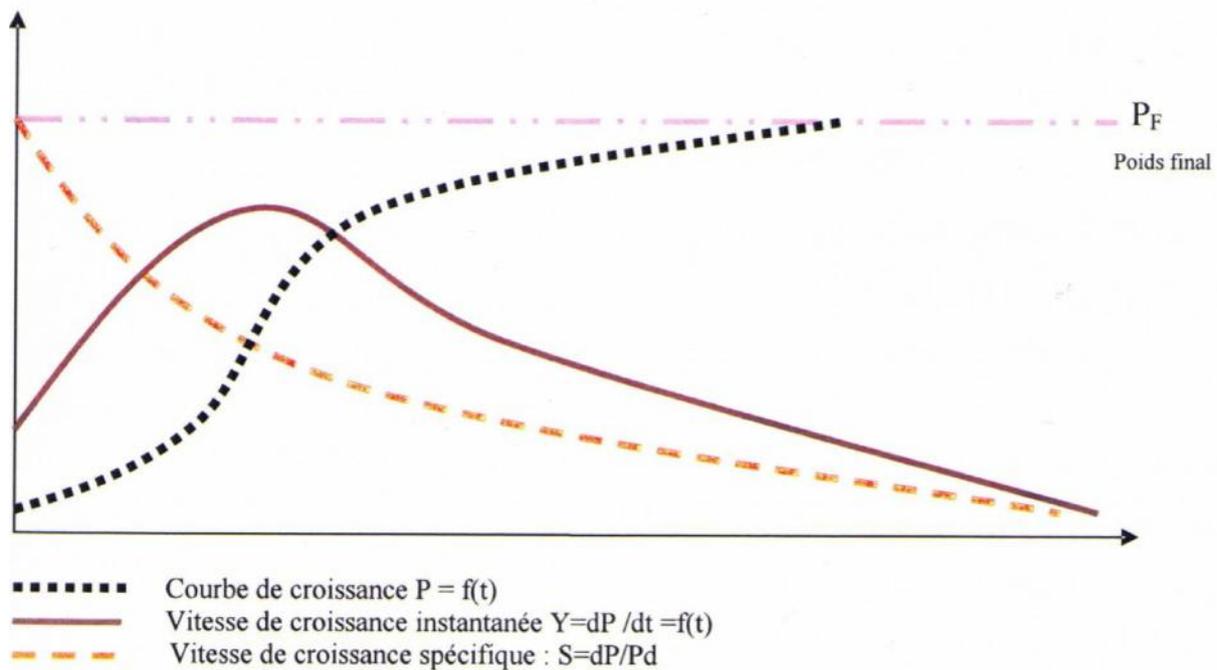


Figure 02 : Croissance pondérale globale du lapin (Ouhayoun, 1983)

I. 4.1.2. La vitesse de croissance :

A l'âge correspondant au point d'inflexion de la courbe de croissance (5-7 ou 8 semaines), la vitesse de croissance passe par un maximum, puis elle ralentit progressivement, notamment après 11 semaines d'âge, en présentant une allure en dents de scie. La vitesse de croissance tend ensuite vers zéro à partir de 6 mois, c'est ce qui correspond au poids final. (Ouhayoun, 1983 et Blasco, 1992) (Figure 02).

Chez les lapins de chair de souche améliorée, placé dans une température ambiante de 18 à 22°C, le gain moyen quotidien est de 35,8 g/jour avec un maximum au cours de la 8^{ème} semaine, soit 45,5 g/jour (Laffolay, 1985b).

Des « accidents » dans l'évolution de la vitesse de croissance sont fréquemment observés entre la 5^{ème} et la 6^{ème} semaine postnatale, leur cause est souvent attribuée aux modifications de l'alimentation et de l'environnement (Ouhayoun, 1983), cependant le retard

accusé est comblé grâce à la croissance compensatrice des lapins, entre la 10^{ème} et la 11^{ème} semaine d'âge (Jouve *et al.*, 1986).

I. 4.1.2. croissance relative :

La croissance de l'organisme est la résultante des croissances relative de ses différents organes, qui ne réalisent en une même fraction de leur poids final que successivement dans le temps : c'est ce qui définit l'allométrie (Ouhayoun 1983).

Les études de Cantier *et al.*, (1969) portent sur une souche commune de lapins de format adulte moyen montrent que la croissance relative du tractus digestif devient moins rapide que celle du corps à partir du poids de 650g, celle de la peau à partir de 850g, il en résulte une augmentation du rendement à l'abattage en fonction du poids corporel. La disharmonie de croissance des autres tissus et organes se traduit par une modification de la composition de la carcasse (Ouhayoun, 1989).

Le développement des organes n'est pas au même rythme les uns par rapport aux autres (Ouhayoun, 1978 ; Rouvier, 1978 et 1980).

Chez le lapin en croissance, la croissance est prioritaire d'abord pour le tissu osseux, le tissu musculaire et enfin le tissu adipeux (Cantier *et al.*, 1969). La proportion d'os diminue aux environs du poids vif de 1000g, et celle du tissu musculaire aux environs de 2450 g du poids vif, tandis que le tissu adipeux s'accélère au-delà du poids vif de 2100g, enfin la croissance du foie augmente jusqu'au poids de 1700g puis décroît rapidement (Ouhayoun, 1989).

I. 4.2. Facteurs de variation de la croissance :

I. 4.2.1. Influence du facteur génétique sur la croissance du lapin :

La croissance du lapereau avant le sevrage dépend de l'influence maternelle qui est la résultante du génotype de la mère et des facteurs environnant (milieu utérin, taille de la portée, aptitude laitière de la mère, comportement maternel de la mère post natal). Le poids du lapin à 11 semaines subit encore une influence maternelle, mais résulte de l'expression des potentialités génétiques transmises par le mâle de divers souches ou Races (Henaff et Jouve, 1988). Les souches mâles sont sélectionnées sur la croissance post sevrage (De Rochambeau, 2000).

Selon (Larzul *et al.*, 2003), il est possible de sélectionner les lapins sur un poids à âge fixe pour augmenter leur vitesse de croissance. Ces mêmes auteurs ne reportent qu'une

sélection sur le poids vif conduit à une augmentation du poids au sevrage plus importante que la sélection sur la vitesse de croissance.

Les estimations de l'héritabilité des poids individuels augmentent avec l'âge, et elles donnent des héritabilités très variables selon la population étudiée et l'âge de la mesure (Khalil *et al.*, 1986).

I. 4.2.2. Influence du facteur alimentaire sur la croissance du lapin :

Plusieurs facteurs contrôlent l'ingestion alimentaire des lapins, et le plus important d'entre eux est la concentration énergétique de l'aliment. Le niveau de consommation des lapins diminue ou augmente, selon que la concentration énergétique de l'aliment est élevée ou faible (Lebas, 1975 ; Fromant et Tanguy, 2001).

La vitesse de croissance est maximisée si les équilibres recommandés sont respectés : un aliment distribué à volonté, de 2500 kcal d'énergie digestible, 16% de protéine, 10 à 14% de cellulose brute et de 2 à 3% de lipides (Henaff et Jouve, 1988). Dès qu'il y a déséquilibre, la vitesse de croissance est ralentie.

Tableau 02 : Ingestion, croissance et efficacité alimentaire du lapin domestique sevré. (Gidenne et Lebas, 2005).

	Période d'âge	
	5-7 semaines	7-10 semaines
Ingestion d'aliment (g/j)	100-120	140-170
Gain de poids vif (g/j)	45-50	35-45
Efficacité alimentaire (g aliment/g gain de poids)	2.2-2.4	3.4-3.8
Valeurs moyennes pour des lapins (lignées commerciales actuelles), nourris à volonté un aliment granulé équilibré (89% MS), et ayant librement accès à de l'eau potable.		

I. 4.2.3. Influence de l'environnement sur la croissance du lapin :

I. 4.2.3.1. Effet de la température ambiante :

Une température ambiante élevée ainsi que la saison estivale influencent négativement la consommation alimentaire du lapin, et l'ingestion de granulés diminue lorsque la température augmente : à 30°C, la consommation alimentaire des lapins est 30 à 40% plus faible qu'à 20°C (Colin, 1985 ; Simplicio *et al.*, 1988 ; Duperray *et al.* 1998 et Szendro *et al.*, 1999).

Les fortes températures sur l'engraissement des lapereaux issus de la souche Hyplus (de 32 à 67 jour) se traduisent par une baisse du poids vif à la vente de 387 g soit 15,7% l'ingéré et le gain moyen quotidien diminuent respectivement de 16,7 et de 11,5% (Dupperay *et al.*, 1998).

Ainsi pour la race néo-zélandaise, une perte du poids de 52g à l'âge de 37 jours (soit 6% du poids moyen), de 269 g a l'âge de 71 jours soit (14% du poids moyen) et de 462 g à l'âge de 112 jours (soit 17% du poids moyen) sont révélées (Poujardieu et Matherson, 1984).

Tableau 03 : Effet des basses et hautes températures sur la croissance (Chiericato *et al.*, 1992).

Performances /températures °C	11-12°C	26-28°C
poids initial (g)	1154	1171
Poids final (g)	3227	2668
GMQ	36,6	26,6

GMQ : Gain moyen quotidien

I. 4.2.3.2. Effet de la saison :

Le poids de lapins nés en saison fraîche est plus élevé que ce lui des lapins nés en saison chaude (Kamal *et al.*, 1994). Le gain moyen quotidien en période fraîche est plus élevé que celui de la période chaude avec respectivement 37 et 27g/jour (Chiericato *et al.*, 1992). Ainsi les performances de croissance sont meilleures pendant l'automne et l'hiver qu'au printemps et en été.

Tableau 04 : Effet de la saison sure les caractères de croissance (Baselga, 1978).

Critères saisons	Poids moyen ou sevrage(g)	Poids moyen à l'abattage	GMQ(g)
Hiver	547	2261	35
Printemps	599	2152	31,7
Été	550	2114	32,2
Automne	549	2220	34,1

I. 4.2.3.3. Effet de l'hygrométrie :

Les lapins sont sensibles à l'humidité très élevé et peuvent être affectées par de brusques changements d'humidité, mais pas avec une humidité constante qui dépend de la conception

des logements. Cela peut être dû au fait que les lapins sauvages passent une grande partie de leur vie dans des terriers avec un niveau d'humidité près du point (100%) saturation.

Le lapin est sensible à une hygrométrie faible (<50%), car elle favorise la formation de poussière qui dessèche les voies respiratoires entraînant ainsi une sensibilité accrue aux infections, il ne l'est pas lorsque celle-ci est trop élevée (Lebas *et al.*, 1996). Par contre il craint les changements brusques, donc il est utile de maintenir une hygrométrie constante afin d'obtenir de meilleurs résultats (Franck, 1990).

Une humidité maintenue entre 55 et 80% est optimale, elle serait idéale entre 60 et 70% (Lebas *et al.*, 1991). Les mêmes auteurs rapportent que si l'humidité est élevée mais si conjointement la température l'est aussi, l'évaporation est faible, donc c'est inconfortable pour l'animal, favorisant le développement des maladies parasitaire et microbiennes, de même lorsque l'humidité est élevée et la température est basse, on observe des condensations sur les parois du bâtiment d'où apparition de trouble respiratoire et digestive.

I. 4.2.4. Effet de la densité :

Une densité supérieure à 16 lapins/m² réduit les performances de croissance (Marin, 1982) (tableau 05). L'utilisation d'une densité de 15,6 lapins/m² permet une forte vitesse de croissance et moins de compétition entre les animaux (Colmin *et al.*, 1982 ; Lebas *et al.*, 1991), précisent qu'il ne faut pas placer plus de 16 à 18 lapins/m², c'est-à-dire ne pas dépasser 40 kg de PV/m².

Tableau 05: Incidence de la densité animale (nombre de lapins /m²) sur les performances d'engraissement (Martin, 1982).

Performances/Densités (m²)	18.7	15.6	12.5
Poids vif à 70 jours (g)	2150.5	2327	2384
Gain moyen quotidien (g/j)	32	36.1	36.5
Consommation d'aliment (g/j)	111	122	122
Indice de consommation	3.35	3.39	3.36

I. 4.2.5. Effet de mode de logement :

L'effet du mode du logement a une incidence sur la croissance. En effet (Jehl *et al.*, 2003) ont constaté que les lapins logés en parc présentent une vitesse de croissance inférieure à celle des lapins logés en cage et le poids de ces derniers à l'abattage est ainsi supérieur de 130g (tableau 06).

Tableau 06: Incidence du mode du logement sur les performances zootechniques du lapin (souche hyplus) (Jehl *et al.*, 2003).

	Cages	Parcs
Poids à 35 j (g)	907	904
Poids à 49 j (g)	1651	1549
Poids à 63 j (g)	2252	2111
Poids à 70 j (g)	2446	2251

CHAPITRE II : Conditions du stress thermique et particularité de la thermorégulation chez le lapin

II. 1. Température ambiante élevée ou stress thermique :

Le stress désigne un ensemble de réactions comportementales et physiologiques pour faire face à une menace d'origine environnementale, appelée facteur stress. La réponse au stress est caractérisée par plusieurs modifications complexes du système endocrinien en réponse aux besoins immédiats de l'animal (Merlot, 2004).

La notion de « chaleur » ou l'exposition à une température ambiante élevée recouvre deux aspects différents de stress thermique, selon leur durée et leur intensité, pour lesquels les réponses des animaux sont différentes (De Basilio et Picard, 2002 ; Amand *et al.*, 2004).

II. 1.1. Le stress thermique chronique :

Le stress thermique chronique concerne une exposition prolongée à des températures ambiantes élevées cycliques, en général supérieures à 30°C, et s'étalant sur une longue période de plusieurs mois selon les régions (De Basilio et Picard, 2002 ; N'Dri, 2006). Elle provoque des changements relativement faibles, sur une assez longue période, jusqu'à atteindre un nouvel équilibre homéostatique qui permet à l'animal de s'adapter à son nouvel environnement. Dans cette situation, la mortalité n'est que légèrement augmentée alors que les performances de production sont très affectées (Temim, 2000).

II. 1.2. Le stress thermique aigu :

Le stress thermique aigu ou coup de chaleur consiste en une augmentation brutale de la température ambiante dépassant 35°C pendant un temps relativement bref de quelques heures à quelques jours (Ait Boulahsen, 1996 ; Temim, 2000).

Le stress thermique aigu implique des changements immédiats et radicaux qui convergent vers un seul objectif : la survie de l'animal (Temim, 2000). Sa principale conséquence est une augmentation de la mortalité, souvent par étouffement jusqu'à 60%, et la productivité est totalement reléguée au second plans (De Basilio *et al.*, 2001).

II. 2. Régulation thermique :

II. 2.1. Définition et généralités :

Les animaux sont souvent classés comme à sang chaud ou à sang froid. Lorsque la température de l'environnement varie, la température du corps d'un animal à sang chaud ou homéothermes reste élevée et constante, tandis que celle d'un animal à sang froid ou poïkilotherme est faible et variable.

La thermorégulation, processus par lesquels de nombreux animaux maintiennent activement leur température dans un intervalle spécifié afin de stabiliser ou optimiser les processus physiologiques sensibles à la température (Bakken, 2012)

Dans la thermorégulation interviennent deux phénomènes : la thermolyse (perte de chaleur) et la thermogenèse (production de chaleur). C'est la détection d'une variation de température extérieure qui met en route ces phénomènes.

II. 2.2. Température ambiante et centrale :

II. 2.2.1. La température ambiante :

Elle est définie par la température radiante pour un régime de convection libre et un degré d'hygrométrie de 50% (Toutain, 2013)

II. 2.2.2. La température centrale :

C'est le niveau moyen de l'énergie thermique de l'organisme, elle est exprimé en degré Celsius (°C) et se repère à l'aide d'instruments étalonné (thermomètre, thermocouple, thermistance).

II. 2.3. Les éléments de l'équilibre thermique :

Chez les endothermes la température corporelle moyenne est maintenue constante grâce à une régulation soigneuse de l'équilibre entre la thermogenèse et la thermolyse (Ain Baziz, 1990).

II. 2.3.1. Thermogenèse :

Tous les animaux produisant de la chaleur que l'on qualifie de chaleur animale. Elle a pour origine les réactions chimiques, dont l'organisme est le siège, et correspond à la fonction de thermogenèse. le principal site de production de chaleur se produit dans le tissu adipeux brun, un tissu dont la seule fonction est la thermogenèse (Jeffrey R. *et al.*, 2012).

La température corporelle des homéothermes est constante malgré les variations de la température qui constitue également une dépense énergétique considérable, sachant qu'une grande partie issue du métabolisme oxydatif doit être mobilisée pour ce travail d'homéostasie thermique.

Il est admis que la thermogènes est composée de la thermogenèse de base et la thermogenèse facultative.

II. 2.3.1.1. Thermogenèse de base (métabolisme basal) :

Elle est définie comme étant la production de chaleur au repos 12h après un repas et dans la zone de neutralité thermique (Balnave, 1974).

II. 2.3.1.2. Thermogenèse facultative :

➤ Thermogenèse alimentaire :

Il est admis par les nutritionnistes que chez les mammifères comme chez les oiseaux, l'ingestion entraîne systématiquement une thermogenèse qui constitue une perte inéluctable d'énergie, surtout chez un animal élevé en zone de neutralité thermique. Cette perte ou extra chaleur varie avec la composition chimique de l'aliment, les protéines sont bien connues pour présenter la plus forte contribution à la thermogenèse alimentaire par rapport aux glucides et aux lipides (Tasaki et Kushima, 1979 ; Robert S *et al.*, 2012 ; Bakken, 2012). On peut par conséquent s'attendre à ce que les régimes qui ont une forte extra chaleur soient défavorables en climat chaud.

➤ Thermogenèse physique :

L'activité physique provoque un accroissement notable de la thermogenèse. On estime que chez un animal au repos, la peau et les muscles interviennent pour environ 18%. Dans la production de chaleur grâce au tonus musculaire de base. Une activité physique importante peut ainsi, faire passer la part prise par les muscles à peu près de 90%. D'ailleurs un des moyens utilisé par temps froid est l'activité physique. La plupart des espèces peuvent également mettre en œuvre des contractions rapides et brèves des différents muscles squelettiques appelés thermogenèse avec frisson (Ivanov, 1989 et 2006 ; Jeffrey, 2012). Ces frissons, lorsqu'ils sont important permettent une augmentation rapide et largement significative (jusqu'à 4 fois) de la production de chaleur. Dans ce processus, les contractions sont involontaires (Ivanov, 2006).

II. 2.3.2. Thermolyse :

C'est l'ensemble des déperditions caloriques. Chez les homéothermes la perte de chaleur est une conséquence inévitable lorsqu'il existe un gradient de température entre le corps et l'environnement. Les pertes de chaleur peuvent être divisées en :

Pertes sensibles (chaleur qui élève la température de l'environnement) comprenant les pertes par conduction, convection et radiation.

Pertes insensibles (qui n'entraînent pas l'augmentation de la température de l'environnement) dues à l'évaporation de l'eau au travers des voies respiratoire ou cutanée (l'évaporation d'un litre d'eau absorbe près de 585Kcal)(Ivanov, 2006), et l'eau émise dans les excréta (urine et fèces). Ces formes de dissipation de l'énergie, constituent un moyen physique de lutte contre les températures élevées.

II. 2.3.3. La zone de neutralité thermique :

L'homéothermie correspond à l'aptitude de maintenir la température centrale dans d'étroites limites de variation. Pour chaque espèce et selon les caractéristiques individuelles de l'animal, il existe une zone de neutralité thermique (Mahmoudi et Haradj, 2010).

La zone de neutralité thermique est définie, pour un niveau de nutrition donné, comme étant l'intervalle des températures ambiantes, pour lequel la thermogenèse est à son minimum, et la thermolyse n'est assurée ni par la sudation ni par une augmentation de la fréquence respiratoire. La zone de neutralité thermique est limitée par les températures critiques inférieure et supérieure. (Ivanov et Web, 2003) (Figure 03).

- La température critique inférieure (TCI) est la température ambiante à partir de laquelle l'animal doit augmenter sa thermogenèse pour compenser un accroissement de la thermolyse sensible.
- La température critique supérieure (TCS) est La température ambiante pour laquelle l'animal doit augmenter sa thermolyse insensible pour compenser une réduction de thermolyse sensible.

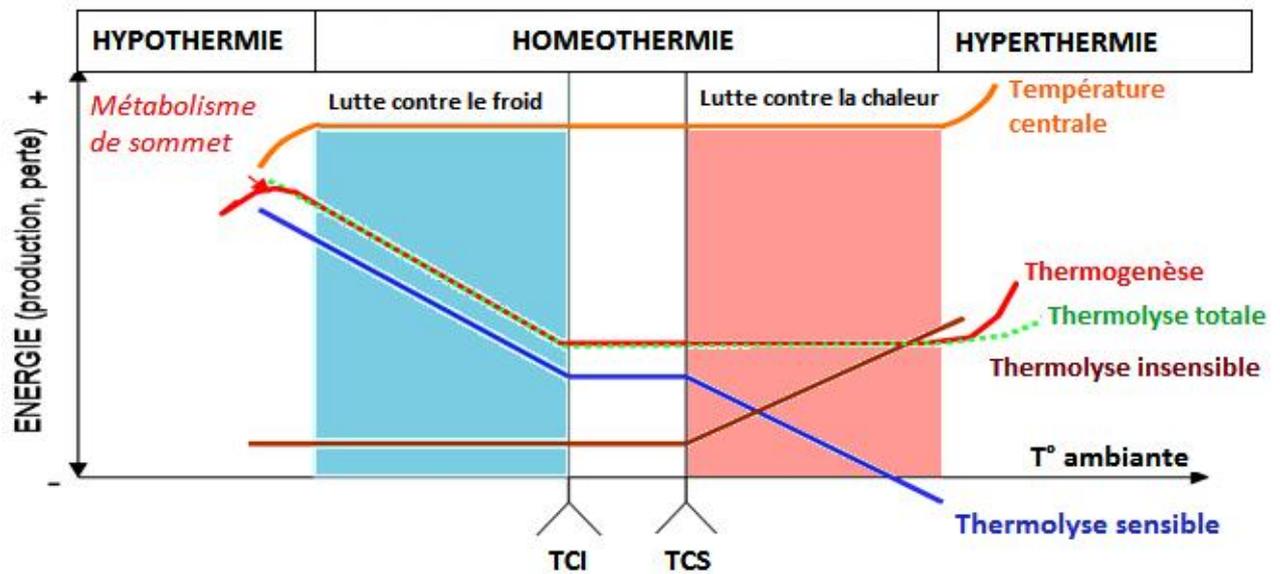


Figure 03 : Relation entre thermogénèse et thermolyse et température ambiante.

(Toutain, 2013)

Il est à remarquer que l'intervalle de température du milieu dépassant le point critique supérieur, auquel l'animal peut s'adapter, est beaucoup plus étroit que l'intervalle de température se trouvant en dessous du point critique inférieur, permettant la survie de l'animal. Ce qui explique pourquoi en pratique, les pertes de production et la mortalité due à un excès de chaleur sont plus importante.

II. 2.3.4. La thermorégulation :

La thermorégulation est l'ensemble des phénomènes qui permettent à un organisme de supporter les variations de la température auxquelles il est soumis. Le principe de cette thermorégulation est le maintien de l'équilibre de la balance entre les gains et les pertes de calories. Ce contrôle fait intervenir toute une série de mécanismes qui sont applicables en ambiance chaude ou froide, grâce à des récepteurs cutanés sensibles au chaud et au froid qui transmettent leurs informations par la moelle épinière vers l'hypothalamus. Ce dernier, fonctionnant à la façon d'un thermostat, déclenche des réactions de lutte, après intégration de l'information thermique (Ivanov, 2006). Les mécanismes de thermorégulation sont reportés dans la figure 04.

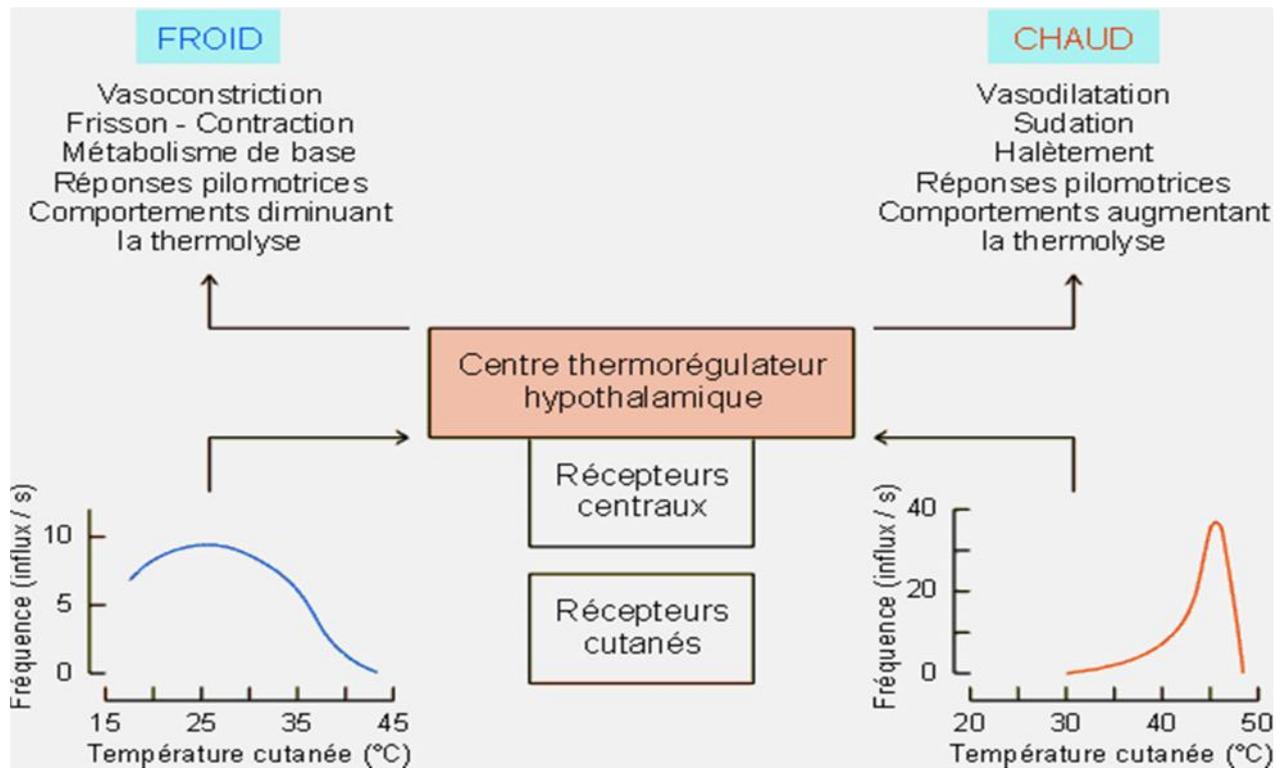


Figure 04 : Les mécanismes de lutte contre le chaud et le froid, d'après l'université de Liège.

II. 3. Thermorégulation spécifique au lapin :

La température de la zone de confort pour les lapins est d'environ 21°C (Gonzalez *et al.*, 1971). Soit à des températures supérieures ou inférieures, l'animal doit dépenser de l'énergie pour maintenir la température du corps. La charge de chaleur chez les lapins augmente à l'exposition à une température ambiante élevée et les animaux tenteront de maintenir l'homéothermie en utilisant des moyens physiologiques internes pour aider à rétablir l'équilibre thermique. Les lapins utilisent la position générale du corps, rythme respiratoire et la température périphérique (notamment la température de l'oreille), ces trois moyens permettent d'accroître les pertes de chaleur.

La respiration et l'oreille sont les plus importantes voies de dissipation de chaleur, puisque la plupart des glandes sudoripares chez les lapins sont non fonctionnelles et la transpiration (évacuation de l'eau par la peau) n'est jamais grande en raison de la fourrure (Marai *et al.*, 2012).

II. 3.1. La température rectale :

La température rectale physiologique du lapin varie dans une gamme de 38,6 et 40,1°C (Sutherland *et al.*, 1958). Quand la température ambiante s'étend de 15°C à 20°C, la température corporelle chez le lapin est de 39,0 ou 39,1°C (Mc Ewen *et al.*, 1973). Et jusqu'à 36°C la température rectale des animaux augmentent de 0.1°C par degré de température ambiante (Valentini *et al.*, 1985). Au-dessous de la limite inférieure d'homéothermie (10-12°C) la température corporelle de lapins maintenus pendant 24H à jeun, diminue en moyenne de 0.7°C (Lee, 1939).

La température rectale varie :

- D'un genre à l'autre : elle est en moyenne 39,9°C chez le lapin sauvage (*Lupus sylvaticus*) et 39,6°C chez le lapin domestique (*Oryctolagus cuniculus*) (Lee, 1939).
- Selon le sexe, la température rectale des femelle est significativement plus haute que celle des males (39,20 ± 0,35) vs (39,17 ± 0,36) respectivement (Pericin et Grieve, 1984).

II. 3.1.1. Variation circadienne :

La variation cyclique de la température corporelle du lapin est induite par des variations journalières de la température ambiante. La température corporelle moyenne va augmenter en début de la matinée, puis marque un pic entre 14-16h (Finzi *et al.*, 1994 ; Villalobos *et al.*, 2008) (figure 05).

La tendance de la température corporelle est semblable à celle de la température ambiante avec un retard de 2h (Finzi *et al.*, 1994). Cette variation cyclique de la température corporelle varie dans un très court intervalle (0,2-0,3°C) indiquant un rendement élevé de la régulation thermique chez le lapin (Shafie *et al.*, 1979).

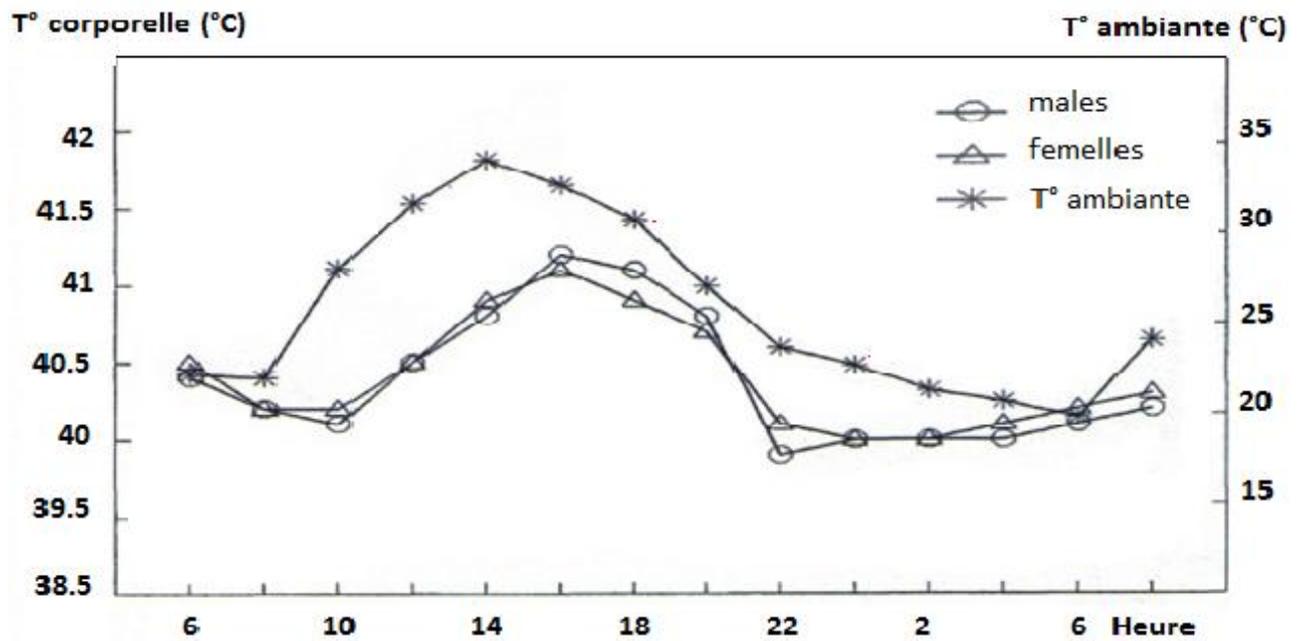


Figure 05 : Relation entre la température ambiante et la température corporelle en été (finzi *et al.*, 1994).

II. 3.1.2. Variation saisonnière :

En ce qui concerne la variation saisonnière, l'augmentation de la température rectale et la température des oreilles chez les lapins a été estimée à environ 1°C, plus élevée lorsque la température ambiante augmente de 18,8°C en hiver à 30,7°C en été (Gad, 1996).

II. 3.2. Les éléments de l'équilibre thermique chez le lapin :

La position générale du corps, la fréquence respiratoire, la température périphérique (particulièrement celle des oreilles), le tissu adipeux brun et la thermorégulation sociale sont les principaux moyens utilisés par le lapin pour son homéostasie thermique (Figure 06).

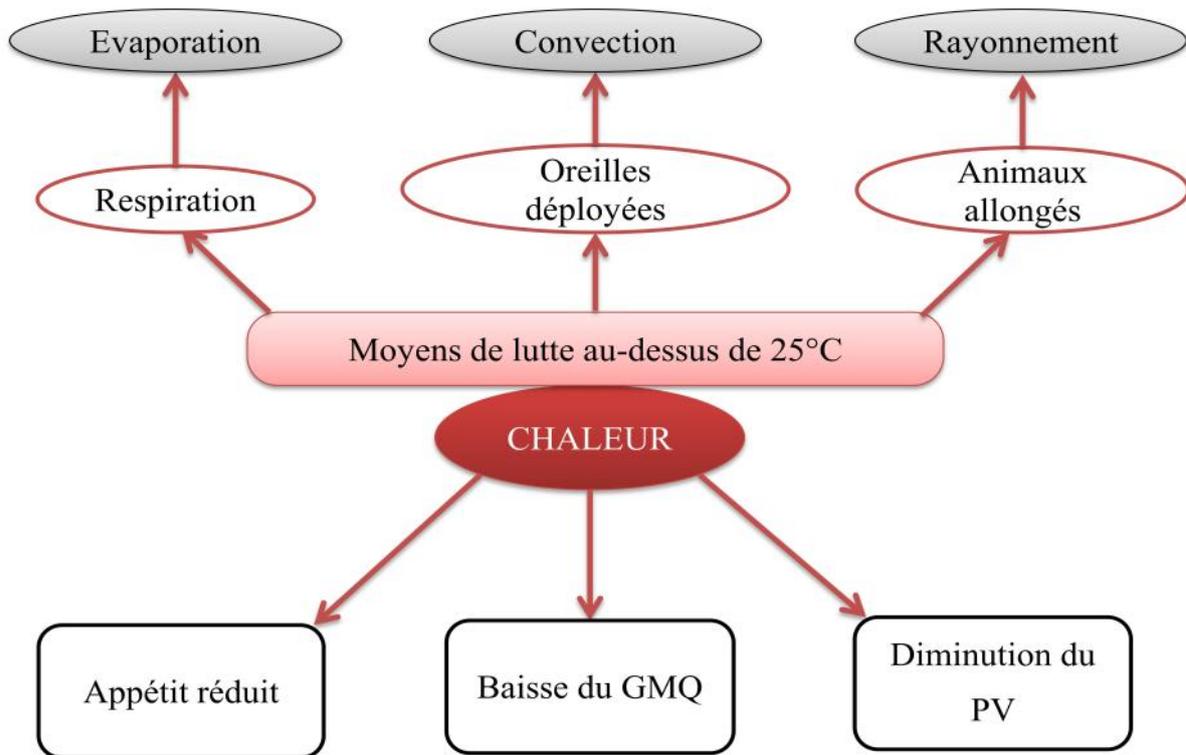


Figure 06 : Effet de la chaleur sur les performances du lapin.
(Boucher et Nouaille, 2002).

II. 3.2.1. La fréquence respiratoire :

La dissipation de la chaleur corporelle est effectuée par le lapin surtout à travers l'activité respiratoire sous forme de vapeur (Finzi, 1990). Ce système qui représente 30% de la dissipation de chaleur totale (McLein, 1963), ne travaille qu'entre 0-30°C (Marai et Habeeb, 1994). Mais au-dessus de 30°C de température ambiante, la température corporelle du lapin commence à croître très vite, parce que la polypnée ne peut pas facilement dépasser le rythme respiratoire (Finzi, 1990).

La dissipation de chaleur donc n'est possible que par rayonnement et convection (Wolfensen et Blum, 1988). La perte de l'eau par évaporation et la fréquence respiratoire sont linéairement rapportés et toutes les deux augmentent avec l'augmentation de la température ambiante au-dessus du seuil du halètement (Richards, 1976). Cependant la dissipation de chaleur par la vapeur d'eau respiratoire est diminuée par l'augmentation de l'humidité (Lebas *et al.*, 1986).

II. 3.2.2. Le pavillon de l'oreille :

Le lobe de l'oreille joue un rôle important dans la thermorégulation des lapins, puisque sa fonction est semblable à celle d'un radiateur de voiture (Lebas *et al.*, 1986). Grâce à un mécanisme vasomoteur, il y'a un flux sanguin du noyau du corps vers un réseau très dense de capillaires et artério-veineux au niveau de l'oreille (figure 07), où s'effectue la déperdition calorifique (convection, conduction et radiation). La région de la pointe du lobe de l'oreille a des vaisseaux sanguins moins abondantes et de calibre plus petit que ceux de la zone centrale, ce qui explique que la température de la région de la pointe est toujours inférieure à la région médiane (Shafie *et al.*, 1970).

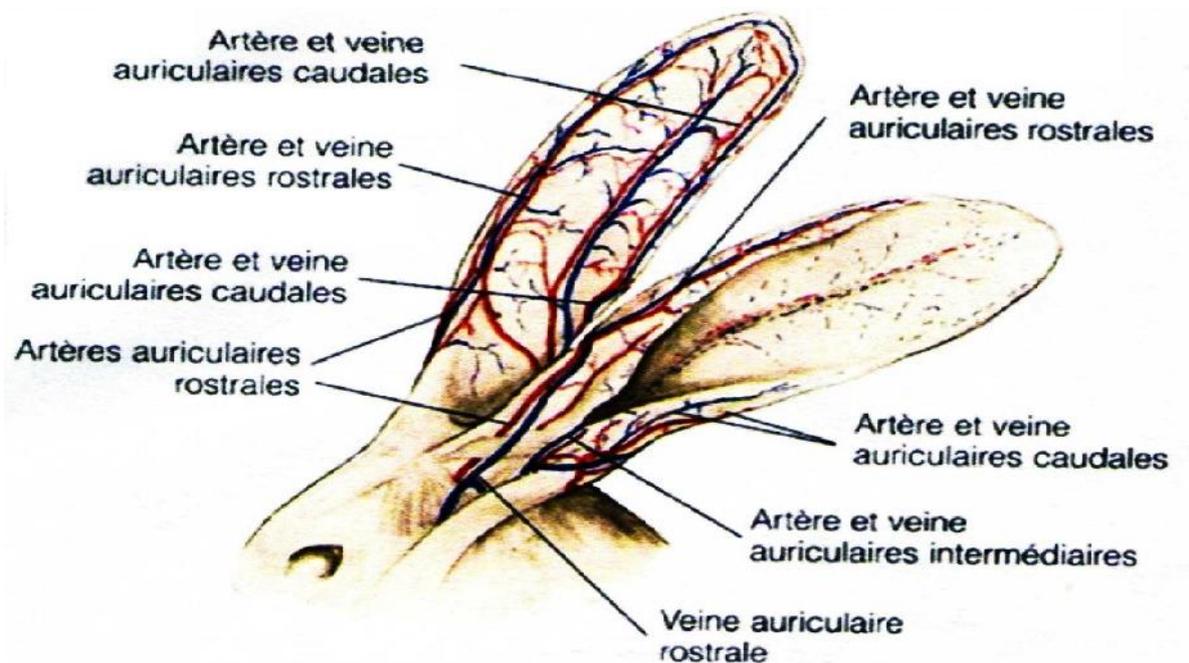


Figure 07 : Vascularisation de l'oreille du lapin (Barone, 1972).

II. 3.2.3. Le tissu adipeux brun :

A la naissance, le lapereau fait partie des nouveau-nés « gras » car la proportion de lipides par rapport au poids vif atteint 5,8%. L'ensemble du tissu adipeux est constitué principalement de tissu adipeux brun situé sur le cou et les épaules, et par le tissu adipeux blanc (Lebas, 1994). Le tissu adipeux brun des lapereaux sert exclusivement à sa thermorégulation, permettant ainsi de produire de la chaleur sans frisson thermique (Lebas, 1994) et il est fonctionnel dès la naissance (Hardman *et al.*, 1969). En revanche, le tissu adipeux blanc, est la réserve énergétique « prévue » pour assurer toutes les autres fonctions.

A la différence du tissu adipeux blanc, les dépôts de tissu adipeux brun sont richement vascularisés, et la température du sang qui sort de ce dernier est nettement plus élevée que celle du sang arrivant (Himm-hagen et Ricquier, 1997). Ainsi un lapereau maintenu à 30-36°C mais non alimenté, meurt de faim en 5 à 6 jours, avec une perte quasi-totale du tissu adipeux blanc, mais sans que le tissu adipeux brun ait été touché. Lebas, (1994) rapporte que si la même expérience est faite avec un lapereau placé à 20-23°C, il meurt en 3 jours, en ayant épuisé les réserves adipeuses blanches et brunes.

II. 3.2.4. La Thermorégulation comportementale :

Un lapin exposé à des températures ambiantes au-dessous de 10°C, se courbe vers le haut pour minimiser la surface de contact avec l'air ambiant, diminue la température de ses oreilles et les ramène tout près de son corps (Seitz *et al.*, 1998). À une température au-dessus de 25-30°C les animaux s'étirent, dressent leur oreilles et les écartent loin du corps pour dissiper autant que possible de la chaleur par radiation et convection (Lebas., 1986).

La thermorégulation comportementale s'observe aussi chez les nouveau-nés. Jusqu'à l'âge de 10 jours, les lapins sont incapables de survivre s'ils sont séparés du reste de la portée et soumis à un stress thermique trop important (Bautista *et al.*, 2003). Les lapins nouveau-nés doivent en conséquence se regrouper dans leur nid afin de réduire les pertes énergétiques. Il a été montré que les lapins nouveau-nés bénéficient thermiquement de la présence de leur congénères : Les lapins isolés ont un taux de survie inférieure, des températures internes diminuées, ainsi qu'une croissance moindre que des lapins placés en groupes de 2 ou 5 (Bautista *et al.*, 2003).

CHAPITRE III : CONSEQUENCES DU STRESS THERMIQUE SUR LA CROISSANCE ET LA PHYSIOLOGIE DU LAPIN

III. 1. L'effet du stress thermique sur les performances zootechniques :

III. 1.1. Poids vif et gain de poids :

L'exposition des animaux à un stress thermique entraîne un ralentissement de la croissance des lapins, de plus en plus important avec l'élévation de la température ambiante. Marai et al., 2001 rapportent, qu' à partir de 12 à 20 semaines d'âge, le poids vif des lapins élevés dans des conditions de stress thermique diminue significativement par rapport à ceux qui sont élevés dans la thermo-neutralité de -11%, de même que le poids vif, le gain moyen quotidien a diminué de 19,7% entre 12-16 semaines, de 26,7% entre 16 et 20 semaines d'âge et de 23,3% durant tout l'essai (12 à 20 semaines) (Lebas *et al.*, 1986 ; Chiericato *et al.*, 1996 ; Marai *et al.*, 2001).

Le gain moyen quotidien des lapins a été jugée faible en été qu'en hiver (Habib *et al.*, 1993 ; Marai *et al.*, 1994b ; Ayyat et Marai, 1996 ; Chiericato *et al.*, 1996 ; Ayyat et Marai, 1997 ; Habib *et al.*, 1997 ; Marai *et al.*, 1999 et 2001). Ainsi Marai *et al.*, (1994a) ont constaté que le gain de poids corporel par jour était significativement plus faible en été qu'en hiver de 21,6% à 60 jours, de 19,4% à 90 jours et de 9,3% à 120 jours d'âge. Aussi le confirment Ayyat et Marai, 1996, qui estiment Le gain moyen quotidien en été de 1,79 g et de 2g en hiver, cette diminution est estimée de 20,3% , elle est due au stress thermique (tableau 07).

Tableau 07 : Effet de stress thermique sur la croissance.

Articles	Hiver	Été	Références
Gain de poids quotidien (g)	38.5	32.6	(Chiericato <i>et al.</i> , 1996)
	26.0 ± 0.4	20.0 ± 0.4	(Ayyat et Marai, 1997)
	21.4	16.1	(Habeeb <i>et al.</i> , 1997)
	36.6	25.5	(Boiti <i>et al.</i> , 1992)

La réduction du poids corporel et du gain moyen quotidien dû à des conditions de stress thermique peut être attribué aux effets négatifs du stress thermique sur l'appétit et une diminution conséquente de la consommation d'aliments (Abo-El-Ezz *et al.*, 1984).

D'autres études ont montré que la différence dans le gain moyen quotidien entre l'été et l'hiver n'était pas significative (Daader *et al.*, 1999a et 1999b). Kamal et Seif, (1969)

ont considéré que le changement de poids corporel dû à un stress thermique n'est pas une estimation fiable pour détecter des changements dans la masse tissulaire réelle, car elle dépend de changements à la fois totale de l'eau du corps et le reste de l'organisme.

III. 1.2. La consommation alimentaire :

Les dépenses énergétiques du lapin sont dépendantes de la température ambiante. L'ingestion d'aliments permettant de faire face aux dépenses est donc elle-même liée à cette température (Gidenne et Lebas, 2005). Globalement les températures supérieures à 24-25°C réduisent la consommation alimentaire des lapins quelque soit leur âge et leur stade physiologique (Lebas, 2004). Cette réduction de consommation considérée comme un mécanisme de lutte contre le stress thermique a été confirmée par des travaux réalisés au Venezuela (Villalobos *et al.*, 2008). Ainsi, différents travaux conduits en laboratoires montrent que lorsque la température s'accroît, le nombre de repas (solide et liquide) par 24 heures décroît, il passe de 37 repas solides à 10 °C à 27 seulement à 30°C chez les jeunes lapines Néo-Zélandais (NZW). Par contre, si la quantité de l'aliment consommé à chaque repas est réduite par les fortes températures, à l'inverse, la quantité d'eau consommée à chaque prise s'accroît avec la température (de 11,4 à 16,4g par prise, entre 10°C et 30°C) (Eberhart, 1980) (Tableau 08).

Tableau 08 : Effet de la température ambiante sur la consommation d'aliment et d'eau chez des lapins en croissance (Eberhart, 1980).

Température	5°C	18°C	30°C
Humidité relative(%)	80	70	60
Aliment granulé consommé (g/j)	182	158	123
Eau consommé (g/j)	328	271	386
Rapport eau/aliment	1,80	1,71	3,14
Gain de poids moyen (g/j)	35,1	37,4	25,4

Les lapins élevés dans la thermo-neutralité à 20°C présentent une consommation alimentaire plus élevée que celle des lapins maintenus à 27°C (Chiericato *et al.*, 1994). A 30°C la consommation est réduite d'un peu plus de 25% par rapport à celle constatée à 23°C (Matherson et Poujardieu., 1984).

Finzi *et al.* (1994) ont rapporté dans une étude menée sur les paramètres qui traduisent un état de stress thermique chez le lapin, que les animaux réduisent leur activité

d'alimentation afin de diminuer leur production de chaleur interne mais en parallèle, ils augmentent leur consommation d'eau pour à la fois compenser les pertes dues à la respiration et tirer partie de l'importante chaleur latente de l'eau qui s'explique par une augmentation de l'excrétion d'urine.

Concernant l'efficacité alimentaire aucune différence significative n'a été relevée (Chiericato *et al.*, 1994). Cependant, (Metheron et Poujardieu, 1984) ont noté une meilleure efficacité alimentaire en climat tropical d'environ 10%, mais malgré cette bonne efficacité alimentaire instantanée, la dépense alimentaire totale est accrue de 16% car la durée nécessaire pour atteindre un poids commercial par exemple 2,4 kg, est allongée de 30% vu la vitesse de croissance qui a été réduite de 20%.

Toutes les souches, quelques soient leur origine, leur sexe, leur âge et leur stade physiologique, sont plus au moins affectées par les températures supérieures à 24°C. En engraissement, selon (Colin, 1985 ; Fayaz *et al.*, 1994 ; Dupperay, 1996 et Marai *et al.*, 2002), l'augmentation de la température ambiante se traduit par une sous consommation d'aliment de 30 à 40% accompagnée d'une altération de la vitesse de croissance et de l'efficacité alimentaire. La vitesse de croissance est d'autant plus ralentie que la température est plus élevée (tableau 09) (Lebas et Ouhayoun, 1987 et Pla *et al.*, 1994).

**Tableau 09 : Influence de la température sur les performances zootechnique
(Colin., 1984).**

Température	5°C	18°C	30°C
Consommation (g/j)	182	158	123
Vitesse de croissance (g/j)	35,1	37,4	25,4
Indice de consommation	5,18	4,23	4,84

III. 2. L'effet du stress thermique sur les paramètres physiologique :

III. 2.1. La température rectale :

Plusieurs auteurs rapportent que la température rectale du lapin augmente lors d'une exposition de lapin à un stress thermique (Johnson *et al.*, 1957 ; Howarth *et al.*, 1965 ; Rich et Allison, 1970 ; Gonzalez *et al.*, 1971 ; Nakamuta., 1973 ; Shafie *et al.*, 1982 ; Habeeb *et al.*, 1993 ; Tharwat *et al.*, 1994 ; Marai *et al.*, 1994a ; Marai *et al.*, 1994b , Marai *et al.*, 1996 ; Habib *et al.*, 1997 ; Habib *et al.*, 1998 ; figure 08). Cependant, Shafie *et al.*, (1970) ont rapporté que la variation diurne de la température corporelle ne varie pas beaucoup (0,2-0,3°C) révélant ainsi une grande efficacité de la régulation thermique du corps chez les lapins.

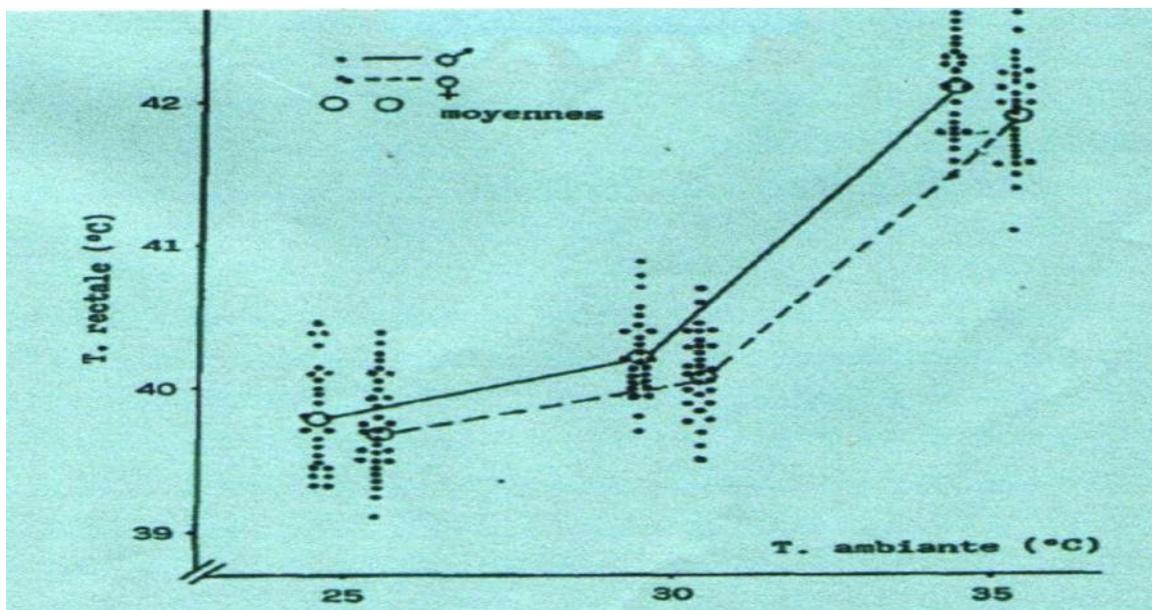


Figure 08 : Relation entre la température ambiante et la température rectale chez le lapin domestique (Finzi., 1990).

Finzi *et al.*, (1994) ont montré que la température moyenne du corps monte du matin au soir, alors que la température de l'air ambiant monte depuis le matin jusqu'à midi, puis diminue pendant la nuit, ce qui indique que la température du corps n'est pas affectée immédiatement par des changements de température de l'air pendant la journée. Cependant, Tharwat *et al.*, (1994) ont rapporté que la température rectale réagi rapidement à la température de l'air de vie. Par ailleurs quand la température ambiante passe de 18,8°C en hiver à 30,7°C en été, l'augmentation de la température rectale a été estimée à environ 1,0°C, (Gad, 1996 ; tableau 10).

L'augmentation de la température rectale des lapins ayant subis une chaleur accentuée, peut être due soit à une mauvaise capacité des animaux à s'adapter à l'augmentation de la température ambiante ou à l'échec des mécanismes physiologiques des animaux pour équilibrer la charge de chaleur excessive causée par l'exposition des animaux à une température ambiante élevée (Habeeb *et al.*, 1992 et 1998).

III. 2.2. Température de la peau :

La température de la peau est directement affectée par la température corporelle grâce à la conduction de la température dans le sang et d'autres fluides corporels, en plus de rayonnement (Shafie *et al.*, 1970). Gonzalez *et al.*, (1971) estime que la température moyenne de la peau augmente seulement de 3°C, quand la température ambiante passe de 20 à 30°C. Gad (1996) ; a confirmé que les températures de la peau de lapins NZW et Cal étaient plus élevés en été qu'en hiver, et cela est attribué à l'effet de la chaleur de la fourrure. À cet égard, il peut être intéressant de noter que la température de la peau était plus élevée de 0,1-0,3°C de la température rectale en été, alors qu'il était presque égale à la température rectale en hiver (Habib *et al.* 1998). Shafie *et al.*, (1970) ont également signalé que la température de la peau devient supérieure à la température corporelle après l'exposition à la chaleur pendant 10 à 30 min. Cependant, Brody, (1945) a indiqué que la température de la peau est quasiment stable sur l'ensemble de l'année en raison de l'isolation efficace fourni par le poil.

III. 2.3. Température de l'oreille :

Selon Gad, 1996, La température de l'oreille du lapin est 15-28% plus élevé en été qu'en hiver, c'est à dire proportionnel à la variation de la température ambiante, qui passe de 18,8°C en hiver à 30,7 °C en été (tableau 10).

Toutefois, Johnson *et al.*, (1957) ont estimé le pourcentage d'augmentation de la température de l'oreille au cours de l'été de 17% par rapport en hiver soit une élévation de 15°C de différence. Gonzalez *et al.*, (1971) ont rapporté que la température auriculaire a augmenté de 14 ° C, quand la température de l'environnement a été élevé de 20 à 30 ° C. par conséquent, la température de lobe de l'oreille est très différente au cours des différents mois de l'année, même aux changements de température ambiante (Shafie *et al.*, 1970). Au-dessus de 38 °C de température ambiante, la température corporelle du lapin commence à croître très vite, puisque le gradient thermique entre la surface de l'oreille et l'environnement est presque nul (Finzi, 1990).

III. 2.3. Fréquence Respiratoire

D'après Marai et Habeeb, 1994, entre 0 et 30°C de température ambiante, l'évacuation de la chaleur latente est contrôlée uniquement en modifiant la fréquence respiratoire. Plusieurs auteurs ont constaté que la fréquence respiratoire chez les lapins augmenté dans des conditions de stress thermique (Johnson *et al.*, 1957 ; Abd El-Malek., 1967 ; Habib *et al.*, 1993 ; Habeeb *et al.*, 1997 ; Habeeb *et al.*, 1999 ; Marai *et al.*, 1994a ; Marai *et al.*, 1994b ; Marai *et al.*, 1996 et Gad., 1996 ; tableau 10) (figure 09). Johnson *et al.*, (1957) ont rapportés que la fréquence respiratoire augmente rapidement de 69 à 190 respirations / min chez des lapins NZW lorsque la température de l'environnement est passé de 10 à 30 ° C.

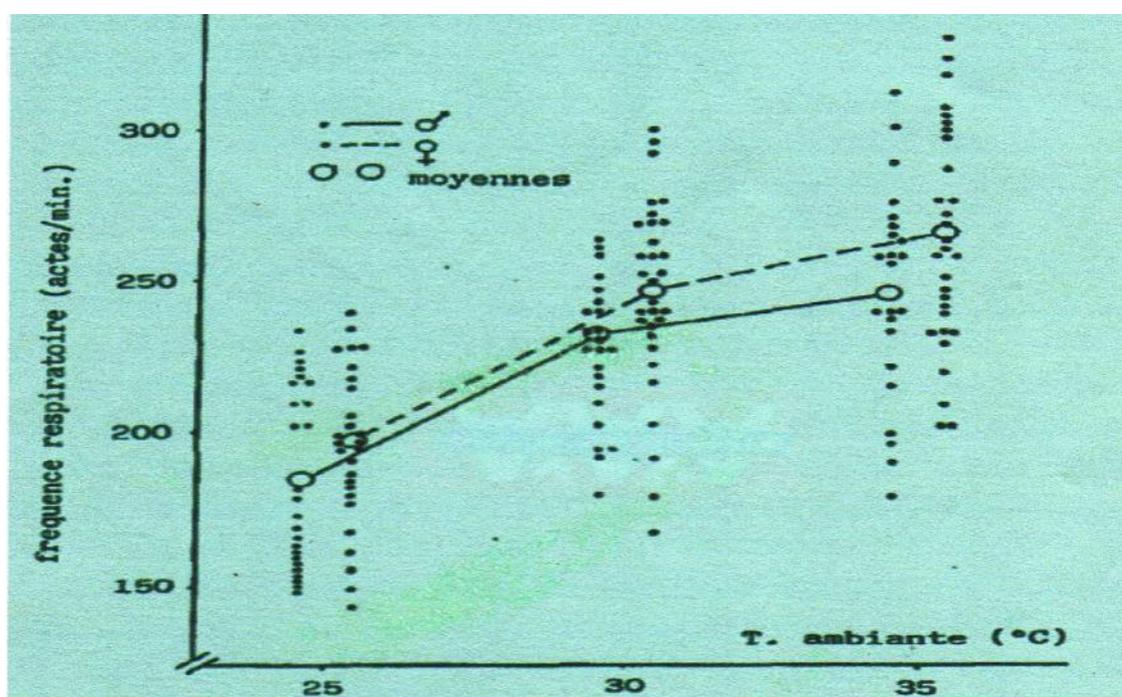


Figure 09 : Relation entre la température ambiante et la fréquence respiratoire (Finzi., 1990).

Brody, (1945) estime que la fréquence respiratoire augmente de 5-6 respirations / min pour chaque 1 ° C d'augmentation de température de l'air. Cette augmentation de la fréquence respiratoire en été, est estimée de 42-59% par Habeeb *et al.*, (1998). Il existe une relation linéaire entre la perte d'eau par évaporation et la fréquence respiratoire, cette dernière augmente avec l'élévation de la température ambiante au-dessus du seuil d'allaitement (Richards, 1976).

L'importance de l'augmentation de la respiration est qu'il permet aux animaux de dissiper la chaleur par vaporisation d'une forte humidité dans l'air respiratoire, ce qui représente environ 30% de la dissipation de chaleur totale (Maclean, 1963).

Tableau 10 : Réactions physiologiques du corps chez des lapins soumis à un stress thermique.

Articles	Hiver	Été	Références
La fréquence respiratoire (Tours par minute)	69,0	190,0	Johnson <i>et al.</i> (1957)
	143,0	244,0	Abd El-Malek (1967)
	98,5	133,0	Marai <i>et al.</i> (1994a)
	79,4 ± 1,8	125,2 ± 1,7	Gad (1996)
	81,9 ± 2,1	127,0 ± 1,6	Gad (1996)
	97,7 ± 3,8	108,5 ± 1,4	Marai <i>et al.</i> (1996)
température de l'oreille (° C)	9,6 à 30,2	37,2 à 39,4	Gonzalez <i>et al.</i> (1971)
	31,5 ± 0,42	37,2 ± 0,13	Gad (1996)
	31,5 ± 0,33	37,0 ± 0,10	Gad (1996)
La température rectale (°C)	39,1 à 39,3	39,1 à 40,5	Gonzalez <i>et al.</i> (1971)
	38,7	40,0	Marai <i>et al.</i> (1994a)
	39,1 ± 0,07	40,2 ± 0,05	Gad (1996)
	39,0 ± 0,05	40,1 ± 0,06	Gad (1996)
	39,4 ± 0,14	39,8 ± 0,09	Marai <i>et al.</i> (1996)
Température de la peau (°C)	39,0 ± 0,09	40,4 ± 0,06	Gad (1996)
	38,9 ± 0,06	40,3 ± 0,06	Gad (1996)
La consommation quotidienne d'aliments (g)	159,1	110,3	Marai <i>et al.</i> (1994a)
	152,2	102,3	Marai <i>et al.</i> (1996)
	101,0 ± 0,5	75,0 ± 0,05	Habeeb <i>et al.</i> (1997)
Consommation d'eau quotidienne	268,0	325,4	Marai <i>et al.</i> (1994a)
	390,5	616,6	Marai <i>et al.</i> (1996)
	285,0 ± 6,0	331,0 ± 6,0	Habeeb <i>et al.</i> (1997)

III. 3. Poids et rendement de la carcasse :

Le poids de la carcasse dépend surtout du poids de l'animal à l'abattage. L'âge de l'animal a une influence moins marquée sur le poids de la carcasse (Roiron, 1991 ; Roiron *et al.*, 1992). Le rendement à l'abattage est le paramètre de composition corporelle le plus

étudié. C'est le rapport entre le poids de la carcasse commerciale et le poids vif. Il se situe entre 50 et 60% (Ouhayoun, 1990). Il varie en fonction :

- De la race : les races lourdes ont un rendement plus élevé (Fettal, 1987).
- De l'âge et du poids à l'abattage : le rendement à l'abattage est passé de 50% à 60 jours à plus de 57% à 70 jours (Ouhayoun, 1989; Roiron, 1991).
- De l'alimentation : le rationnement réduit le rendement quel que soit le moment où ce lui-ci est appliqué (Ouhayoun *et al.*, 1986), la réduction de la teneur en méthionine dans l'aliment de 0,62 à 0,37% réduit également le rendement de 59 à 57,7 %.

Le poids vif à l'abattage des lapins de population locale à l'âge de 13 semaines est inférieur à celui des lapins sélectionnés (Berchiche et Lebas, 1990 ; Berchiche *et al.*, 2000).

Le poids vif est modeste mais le rendement de la carcasse chaude est satisfaisant (Tableau 11).

Tableau 11 : Rendement à l'abattage du lapin local après 8 semaines d'engraissement.

Composantes du rendement à l'abattage	Rendement	
	Lounaouci (2001)	Berchiche <i>et al.</i> , (2000)
Nombre de lapins abattus	16	20
Poids vif à l'abattage (Pva) (g)	1740	1745
Poids de la peau (g)	166,93	148,74
Poids du tube digestif plein (g)	312,93	277,65
Poids de la carcasse chaude (CC) (g)	1204,3	1110
Poids de la carcasse froide (CF) (g)	1158,7	-
Poids des manchons (g)	41,73	-
Poids du gras périrénal (GPR) (g)	21,25	-
Rendement (CC)/Pva (%)	69,23+2,07	65,4
Rendement (CF)/Pva (%)	66,59 +- 1,9	-
Proportion de la peau/Pva (%)	9,62	-
Proportion du tube digestif/Pva (%)	17,97	-
Proportion du GPR /CF(%)	1,80	-

L Eprésent travail a pour but d'évaluer, dans nos conditions locales, les performances zootechniques du lapin locale élevé en climat chaud et en thermo-neutralité, à fin de déterminer l'impact de la chaleur sur la croissance des lapins de la population locale, et sur le rendement de carcasse du lapin et sur quelques constantes physiologiques.

I. 1. Lieu et durée de l'expérimentation :

L'expérimentation a eu lieu au niveau du clapier de l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'El-Harrach. L'essai a duré 8 semaines de 27 /07/2012 à 23/09/2012.

I. 2. Bâtiment :

I. 2.1. Le bâtiment d'élevage :

La superficie du clapier est de 72 m². Il est construit en dur et possède une charpente de type métallique. L'aération statique est assurée par (10) fenêtres, placés des deux côtés du bâtiment (photo annexe), ainsi qu'une faîtière tout le long de ce dernier.

Une autre salle bien équipée, dotée d'une climatisation dynamique pour le lot témoin.

I. 2.2. Le Matériel :

Le clapier est équipé de batteries à engraissement à deux étages, comprenant chacune 8 cages. Chaque cage, conçue en grillage métallique, équipée d'une mangeoire et d'un système d'abreuvement automatique avec tétine. Les déjections sont directement réceptionnées sur le sol carrelé. En plus des fenêtres, le clapier est éclairé à l'aide de 4 néons, (Photos annexe).

I. 3. Les Animaux :

Quarante-huit lapins âgés de 28j de population locale, ont été pesés et répartis en 2 lots (lot témoin et lot chaleur) de 24 sujets de poids moyen de 662 g ± 9, les lapins ont été logé dans des cages d'engraissement et selon les modalités suivantes :

Les lapins de chaque lot sont repartis en 6 cages à raison de 4 lapins par cages.

I. 4. La Composition de l'aliment :

Les lapins des deux groupes ont été nourris avec un aliment standard *ad-libitum* ; l'aliment est sous forme de granulé spécial lapin provenant de l'unité de fabrication de

l'aliment du Bétail de Bouzaréah (Alger). Il est composé de maïs, de tourteau de soja, de luzerne, de son, de calcaire, de phosphate bi calcique et de CMV spécial lapin.

La composition de l'aliment granulé distribué lors de cet essai est présenté dans le Tableau 12.

Tableau 12: Composition et caractéristique des aliments utilisés aux cours de l'expérimentation.

Composantes	%
Matière sèche (MS)	88,3
Matière azoté totale (MAT)	14
Matière grasse	3,33

II. Les conditions d'ambiance :

II.1. La température et hygrométrie :

Les lapins du lot témoin (T) ont été exposés à une température diurne ambiante et une humidité relative moyennes respectivement de 22,5°C et de 53%. Le lot de lapins (C) soumis à la chaleur ambiante élevée a subi une température diurne ambiante et une humidité moyennes respectivement de 30°C et 66%.

La température et L'hygrométrie, sont mesurées quotidiennement à l'aide de deux hygro-thermomètre placé au milieu du bâtiment dans les deux salles de l'expérimentation.

III. Les Mesures :

Le dispositif expérimental et les mesures effectuées sont récapitulés dans la figure 10.

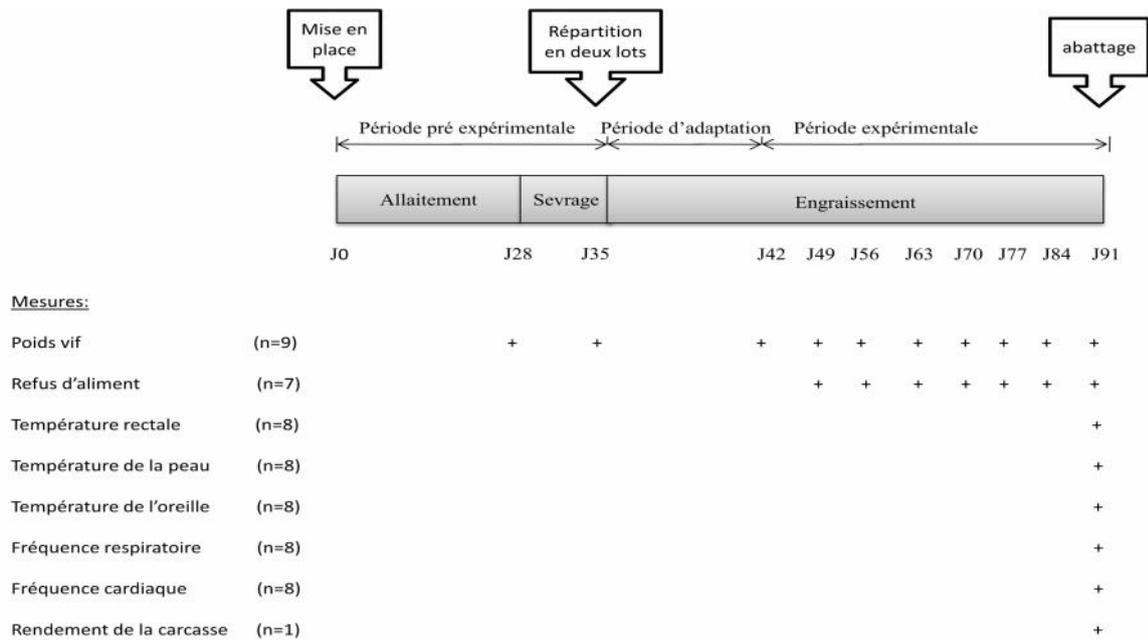


Figure 10 : Schéma du protocole expérimental
(n= nombre de répétition pour chaque paramètre)

Cette étude comporte trois volets :

- Relevé de la température et l'hygrométrie durant toute la période expérimentale.
- Les mesures de performances zootechniques et qualité de carcasse.
- Mesure des paramètres physiologiques : température rectale, température de la peau, température de l'oreille, fréquence respiratoire et fréquence cardiaque.

III. 1. Paramètres d'élevage :

La température ambiante (Ta) l'hygrométrie relative(HR) sont relevées quotidiennement à 8h, 10h, 12h, 14h et 16h.

III.2. Paramètres zootechniques :

III. 2.1. Poids vif moyen :

A partir de J28 d'âge, des pesées hebdomadaires des lapins de chaque lot ont été réalisées.

Le poids vif moyen a été calculé selon la formule suivante :

$$\text{Poids vif moyen (g)} = \frac{\text{le poids vif total des sujets(g)}}{\text{le nombre des sujets}}$$

III. 2.2. Le gain de poids :

Le gain de poids est estimé par différence entre le poids vif moyen final et initial de la période considérée.

$$\text{Gain de poids (g)} = \text{le poids vif final (g)} / \text{le poids vif initial (g)}$$

III. 2.3. L'ingéré alimentaire :

La quantité moyenne d'aliment consommée est mesurée hebdomadairement pour les deux lots pendant toute la partie expérimentale, afin d'estimer la quantité réelle d'aliment consommée.

$$\text{La quantité d'aliment consommée (g)} = \frac{\text{quantité d'aliment distribué} - \text{le refus}}{\text{Nombre de lapins}}$$

III. 2.4. Indice de conversion :

C'est le rapport entre la quantité moyenne d'aliment ingéré et le gain de poids moyen réalisé pour une période donnée, il est calculé selon la formule suivante :

$$\text{IC (g/g)} = \text{consommation d'aliment par sujet} / \text{le gain de poids par sujet}$$

III. 2.5. Taux de mortalité :

Le taux de mortalité (TM%) est calculé comme suit :

$$\text{TM\%} = \text{le nombre des sujets morts} * 100 / \text{le nombre des sujets mit en place}$$

Le taux de mortalité a été calculé pour les deux lots.

III. 2.6. Rendement de carcasses :

A l'âge de 91 jours, on a procédé à l'abatage des animaux des deux lots. Ces animaux, sont pesés vivants, puis sacrifiés par saignée, dépecés. Après le dépeçage, les carcasses ont été pesées à chaud puis conservées 24 au froids (ressuyage) et repesées. Le gras abdominal, gras inter scapulaire, le foie, le cœur et l'estomac sont ensuite prélevés et pesés. Le poids de la carcasse, renfermant les poumons et les reins, est également mesuré.

IV. Paramètres physiologique :

IV.1. La température rectale :

La température rectale a été prise à J91 à la même heure (entre 12 et 13heures, soit l'heure la plus chaude de la journée, pour les deux lots à l'aide d'un thermomètre médicale de type digitale introduit d'environ 2cm dans l'anus du lapin.

IV. 2. La température de la peau :

La température de la peau a été mesurée la dernière semaine de l'expérimentation (à J91, et entre 12 et 13heures), on met le thermomètre entre un pli de peau.

IV .3. La température de l'oreille :

La température de l'oreille a été mesurée à J91 à la même heure (entre 12 et 13heures), on met le thermomètre dans la face interne de l'oreille.

IV. 4. Rythme respiratoire :

Le rythme respiratoire a été mesuré en comptant les mouvements abdominaux du lapin au niveau de son flanc.

IV. 5. La fréquence cardiaque :

La fréquence cardiaque a été mesurée à l'aide d'un stéthoscope à la fin de l'expérimentation à la même heure (entre 12 et 13heures).

V. Analyse statistique :

Toutes les données ont été saisies dans une base informatique classique (Excel 2007,). Les différents résultats sont décrits par la moyenne et l'erreur standard (SE, calculée à partir de la déviation standard SD selon la formule $SE = SD/n^{0,5}$; n étant le nombre de répétitions pour les mesures collectives ou le nombre d'animaux pour les mesures individuelles pour chaque traitement).

Les résultats sont soumis à une analyse de variance à un facteur (ANOVA 1) afin de déterminer l'effet de stress thermique sur les paramètres considérés. Le seuil de signification choisi est d'au moins 5%. Toutes ces analyses sont effectuées à l'aide du programme Stat View (Abacus Concepts, 1996, Inc., Berkeley, CA94704-1014, USA).

Les représentations graphiques permettent de mettre en relief les résultats des paramètres étudiés, leur influence les uns des autre et surtout leurs impacts sur la croissance.

Dans nos conditions expérimentales nous avons évalué l'effet de la chaleur sur les performances de croissance chez le lapin de la population locale. Plus précisément, nous avons étudié l'impact de la chaleur sur les performances zootechnique (Le poids vif, le gain moyen quotidien, l'indice de conversion, l'ingéré alimentaire) et les performances physiologiques telle que la température rectale, température de la peau, température de l'oreille, fréquence respiratoire et cardiaque.

I. Stress thermique chronique

I. 1. Paramètres d'ambiance

Les valeurs moyennes des conditions d'ambiance : température ambiante, T_a ; l'hygrométrie H sont récapitulés dans le tableau 10 et la figure 10.

Pendant toute la période expérimentale les lapins du lot témoins sont exposés à une température diurne ambiante et une humidité moyennes respectivement de 22°C et de 52%., tandis que les lapins du lot chaleur ont été exposés à une température moyenne supérieure à 30°C et une hygrométrie comprise entre 60% et 70%.

Tableau 13 : Température ambiante et hygrométrie enregistré durant la période d'expérimentation pour les deux lots témoins et chaleur.

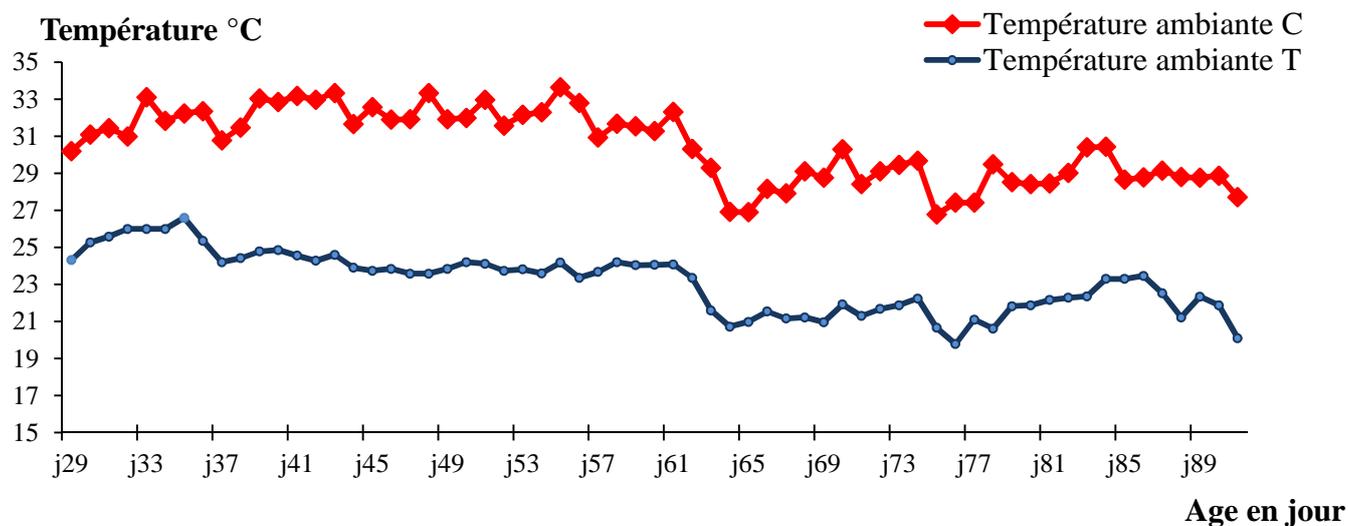
Période	<i>T_a Témoïn</i>			<i>T_a Chaleur</i>		
	Min	Max	Moyenne	Min	Max	Moyenne
(J28-J35)	22,6	27,6	25,68 ± 0,73	25,7	34,8	31,6 ± 0,9
(J35-J42)	22	26,2	24,64 ± 0,40	26,2	36,8	32,4 ± 0,9
(J42-J49)	20,6	26,8	23,87 ± 0,35	25,7	37,8	32,38 ± 0,71
(J49-J56)	20,3	25,8	23,86 ± 0,32	25	37,4	32,5 ± 0,7
(J56-J63)	19,2	26,2	23,57 ± 0,92	23,4	35,9	31,1 ± 1,0
(J63-J70)	18,4	25,6	21,21 ± 0,40	23,4	34,5	28,3 ± 1,2
(J70-J77)	17,9	24,2	21,23 ± 0,83	22	39,4	28,3 ± 1,1
(J77-J84)	17,8	25,2	22,06 ± 0,80	21	35,6	29,3 ± 0,9
(J84-J91)	17,9	25,3	22,12 ± 1,18	22,3	31,8	28,7 ± 0,4
Période	<i>HR Témoïn %</i>			<i>HR Chaleur %</i>		
	Min	Max	Moyenne	Min	Max	Moyenne
(J28-J35)	44,5	87	64,73 ± 10,53	45,6	88,5	68,18 ± 3,93
(J35-J42)	41,1	70,7	52,17 ± 4,06	49,1	90,9	66,57 ± 4,89
(J42-J49)	42,7	55,6	48,28 ± 2,11	35,5	77,5	55,60 ± 2,28
(J49-J56)	40,6	59,8	51,08 ± 2,88	41,6	87,2	62,64 ± 7,29
(J56-J63)	41,2	62,4	52,52 ± 3,58	46,5	87,2	67,36 ± 5,21
(J63-J70)	43,2	71,7	52,26 ± 3,99	43,7	92,9	64,345 ± 7,01
(J70-J77)	44,3	75,2	53,07 ± 3,87	51,7	92,8	71,85 ± 5,12
(J77-J84)	43	62,4	53,58 ± 3,30	36,4	92,2	67,57 ± 7,74
(J84-J91)	40,2	63,6	50,76 ± 3,38	45,8	92,2	68 ± 6,31

Ta: Température ambiante.

HR: hygrométrie

Min : valeur minimale Max : valeur maximale

(a)



(b)

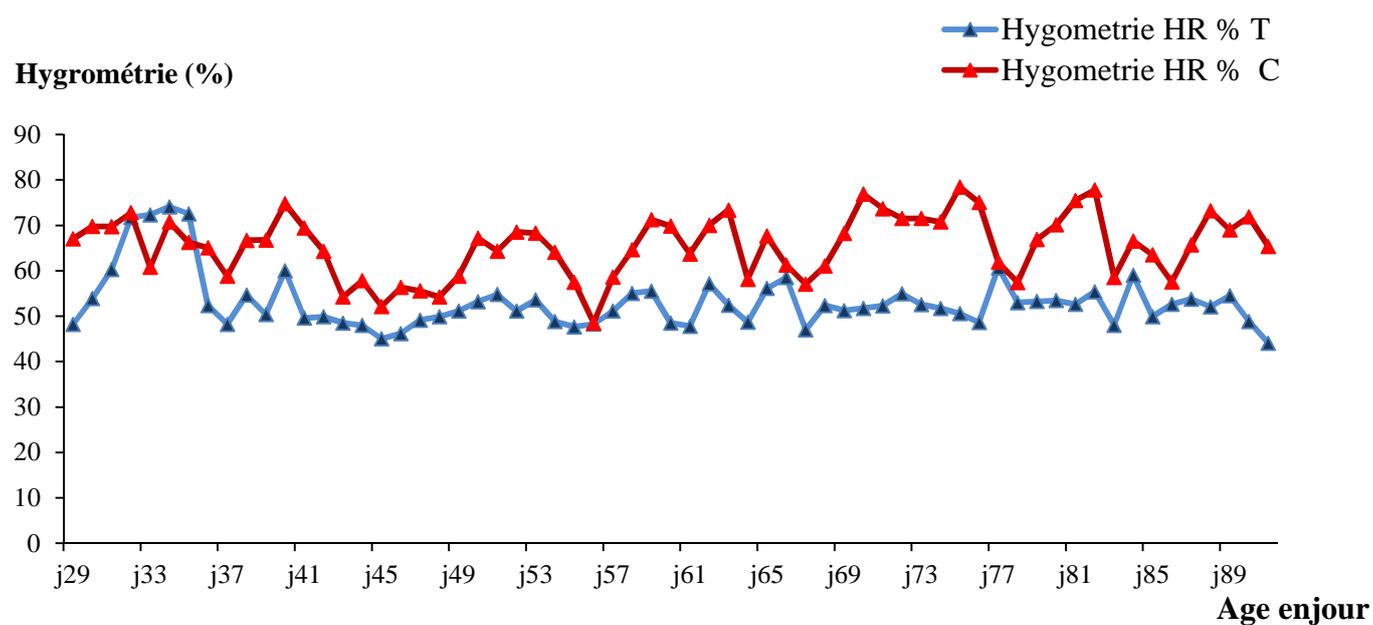


Figure 11 : Evolution quotidienne des températures ambiante (a) et l'hygrométrie (b) pendant la période expérimentale pour les deux lots témoins et chaleur.

II. Performances zootechniques :

II. 1. Effet du stress thermique sur le poids vif et le gain du poids :

Le poids vif et le gain du poids sont présentés dans le tableau 14 et la figure 12 et 13.

Au début de la période expérimentale (à l'âge de 35 jours), les lapins des deux lots expérimentaux présentaient des poids vif initiaux quasi similaires : $662 \text{ g} \pm 9$

Tableau 14 : Effet de la chaleur sur le poids vif et le gain du poids durant la période expérimentale pour les deux lots Chaleur, Témoin.

PERIODE	TEMOIN	CHALEUR	SEM	ANOVA(P)
<i>Moyenne du Poids vif en (g)</i>				
J 28	487,08 ± 52,75	498,034 ± 41,03	46,89	NS
J 35	655,61 ± 56,79	668,88 ± 75,46	66,12	NS
J 42	828,65 ± 115,71	911,00 ± 87,40	101,55	NS
J 49	1029,73 ± 117,34	1070,14 ± 119,57	118,45	NS
J 56	1188,16 ± 193,93	1231,61 ± 148,05	170,99	NS
J 63	1462,45 ± 170,80	1478,73 ± 144,75	157,78	NS
J 70	1711,69 ± 212,86	1662,90 ± 135,56	174,21	NS
J 77	1880,47 ± 206,99	1812,79 ± 144,44	175,72	NS
J 84	2056,00 ± 196,56	1955,58 ± 162,40	179,48	NS
J 91	2218,27 ± 198,02	2103,31 ± 175,51	186,76	NS
<i>Gain Moyen Quotidien (g)</i>				
J 35	24,41 ± 2,5	24,41 ± 5,79	4,14	NS
J 42	25,52 ± 6,64	28,51 ± 2,90	3,77	NS
J 49	25,59 ± 6,71	22,73 ± 7,06	6,88	NS
J 56	22,13 ± 19,59	22,15 ± 12,89	16,24	NS
J 63	38,40 ± 4,50	34,94 ± 5,87	5,14	NS
J 70	35,61 ± 12,81	26,31 ± 7,11	9,96	NS
J 77	24,11 ± 4,98	21,12 ± 5,13	5,05	NS
J 84	25,08 ± 2,85	20,40 ± 2,71	2,78	NS
J 91	23,18 ± 2,81	20,28 ± 3,96	3,39	NS

Globalement, nous remarquons que l'évolution des poids vif des animaux augmente avec l'âge des lapins pour les deux lots d'une manière similaire. Cependant, les lapins du lot chaleur ont tendance à avoir une croissance plus faible par rapport au lot témoin mais qui reste non significative, de l'ordre de 2% à J70, 3.5% à J77, 4.9% à J84 et enfin de 5.2% à J91. ($P > 0.05$).

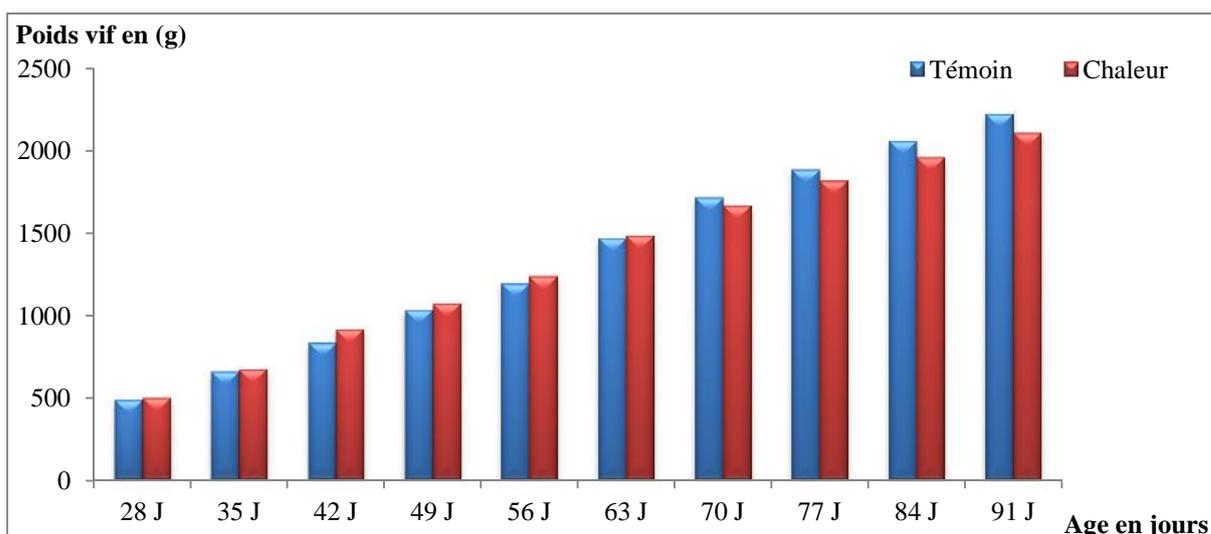


Figure 12 : Evolution du poids vif pour les deux lots témoin et chaleur.

Par ailleurs, les gains de poids mesurés durant l'essai sont comparables entre les deux lots de lapins ($P > 0.05$) de 35 à 77 jours d'âge. Toutefois, nous notons qu'entre 56 et 70 jours d'âge, il y a augmentation proportionnelle du GMQ pour les deux lots. Néanmoins, le lot chaleur présente un gain de poids inférieur à celui du lot témoin de 26% à J70.

A partir de 77 jusqu'à 84 jours d'âge, nous constatons une baisse du GMQ pour les deux lots avec une différence qui tend vers la signification (12,5%) à J77 et (18,7%) à J84 pour le lot chaleur par rapport au lot témoin.

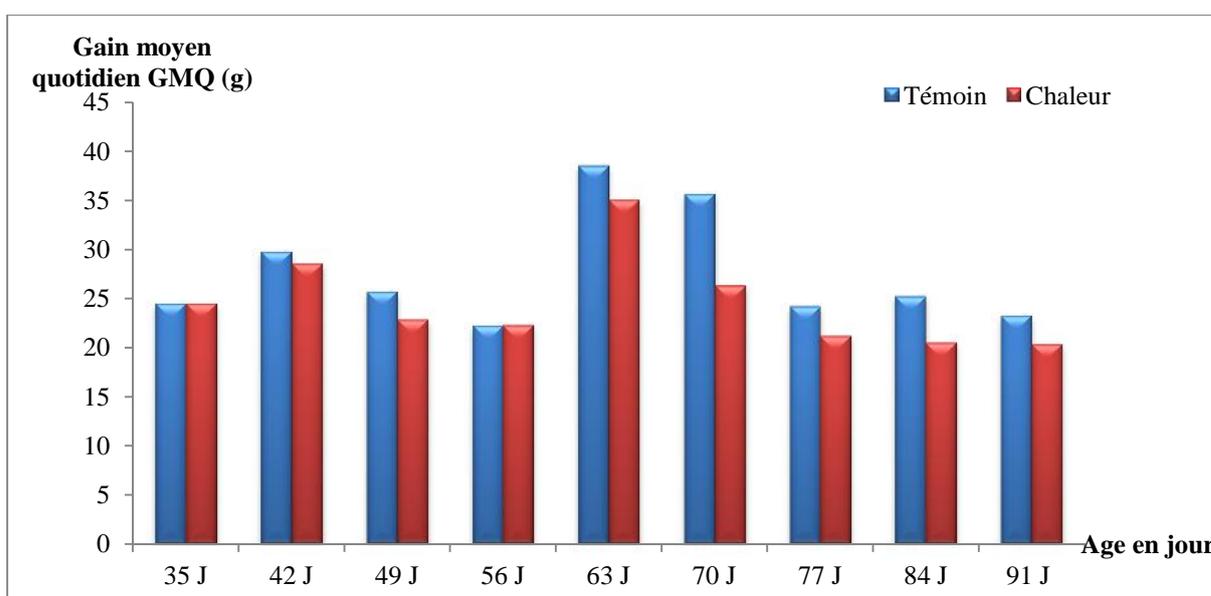


Figure 13 : Evolution du gain moyen quotidien pendant la période expérimentale pour les deux lots Témoin et Chaleur.

II. 2. Effet du stress thermique sur l'ingéré alimentaire et l'indice de conversion :

L'évolution des quantités consommées et les variations de l'indice de conversion des deux lots ou cours de l'expérimentation, sont présentées dans le tableau 15, figure 14 et 15.

Tableau 15 : L'effet de la chaleur sur l'ingéré alimentaire et l'indice de conversion durant la période expérimentale pour les deux lots Chaleur, Témoin.

PERIODE	TEMOIN	CHALEUR	SEM	ANOVA(p)
<i>Ingérer alimentaire (g)</i>				
à J 49	55,60 ± 10,17	61,73 ± 10,04	10,11	NS
à J 56	76,77 ± 32,77	66,35 ± 11,89	22,33	NS
à J 63	104,77 ± 15,12	87,49 ± 20,02	17,57	NS
à J 70	110,99 ± 24,08	85,38 ± 11,83	17,96	P 0,005
à J 77	100,48 ± 11,76	86,84 ± 12,32	12,04	NS
à J 84	102,94 ± 16,75	86,27 ± 10,98	13,86	NS
à J 91	101,41 ± 10,93	90,42 ± 9,98	10,46	NS
Cumulé	652,96 ± 86,64	564,48 ± 73,07	79,86	NS
<i>Indice de conversion (g/g)</i>				
à J 49	2,34 ± 0,62	2,91 ± 0,86	0,74	NS
à J 56	2,35 ± 1,60	2,95 ± 0,86	2,79	NS
à J 63	2,78 ± 0,49	2,52 ± 0,59	0,54	NS
à J 70	2,95 ± 1,63	3,40 ± 1,33	1,48	NS
à J 77	4,72 ± 1,20	4,28 ± 0,75	0,98	NS
à J 84	4,18 ± 0,96	4,13 ± 0,42	0,69	NS
à J 91	4,60 ± 0,28	4,65 ± 0,79	0,54	NS

L'analyse statistique montre une différence qui tend vers la signification (P=0,08) de la consommation alimentaire cumulée (de J42 à J91) entre les deux lots : 564,48 g en moyenne chez lots chaleur contre 652,96 g chez lots témoins.

Toutefois, le lot chaleur présente un ingéré significativement plus faible que celui de lot témoin entre 63 et 70 jours d'âge (-20 %, P 0,05), ainsi entre 70 et 91 jours, les résultats tant vers la signification.

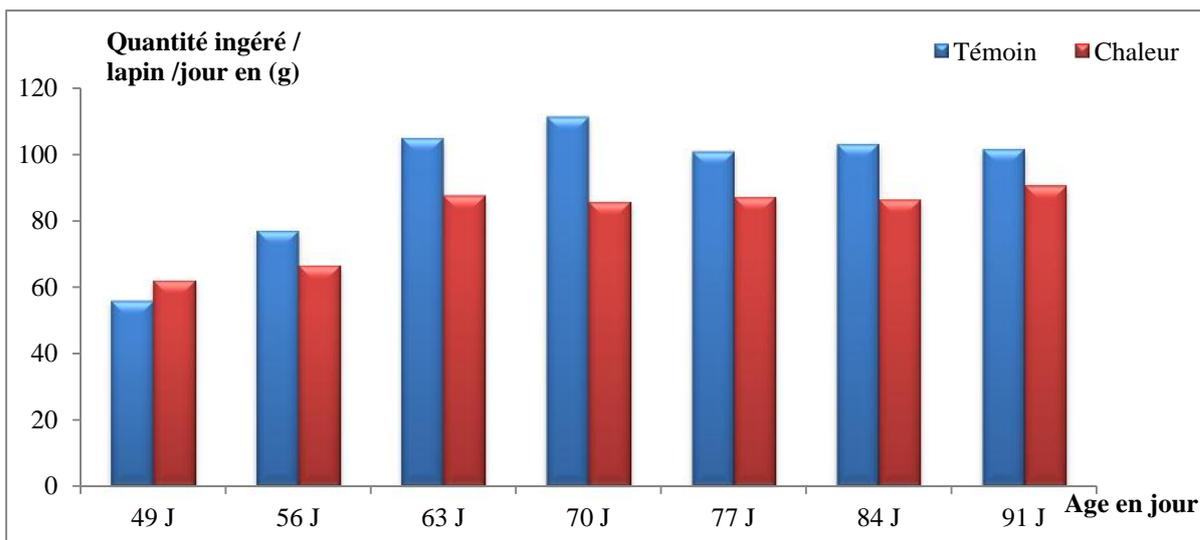


Figure 14 : Effet de la chaleur sur l'ingéré alimentaire et durant la période expérimentale pour les deux lots Chaleur, Témoin.

Par ailleurs, l'analyse statistique ne montre pas un effet significatif de la chaleur sur l'indice de conversion. Entre 42 et 56 jours l'indice de conversion de lot témoins est inférieur à celui de lot chaleur (-19%). Par contre à j63 d'âge on a une augmentation de l'indice de conversion de (9%) par rapport à celui de lot chaleur.

Nous avons constatés une ré augmentation de l'indice de conversion de lot chaleur à 70 jours d'âge (13%), après j70 il y'a une augmentation semblable et similaire pour des deux lots.

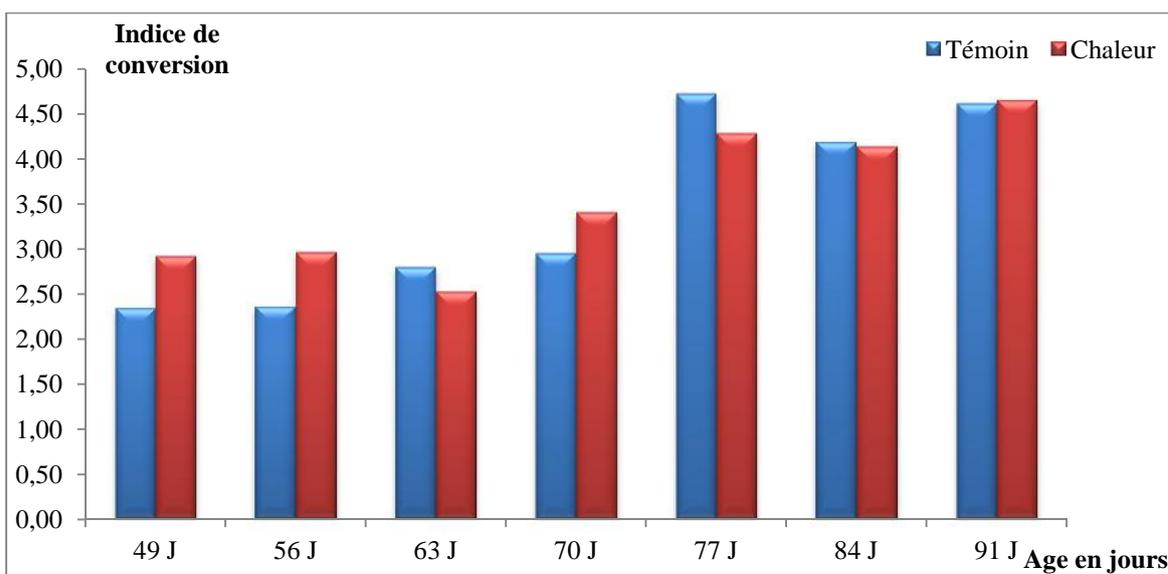


Figure 15 : Effet de la chaleur sur l'indice de conversion durant la période expérimentale pour les deux lots Chaleur, Témoin.

II. 3. Effet du stress thermique sur le rendement de la carcasse :

Le rendement de la carcasse est présenté dans le tableau suivant :

Tableau16 : Effet de la chaleur sur le rendement de la carcasse

Traitements	Témoin	Chaleur	SEM	ANOVA
Poids (g)				
A l'abattage (PV)	2223,50	2058,01	166,68	P 0,05
Après saignée	2151,96	2001,07	159,08	NS
la peau	207,28	183,20	19,70	P 0,05
Carcasse chaude (CC)	1519,91	1432,06	130,34	NS
Carcasse froide (CF)	1397,21	1321,77	122,99	NS
Gras inter scapulaire (GIS)	6,70	5,32	1,86	P 0,05
Gras péri rénal (GP)	21,83	13,71	4,86	P 0,05
Rein	12,16	10,13	0,99	P 0,05
Foie	76,68	57,01	5,27	P<0,0001
Rendement (%)				
CC/PVa	68,16	69,68	2,59	P 0,05
CF/PVa	62,60	64,67	8,29	NS
Proportion (%)				
P/PVa	9,27	8,96	0,85	NS
GP/CF	0,47	0,39	0,12	P 0,05
GIS/CF	1,52	1,03	0,28	P 0,05
Foie/CF	5,68	4,42	1,26	P 0,05
Rein/CF	0,88	0,77	0,08	P 0,05

La figure 16 montre une similitude entre les deux lots du poids vif, poids après saignée, carcasse chaude et carcasse froide. Toutefois, nous constatons un rendement légèrement plus faible chez le lot chaleur par rapport au lot témoin, pour le poids vif la différence est significative (-7,44%, P 0,05) et elle tend vers la signification pour le poids après saigné (-7%, P=0,06) mais non significative pour le poids de la carcasse chaude et froide (P >0.05).

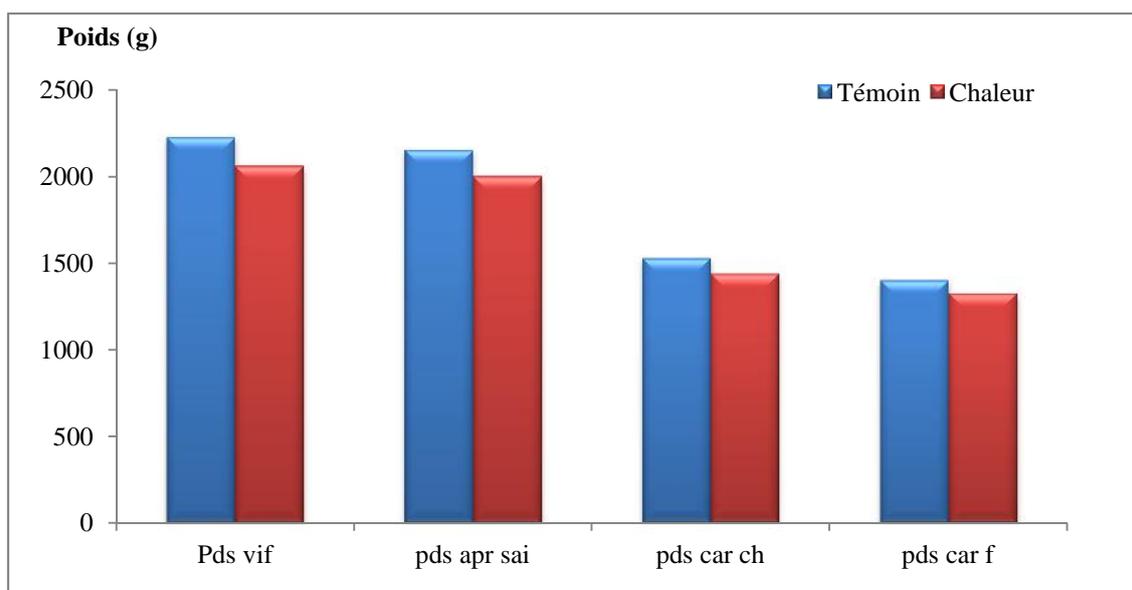


Figure 16 : Effet du stress thermique sur la chaleur sur le rendement de carcasse.

LA figure 17 montre que le pourcentage de la carcasse chaude par rapport au poids vif chez le lot chaleur est significativement supérieur par rapport au lot témoin (2%, $P=0,04$).

Tandis que le pourcentage de la carcasse froide par rapport au poids vif, la différence est non significative (3,2%, $P > 0,05$).

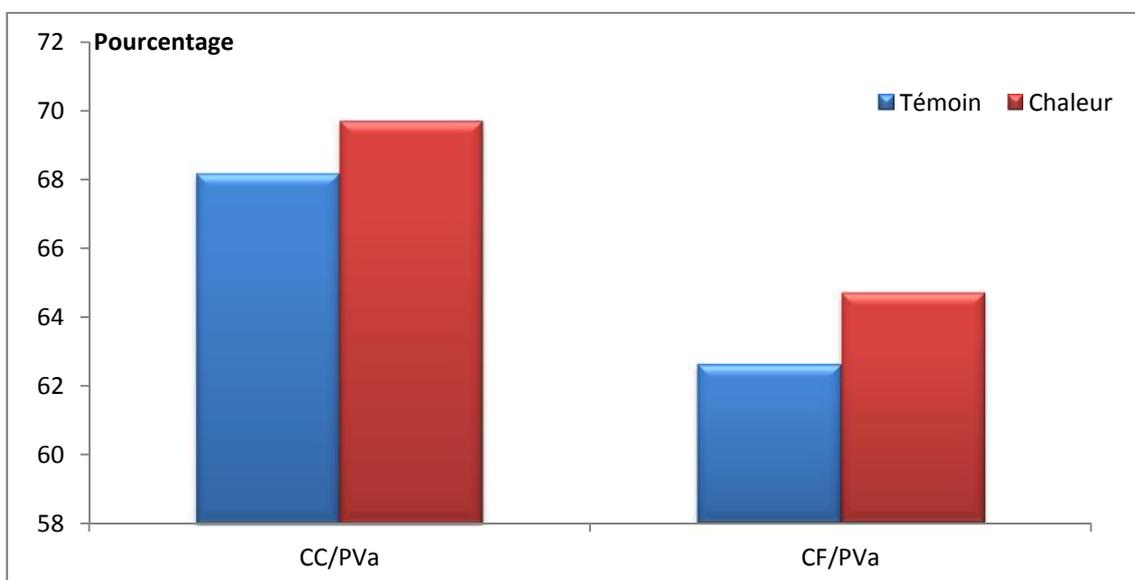


Figure 17 : Proportions des carcasses chaudes et froides par rapport au poids vif des deux lots

En ce qui concerne la peau, le gras péri rénal, le gras inter-scapulaire, le rein et le foie, les lapins du lot chaleur ont des poids significativement faible par rapport au lot témoin ; peau

(-11.6%, P=0.03) ; gras péri rénal (-37%, P=0.0016) ; gras inter scapulaire (-20%, P=0.04) ; rein (-16.7%, P=0.0006) ; foie (-25.6%, P<0.0001).

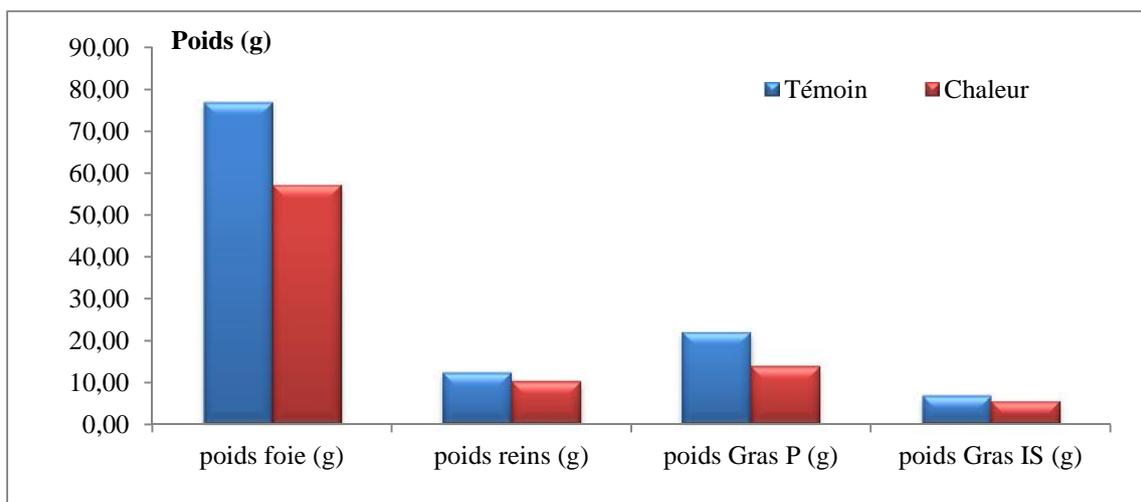


Figure 18 : Effet du stress thermique sur les poids du foie, rein, gras péri-rénal et inter-scapulaire.

Les proportions des paramètres illustrés dans la figure 19 présentent tous une différence significative ($P < 0,05$) sauf pour la proportion de la peau qui n'est pas significatives.

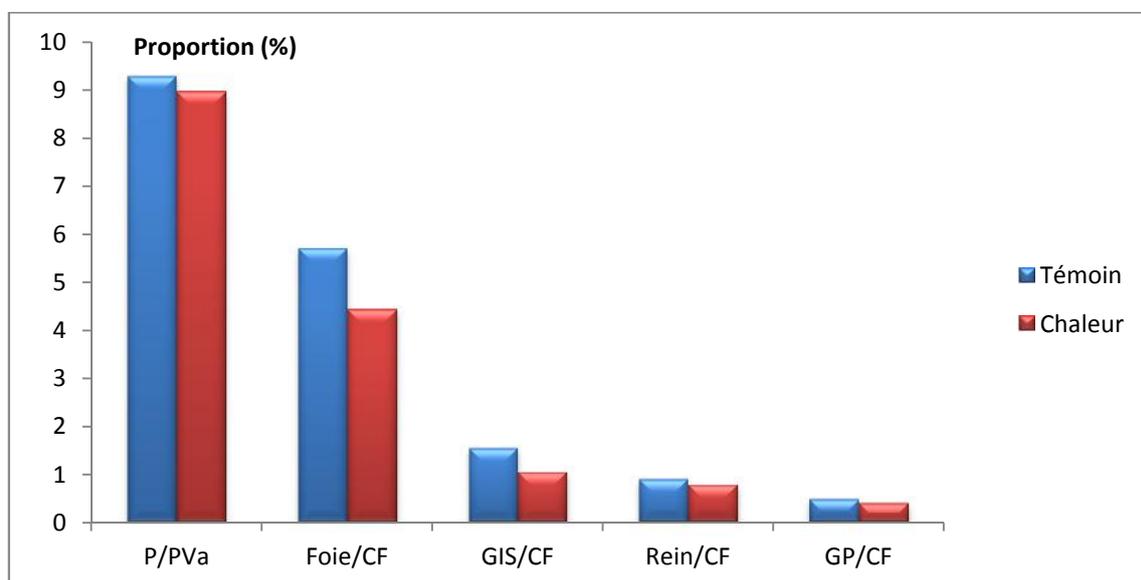


Figure 19 : Effet du stress thermique sur les proportions du foie, rein, gras péri-rénal et inter-scapulaire.

III. Performances physiologiques

III. 1. Effet du stress thermiques sur les constants physiologiques

Le tableau 14 montre l'effet de la chaleur sur la température rectale, la température de la peau, la température de l'oreille, fréquence respiratoire et fréquence cardiaque.

L'analyse statistique indique que les températures physiologiques du lot chaleur est significativement supérieur à celle du lot témoin, pour la température rectale (3,5%, P 0,005), la température de la peau (2,8%, P<0,0001) et la température de l'oreille (7,9%, P<0,0001). Pour la fréquence respiratoire et la fréquence cardiaque du lot chaleur est significativement plus élevée par rapport au lot témoin (16%, P 0,005) et (27%, P<0,0001) respectivement.

Tableau 17 : Effet de la chaleur sur les paramètres physiologiques des deux lots témoins et chaleur

Constantes	Témoin	Chaleur	ANOVA(P)
T° rectale	38,8 ± 0,3	39,9 ± 0,5	P < 0,0001
T° Peau	37,9 ± 1,0	39,1 ± 0,5	P 0,05
T° Oreille	33,6 ± 1,0	36,5 ± 1,0	P < 0,0001
FR mvt/min	67 ± 7,3	79,9 ± 5,5	P 0,05
FC bat/min	86 ± 4,9	118,7 ± 7,9	P < 0,0001

III. 2. Effet du stress thermique sur la mortalité

Au cours de la période expérimentale, nous avons enregistré la perte de 3 lapereaux sur le lot témoin et 4 lapereaux sur le lot chaleur, ce qui représente un taux de mortalité de 13% pour lot témoin et de 17,4% pour le lot chaleur. L'étude de la répartition de cette mortalité, montre que le taux de mortalité pour le lot chaleur est supérieur de 25% par rapport au lot témoin.

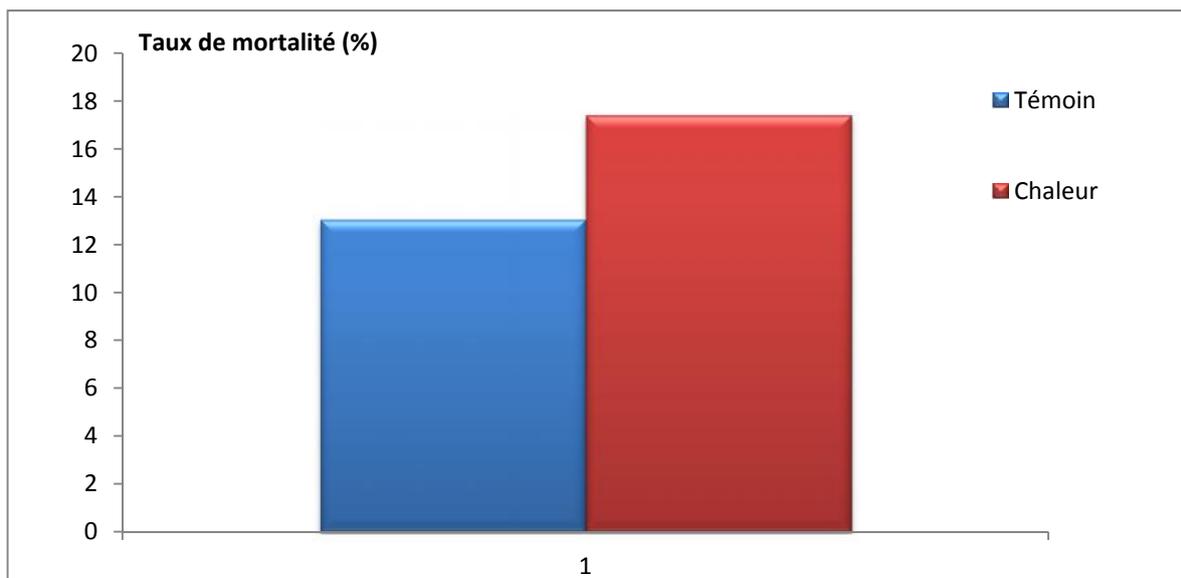


Figure 20 : Effet de la chaleur sur le taux de mortalité.

Notre objectif dans cet essai était d'évaluer l'impact de la chaleur sur la croissance des lapins. Dans cet optique, nous avons soumis les lapins du lot chaleur à des conditions d'ambiance d'une température estivale diurne de 30°C en moyenne et une hygrométrie relative entre 60% et 70%, et un autre lot témoin, qui sont exposés à une température diurne ambiante et une humidité moyennes respectivement de 22°C et 50 %.

Les températures minimales enregistrées dans le lot chaleur dépassent la limite supérieure de la zone de thermo-neutralité. Ces conditions d'ambiance éloignées des normes requises pour l'élevage mettent les lapins dans une situation de stress thermique évident. Par contre les lapins du lot témoin sont élevés dans des conditions de thermo-neutralité

Le stress thermique influence-t-il sur les performances zootechniques... ?

...croissance affectée par la chaleur

Dans nos conditions expérimentales, la soumission des lapins à un stress thermique chronique n'a pas affecté l'évolution du poids vif en fonction de l'âge par rapport au lot témoin d'une façon significative mais on a une diminution du poids des lapins soumis à un stress thermique par rapport aux lapins élevés dans des conditions de thermo-neutralité, comme le confirment certains auteurs dans leurs études (Lebas *et al.*, 1986 ; Chiericato *et al.*, 1996 ; et Marai *et al.*, 2001).

Par ailleurs, le gain moyen quotidien des lapins exposés à un stress thermique est significativement faible par rapport aux lapins élevés dans la zone de thermo neutralité à partir de la 9^{ème} semaine d'âge + 17,5% en moyenne entre la 10^{ème} et la 13^{ème} semaine d'âge. Ces résultats sont comparables à ceux prouvés par Chiericato *et al* (1996), Ayyet *et al* (1997), Maria *et al* (1999 et 2001). Frangin

...Ingéré alimentaire réduit ?

Concernant la consommation alimentaire des lapins expérimentés avec un stress thermique chronique et réduite par rapport au témoin, soit une différence significative de -13%, P=0,008.

Les températures ambiantes très élevées enregistrées au cours de l'essai, réduisent la consommation alimentaire quel que soit l'âge des lapins comme Lebas (2004) l'a rapporté.

Cette réduction de consommation est considérée comme moyen de lutte contre le stress thermique, cette théorie a été confirmée par des travaux réalisés au Venezuela par Villalobos et al (2008).

... Conversion alimentaire améliorée ?

Nous enregistrons dans nos conditions expérimentales une mauvaise efficacité de transformation alimentaire chez les lapins soumis au stress thermique par rapport aux témoins avec un écart de 13%. Ce qui va conduire à un ralentissement de la vitesse de croissance, d'après la littérature la vitesse de croissance est d'autant plus réduite que la température ambiante est plus élevée (Lebas et Ouhayoun, 1987 ; Pla et al., 1994).

... Qualité de carcasse ?

Le rapport de carcasse chaude sur le poids vif s'est avéré significativement plus élevé chez le lot chaleur par rapport au lot témoin, cela peut être expliqué par un développement inférieur des organes du lot chaleur comparé au lot témoin. Cependant, le pourcentage de la carcasse froide par rapport au poids vif présente une différence non significative.

Les proportions (GP/CF, GIS/CF, FOIE/CF et REIN/CF) déduites à partir des résultats obtenus dans notre essai se sont révélés significativement plus faibles chez le lot chaleur par rapport au lot témoin :

- Les lapins du lot chaleur ont épuisé leurs réserves de gras péri-rénal qui est un tissu adipeux blanc pour compenser leur diminution d'apport alimentaire.
- Cette lipo-mobilisation est aussi constatée au niveau du gras inter-scapulaire, ce dernier est un tissu adipeux brun. Il a été utilisé comme moyen de lutte contre la chaleur.
- Concernant le foie et le rein, la proportion montre un effet significatif lié à une baisse du métabolisme.

Le stress thermique influence-t-il sur les performances physiologiques

... la température rectale, température de la peau, température de l'oreille

Plusieurs auteurs montrent que la température rectale augmente avec l'exposition à une haute température (Marai et al., 1996 ; Habib et al., 1997 ; Habib et al., 1998) tout d'abord dans nos résultats on a marqué une hausse significative de la température rectale du lot chaleur.

L'élévation de la température de la peau du lot chaleur par rapport au lot témoins est estimée de 1,2°C, ce qui est semblable au résultat trouvé par Shafie et al(1987), Par contre Brody, (1945) indique que la température de la peau est quasiment stable sur l'ensemble de l'année.

La température auriculaire des lapins au chaud est significativement plus élevée de 8% par rapport aux lapins témoins, ce qui est confirmé dans par les résultats obtenu par Gad, (1996).

... fréquence respiratoire et rythme cardiaque élevés

Etant donné les modifications de la température corporelle augmenter du lapin, la fréquence respiratoire est ainsi augmenter d'une façon significative chez les sujets soumis a de fortes températures ambiantes (13 mvt par minute de différence), résultats similaire à ceux trouver par Gad, (1996). C'est ce qui nous amène à dire que le lapin utilise la respiration comme moyen de lutte contre le stress thermique, cela rejoint les résultats rapporté par (Richards, 1976 ; Marai et Habeeb, 1994).

...Effet sur la mortalité

Durant la période expérimentale, nous avons enregistré un taux de mortalité plus élevée chez le lot chaleur par rapport au lot témoin. Cette différence de 25% peut être liée aux effets néfastes du stress thermique chronique.

Le présent travail nous a permis d'évaluer l'impact de la chaleur sur les performances de croissance des lapins de population locale afin de déterminer leur résistance dans nos saisons estivales (entre 21° et 39.4°) durant toute la journée.

Globalement, les conditions de stress thermiques chroniques n'ont pas affecté d'une manière significative le poids vif du lapin ainsi que son gain moyen quotidien, notons que les meilleures performances de croissance sont légèrement observées chez les lapins élevés dans la zone de neutralité thermique.

Dans les mêmes conditions, l'ingéré alimentaire des lapins du lot chaleur est réduit par rapport au lot témoin. Par conséquent, l'indice de conversion reflétant l'efficacité de transformation alimentaire est affecté.

La qualité de la carcasse est comparable entre les deux lots, à l'exception des proportions du gras inter scapulaire et péri rénal car le lapin l'utilise comme moyen de lutte contre la chaleur ; ces derniers sont réduits chez les lapins soumis à des conditions de stress thermique. En parallèle, le foie et les reins sont aussi réduits vu le ralentissement du métabolisme basal.

En vue de nos résultats et d'après les moyennes de poids des carcasses froides obtenues pour les deux lots (1397,21 g pour le lot témoin et 1321,77 g pour le lot chaleur), une légère différence mais non significative nous permet de conclure que les lapins de la population locale sont résistants aux conditions climatiques chaudes vue l'efficacité de leurs moyens de lutte contre l'excès de chaleur.

Toutefois, dans des conditions climatiques chaudes, l'objectif majeur est de faciliter aux lapins la lutte contre le stress thermique par soit :

- l'instauration d'un clapier semi ouvert et bien ventilé naturellement (aération statique) en évitant les courants d'air,
- la mise en place d'extracteurs d'air chaud (aération dynamique).
- la mise en place de bouteilles d'eau fraîche à l'intérieur des cages, ce qui favorise la déperdition de chaleur par conduction
- Une supplémentation en vitamine C et/ou vinaigre, ce qui confère aux lapins une certaine résistance contre le stress thermique chronique.

A

Abd El-Malek, EG, 1967. Les études sur la régulation de la chaleur chez les lapins. M.Sc.Thèse, Faculté d'Agriculture, Université Ain Shams-, en Egypte.

Abdel-Samee A M., 1955. Using some antibiotics and probiotics for alleviating heat stress on growing and doe rabbits in Egypt. *World Rabbit Science*, 3 (3), 107-111.

Abo-El-Ezz, Z., Salem, MH, Abd El-Fattah, GA, Yassen AM, 1984. Effet de l'exposition aux rayons du soleil sur le poids corporel, la thermorégulation et l'efficacité de la reproduction chez le lapin mâle.

Ait Tahar H., Fettal M., 1990. Témoignage sur la production et l'élevage du lapin en Algérie. 2^{ème} conférence sur la production et la génétique du lapin dans la région Algérienne. Mémoire de Magistère en Sciences agronomiques Université de Blida, 129p.

Arnold J., 1994. Historique de l'élevage du lapin. *C.R. Acad.Agric.Fr.*, 80, 3-12.

Arnold J., 2000. L'élevage du lapin au moyen âge (ICTe partie). *Cuniculture* n°151-27(1), 17-20.

Ayyat MS, Marai IFM., Les effets du stress thermique sur la croissance, les caractéristiques des carcasses et des composants sanguins de différents niveaux New Zealand White lapins nourris alimentaires énergie en fibres, dans des conditions égyptiennes ; *J. Environ arides.*, 37 (1997), pp 557-568.

Ayyat, MS, Marai, IFM, 1996. Les effets du stress de la chaleur de l'été sur les performances de croissance, certaines caractéristiques de la carcasse et des composants sanguins de différents niveaux New Zealand White lapins nourris alimentaires protéino-énergétique, dans des conditions égyptiens subtropicales. In: Actes du 6^e Congrès mondial de lapin, Toulouse, France, 2, pp 151-161.

B

Balnave D., 1974., cité par : Bouchelkia., Bouheouchine M., 1997 : l'évaluation de la production de chaleur chez la volaille par les méthodes de thermorégulation respiratoire. Mémoire de fin d'étude, Institut national d'Agronomie. 50 pages.

Barone. R., 1973 : atlas d'anatomie du lapin. Ed : Masson et Cie, Editeurs, 1973, 189 pages.

Baselga., 1978. Analisis genetico de diversa caractristica de crecimiento en el conejo de produccion de carne. *3ème symposium de cunicultura*. Valencia, 1-10 Nov.

Bautista A., Drummond H., Martinez-Gomez M., Hudson R., 2003. cité par Caroline Gilbert., 2006 : le comportement de la thermorégulation sociale : son importance pour l'économie d'énergie, thèse présenté pour obtenir le grade de docteur de l'université Louis Pasteur Strasbourg 1.

Berchiche., M., Kadi S.A., Lounaouci G., 2000. Elevage rationnel de lapin de population locale : alimentation, croissance et rendement à l'abattage. *3ème journées de recherches sur les productions animales « conduite et performances d'élevage »*, 13, 14, 15, Nov, p 293-298.

Blasco A., 1992. Croissance, carcasse et viande du lapin. Séminaire sur « Les Systèmes de production de viande de lapin ». Valencia (Espagne), 14-25 Septembre.

Boucher S., Nouaille L., 2002. Maladies des lapins. Editions France Agricole, 2ème édition, 271 p.

Brody S., 1945. Bioenergetics and growth. ReinHeld, New York.

Brody S., Bioénergétique and Growth ReinHeld, New York (1945).

Bujarbaruah K.M., Das A., Ghosh S.S., Rajkhowa C., 1996. Rabbit farming for meat, for skin and wool production in north Eastern hill region of India. 51p.

C

Cantier T., Vezinhet A., Rouvier R., Danzier L., 1969. Allométrie de croissance chez le lapin (*Oryctolagus cuniculus*) – I principaux organes et tissus. *Ann. Biol. Anim BiochimBiophys*, 9: 5-39.

Chaou T., 2006. Etude des paramètres zootechniques et génétiques d'une lignée paternelle sélectionnée mise en place en G0 et sa descendance, du lapin local « *Oryctolagus Cuniculus* ». Mémoire de Magistère, Ecole Nationale Vétérinaire, 102 pages.

Chiericato GM., Boiti C., Canali C., Rizzi C., Rostellato V., 1994 : Effets de l'âge et de températures ambiantes sur les concentrations circulantes hormonales chez le lapin. *VIèmes journées de la recherche cunicole- La Rochelle 6-7 décembre 1994 – Vol.1.*

Chiericato, GM, Rizzi, C., Rostellato, V., 1996. Effet du génotype et des conditions environnementales sur la performance productive et l'abattage de lapins de viande en croissance. In: Actes du 6e Congrès mondial de lapin. Toulouse, 3, pp 147-151.

Chiericato M., Bailonil L., Rizzi C., 1992. The effect of environmental temperature on the performance of growing rabbit. *5th World Rabbit Congress, Corvalis (USA), July(1992)*, 2, 723-731.

Colin M., 1985. Les problèmes liés à l'été dans l'élevage du lapin. *Cuniculture N° 63,12 (3)*, 177- 180.

Colmin J.P., Franck Y., Le Loup P., Martin S., 1982. Incidence du nombre de lapins par gage d'engraissement sur les performances zootechniques. *3ème Journée de la Recherche Cunicole, 8-9 Dec, Paris, Communication N° 24.*

D

Daader AH, Gabr HA, Seleem TST., Performances productives et reproductives de Nouvelle-Zélande Blanc et argent de lapin californiens comme affectée par complétant la vitamine A à l'alimentation, au cours de l'été et l'hiver, Actes du 7e Conférence sur la nutrition animale (ruminants, volaille et poisson), El-Arish, Nord-Sinaï, en Égypte (1999), pp 551-564.

Daader AH, Gabr HA, Seleem TST., Performances productives et reproductives de Nouvelle-Zélande blanc et argent de lapins californiens comme affectée par complétant argile naturelle à l'alimentation, au cours de l'été et l'hiver, Actes du 7e Conférence sur la nutrition animale (ruminants, volaille et poisson), El-Arish, Nord-Sinaï, en Égypte (1999), pp 551-564.

Daoudi et AinBaziz H., 2001. Rapport de synthèse des résultats de production de la population local. Rapport du département monogastrique ITELV.

De Rochambeau H., 2000. Amélioration génétique du lapin pour la production de viande en France. Situation actuelle et perspectives. *Jour. Cuni.* 24-25 Nov, 147-159.

Duperray J., Eckenfelder B., Le Scouarnec J., 1998 b. Effets de la température ambiante et de la température de l'eau de boisson sur les performances zootechniques des lapins. *Cuniculture* N° 141. 25 (3), 117-122.

Duperray J., Eckenfelder B., Le Scouarnec J., 1998a. Effects of the ambient temperature and temperature of the drinking water on the performances of rabbits. *7th French Rabbit Research Days*, Lyon 13-14 Mai, 199-204.

E

Eberhart, S., 1980. L'influence de la température ambiante sur des lapins de viande de différentes races. In: Actes du 2ème Congrès mondial de lapin, Barcelone, 1, pp 399-409.

Eberhart., 1980. Cité par Gidenne T et Lebas F., 2005: le comportement alimentaire du lapin. 11ème journées de recherche cunicole, 29-30 novembre, paris.

Edward M J., 1978. Congenital defects due to hyperthermia. Cite par: *Advances in Veterinary Science. CompanyMedicine*, pp: 22-52

F

Faure J., 1963. Le sommeil 'paradoxal' du lapin dans ses aspects anatomo-fonctionnels et hormonaux. *Colloqueintern. Du CNR, Lyon 9-11 Sept. 1963, N°127, 241-283.*

Fayez I., Marai M., and Rashwan A A., 2004. Rabbit behavioral response to climatic and managerial conditions-a review.*Arch.Tierz.Dummerstorf* 47(2004)5,469-482.

Fayez I., Maria M., and Habeeb M, 1994: Thermoregulation in rabbits, Option Méditerranéennes, 8, 33-41.

Ferrah A., Yahiaoui S., Kaci A., Kabli L., 2003. Les races de petits élevages (Aviculture, Cuniculture, Apiculture, Pisciculture). Recueil des communications Atelier N° 3 « Biodiversité importante pour l'agriculture », MATE-GEF/PNUD, projet ALG / 97/G31. Tome X.52-61.

Finzi A, Morera P, Macchioni P., Modification de certains paramètres spermatiques lapin par rapport à une température ambiante élevée ; Optez. Med., 8 (1994), pp 333-336.

Finzi A., 1986.cité par Finzi. A., (1990) : Recherches pour la sélection de souches de lapins thermo tolérants. Options Méditerranéennes- Série séminaires – n°8, 41-45.

Finzi A., 1990. Recherches pour la sélection de souches de lapins thermo tolérants. Options Méditerranéennes- Série séminaires – n°8,41-45.

Finzi A., Macchioni P., Kuzminsky G., 1994.Circadian cycle of rabbit body temperature in the hot season. In 1st international conference on « Rabbit Production in Hot Climate » Caïron Egypt.Options Mediterranean's.

Franck T., 1990. Etude comparative de deux systèmes d'engraissement de lapin de chair : Semi plein air et tunnel isolé. Mémoire de fin d'étude, I.U.T. de Perpignan.

Fromant A., Tanguy., 2001. L'élevage lapin. Tome I.Educ agri édition, 2001.Dijon, 10-19 pp.

G

Gacem M., Bolet G., 2005. Création d'une lignée issue du croisement entre une population locale et une souche européenne. *11^{ème} Journées de la Recherche Cunicole*,29-30 Nov, Paris, 15-18.

Gacem M., Bolet G., 2005. Création d'une lignée issue du croisement entre une population locale et une souche européenne. *11^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 29-30 novembre 2005, Paris, 15-18.

Gad A E., 1996. Effect of drinking saline water on productive performance of rabbit M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Zagazig University, Zagazig, Egypt.

Gad, AE, 1996. Effet de boire de l'eau salée sur la performance productive des lapins. M.Sc. Thèse, Faculté d'Agriculture, Université Zagazig, Zagazig, en Egypte.

George Bakken, "thermorégulation", dans Access Science, l'éducation © McGraw-Hill 2012, <http://www.accessscience.com>.

Gidenne T., Lebas F., 1987. Estimation quantitative de la cæcotrophie chez le lapin en croissance : variations en fonctions de l'âge. *Ann. Zootech.* 36, 225-236.

Gidenne., F. Lebas., 2005. Le comportement alimentaire de la lapine. *11^{ème} Journée de Recherche Cunicole*, 183-193.

Gonzalez RR, Kluger MJ, Hardy JD., Calorimétrie partitionnel du lapin NZB à des températures de 5-35 ° C. *J. Appl. Physiol.*, 31 (1971), pp 728-734.

Gonzalez RR., Kluger MJ., Hardry DJ., 1971. Partitionnel calorimetry of the NZW rabbit temperatures 5-35°C. *J. Appl. Physiol.* 31,728-734.

H

Habeeb AA, Aboul-Naga AI, Yousef HM., Influence de l'exposition à des températures élevées sur le gain quotidien, l'efficacité alimentaire et des composants sanguins de croissance des lapins californiens masculins ; *Égyptien J. lapin Sci.*, 3 (1993), pp 73-80.

Habeeb AA, Marai IFM, Kamal TH., Le stress thermique ; C Philips, D Piggins (Eds.), animaux de ferme et de l'environnement, CAB International (1992), pp 27-47.

Habeeb AAM, El-Maghawry AM, Marai IFM, Gad AE., Mécanisme de thermorégulation physiologique chez les lapins buvant de l'eau salée dans des conditions chaudes de l'été, Actes du 1er Congrès international sur Lapins autochtones Versus acclimaté El-Arish, Nord Sinai, en Égypte (1998), pp 443-456.

Habeeb AAM, Marai IFM, AM El-Maghawry, AE Gad., Lapins en croissance comme affectée par la salinité dans l'eau potable en vertu de l'hiver et des conditions estivales chaudes de l'Égypte. *Égyptien J. lapin Sci.*, 7 (2) (1997), pp 81-94.

Habeeb AAM, Marai IFM, El-Maghawry AM, Gad AE., Lapins en croissance comme affectée par la salinité dans l'eau potable en vertu de l'hiver et des conditions estivales chaudes de l'Égypte ; *Égyptien J. lapin Sci.*, 7 (2) (1997), pp 81-94.

Harada E., 1973. The role of rabbit ear in thermoregulation and in cold acclimation, Hokkaido University, Sapporo, Japan, *J Vet. Res.*, 21,160-161.

Hardman MJ., Hey EN., Hull D., 1969. Cité par Caroline Gilbert., 2006. Le comportement de la thermorégulation sociale :son importance pour l'économie d'énergie, thèse présenté pour obtenir le grade de docteur de l'université Louis Pasteur Strasbourg 1.103 pages, pp :52.

Harrison, GA, Morton, RJ, Welner, JS, 1959. La croissance en poids et longueur de la queue de souris consanguines et hybrides élevés à deux températures différentes. *Biolog. Sci. Res. Bull.* pp 642-646.

Henaff R., Jouve D., 1988. Mémonto de l'éleveur du lapin. 7^{ème} édition réalisée par l'AFC et ITAVI, p 448.

Himms-Hagen J., Ricquier D., 1997. Brown adipos tissu. Cite par : *Handbook of obesity.* Bray G., Bouchard C., James WPT. Eds. New York. Marcel Dekker, 415-441.

Howarth BJR, Alliston CW, Niberg LC., Importance de l'environnement utérin sur les spermatozoïdes de lapin avant la fécondation. *J. animaux Sci.*, 24 (1965), pp 1027-1032.

Hull D., 1965. Cité par Caroline Gilbert., 2006. Le comportement de la thermorégulation sociale : son importance pour l'économie d'énergie, Thèse présenté pour obtenir le grade de docteur de l'université Louis Pasteur Strasbourg 1.103 pages, pp : 52.

I

Ivanov KP., métabolisme chimique de thermorégulation et l'efficacité du travail musculaire ; *J. Therm. Biol.*, 14 (1) (1989), pp 1-18.

Ivanovo K.P., 2005: The development of the concepts of homeothermy and thermoregulation. *Journal of thermal biology.* 31 (2006), 24-29.

J

Jeffrey R. Noisette, « adaptation de la température », dans Access Science, © McGraw-Hill Education, 2012 <http://www.accessscience.com>.

Jehl N., Meplaine E., Mirabito L., Combes S., 2003. Incidence de 3 modes de logements sur les performances zootechniques et la qualité de la viande de lapin. *10^{ème} Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 Nov, 2003*, Paris.

Jilge B., 1993. Cité par Caroline Gilbert., 2006. Le comportement de la thermorégulation sociale : son importance pour l'économie d'énergie, Thèse présenté pour obtenir le grade de docteur de l'université Louis Pasteur Strasbourg 1.103 pages, pp : 51.

Jilge B., 1995. Cité par Caroline Gilbert., 2006. Le comportement de la thermorégulation sociale : son importance pour l'économie d'énergie, Thèse présenté pour obtenir le grade de docteur de l'université Louis Pasteur Strasbourg 1.103 pages, pp : 51.

Johnson HD., Regsdale AC., Chang CS.; 1957. Influence of constant environmental temperature on growth response and physiological reaction of rabbits and cattle. University of Missouri Ag. Exp. Station RES .Bull .n°648, pp.6-16.

Jouve D., Ouhayoun J., Maitre I., Tour O., Coulmin JP., 1986. Caractéristiques de croissance et qualité bouchère d'une souche de lapin. *4^{ème} JRC 10-11 Dec, Paris*, communication n°22.

K

Kamal TH, Seif SM., Changements dans l'eau corporelle totale et le poids corporel sec avec l'âge et le poids corporel en Frisons et les buffles d'eau ; J. Dairy Sci., 52 (1969), pp 1650-1656

Khalil M.H., Owen J.B., Alifi E.A., 1986. A review of phenotypic and genetic parameters associated with meat production traits in rabbit. *Anim. Breed. Abst.*54, 727- 749.

Konradi G., 1960. Cite par Marai IFM., Habeeb AM., Gad AE., 2002. Rabbits 'productive, reproductive and physiological performance traits as affected by heat stress: a review. *Livestock Production Science* 78 (2002) 71-90.

KP Ivanov, P. Webb., Thermorégulation dans la zone de confort ; Russ. J. Physiol., 89 (7) (2003), pp 888-905 (en russe).

L

Laffolay B., 1985a. Ingérés alimentaires journaliers par unité de poids. Revue de l'Alimentation Animale N° 383, 31-36.

Laffolay B., 1985b. Croissance journalière du lapin. Cuniculture n°66,12 (6), 331-336.

Laplace J.P., 1978. Le transit digestif chez les monogastriques. III. Comportement (prise de nourriture -cæcotrophie) motricité et transit digestif, et pathogénie des diarrhées chez le lapin, *Ann. Zootech.* 27, 225-265.

Larzul L., Gondret F., Combes S., De Rochambeau H., 2003. Analyse d'une expérience de sélection sur le poids à 63 j : Détermination génétique de la croissance *10eme journée cunicole 19-20 Nov 2003. Paris.*

Lebas F., 1971. Nombre de postes de consommation pour des groupes de lapin en croissance. Bulletin technique d'information, 260, 561-564.

Lebas F., 1975. Influence de la teneur en énergie de l'aliment sur les performances de croissance chez le lapin. *Ann. Zootech.*, 24, 281-288.

Lebas F., 1984. Préparation des futures reproductrices. *Cuniculture*, N° 56, p 85-86.

Lebas F., 1989. Besoins nutritionnels des lapins: Revue bibliographique et perspectives. *Cun. Scien.*, V (5), 2,1-28.

Lebas F., 1994 : les lapereaux de la conception au sevrage, Journée. AERA-ASFC « la reproduction chez le lapin ». 20 Janvier 1994. 2-11.

Lebas F., 2002. Biologie du lapin. <http://www.Cuniculture.info/.DC//> (accès 28/10/2006).

Lebas F., 2004. Besoins nutritionnels des lapins: Revue bibliographique et perspectives. *Cuni-Sciences*, Vol. 5, Fase. 2,1 - 28.

Lebas F., 2004: L'élevage du lapin en zone tropicale. *Cuniculture magazine*. Volume 31(2004) pages 03à10.

Lebas F., 2008 : Historique de la domestication et des méthodes d'élevages des lapins. <http://www.cuniculture.info>. Méthode d'élevage

Lebas F., Coudert P., Kpodekon M., Djago Y.A., Akoutey A., 1996. Rabbit breeding in tropical conditions, comparative study between a local strain an European strain: optimization of local concentrate or of imported pelleted feed in fattening rabbits. *6th World Rabbit Congress*, Toulouse 9-12 July, Vol. 3, 381 - 387.

Lebas F., Coudert P., Rouvier R., Rochambeau H., 1986. The rabbit husbandry an production. FAO, Rome, Animal Production and Health Series, 21, 61-62.

Lebas F., Laplace J.P., Rechambeau De H., Thébault R. G., 1996. Le lapin élevage et pathologie (nouvelle édition révisée). FAO éditeur, Rome, 227p.

Lebas F., Marionnet D., Haewaff R., 1991. AFC (Association Française de Cuniulture). *3ème édition*, p, 21-40.

Lee R C., 1939. The rectal temperature and the metabolism of the wild conttontail rabbit. *The journal of Nutrition*, 173-177.

Lounaouci G., 2001. Alimentation du lapin de chair dans les conditions de production.

M

Maclean Le juge, La répartition régionale de la vaporisation de l'humidité cutanée dans l'Ayrshire veau J. Ag. Sci., 61 (1963), pp 275-283.

Marai IFM, Ayyat MS, Gabr HA, Abd El-Monem UM., Les performances de croissance, certains métabolites sanguins et les caractéristiques de la carcasse de New Zealand White chair des lapins mâles comme touchés par le stress thermique et sa réduction, dans des conditions égyptiennes ; *Cahiers Opt. Med.*, 41 (1999), pp 35-42.

Marai IFM, El-Masry KA, Nasr AS., Le stress thermique et de son amélioration avec la nutrition, techniques tampon, hormonaux et physiques pour lapins New Zealand White

maintenu dans des conditions chaudes d'été de l'Egypte ; Optez. Med., 8 (Suppl.) (1994), pp 475-487.

Marai IFM, Habeeb AA., Thermorégulation chez les lapins Optez. Med., 8 (1994), pp 33-41.

Marai IFM, Habeeb AAM, Géorgie El-Sayiad, MZ Nessem., Les performances de croissance et la réponse physiologique de la Nouvelle-Zélande Blanc et lapins californiens dans des conditions chaudes d'été de l'Egypte ; Optez. Med., 8 (Suppl.) (1994), pp 619-625.

Marai IFM., Habeeb AA., 1994. Thermoregulation in Rabbit. Opt .Med. 8, 33-41.

Marai IFM, Habeeb AA., Gad AE., 2002. Rabbits 'productive, reproductive and physiological performance traits as affected by heat stress: a review. Livestock Production Science 78 (2002) 71-90.

Marai IFM., Habeeb AAM., Gad AE.,_ Rabbits' productive, reproductive and physiological performance traits as affected by heat stress ; 2002 livestock production science volume 78, issue 2, 2december 2002 p 71-90.

Marai, IFM, Ayyat, MS, Gabr, HA, Abd El-Monem, UM, 1996. Effet du stress de chaleur estivale et son amélioration sur les performances de production de blancs de Nouvelle Zélande lapins adultes femelles et mâles, dans les conditions égyptiennes. Sur: Actes du 6e Congrès mondial de lapins, Toulouse, France, 2, pp 197-208.

Martin S., 1982. En maternité, en engraissement : les moyens d'améliorer la productivité. Aviculteur (hors série), 19, 21-24.

Matheron G., Poujardieu B., 1984 : Influence d'une température ambiance chaude et humide sur la croissance de futures reproductrices. 3^{ème} Congrès de Cuniculture Rome, vol1, 107-118.

McEwen GN., Heath JE., 1973. Resting metabolism and thermoregulation in the unrestrained rabbit tat temperatures 5-35°C.J. Appl. Physiol., 31:728-734.

Mclein JA., 1963. The regional distribution of cutaneous moisture raporization in the ayrshire calf. J Agri., Sci., 61,275.

Méditerranéenne, Zagazig (Egypt.), 3-7 Sept.

Monnerot M., Vigne J.D., Biju-Duval C., Casane D., Callou C., Hardy C., Mougel F., Sorigue R., Dennebouy N., Mounoulou J.C. 1994. Rabbit and Man: genetic and historic approach. *Genet. Sel.* 26, Suppl 1, 167 - 182.

Monnerot M., Loreille O., Mougel F., Vachot A.M., Dennebouy N., Callou C., Vigne J.D., Mounoulou J.C., 1996. The European rabbit: wild population evolution and domestication. 6^e Congress of the world association, vol. 2, 331- 33.

Moulla F., 2006. Evaluation des performances zootechniques de l'élevage cunicole de la ferme expérimentale de l'institut technique des élevages de BABA-ALI. Mémoire de Magistère.

Moumen S., 2006. Effet du rythme de reproduction sur les performances zootechniques et les paramètres sanguins de la lapine de population locale (*Oryctolagus Cuniculus*), 121p.

N

Nakamuta M., Effets de la température extérieure est élevée sur les constituants du sang chez les lapins domestiques. I. Variation du taux de protéines, de graisse, de cholestérol et de glucose dans le plasma sanguin provoquée par l'effet de la contrainte thermique ; *Biol. Abstr.*, 6 (1973), p. 56

O

Ouhayoun J., 1978 .Etude comparative de races de lapin différent par le poids adulte. Indice du poids paternel sur les composantes de la croissance des lapereaux issus de croisement terminal. Thèse Uni. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier, 72pp.

Ouhayoun J., 1983. La croissance et le développement du lapin de chair. *Cuni-Sciences*. Vol. 1, Fase. 1,1 -15.

Ouhayoun J., 1989. La composition corporelle du lapin : facteurs de variation. *INRA.Prod.Anim.*2 (3), 215-226.

Ouhayoun J., 1990 .Abattage et qualité de la viande du lapin.5^{ème} Journ. Rech. Cunicole, 12-13 déc.1990, communication n° 40.

P

Pericin C., Grieve AP., 1948. Seasonal variation of temperature in rabbits. *Laboratory Animals* (1984) 18, 230-236.

Perrot B., 1991. *Elevage des lapins*. Armand collin éditeur, p 83.

Poujardieu B., Matheron G., 1984. Influence d'une ambiance chaude et humide sur la croissance de futures reproductrices. *3ème Congrès Mondial de Cunicuculture. Rome, 1984*, Vol (1), 107-118.

Proto V., 1980. Cité par Lebas F., 2002. Alimentazione del coniglio da carne *Coniglicoltura*, 17(7), 17-32.

Prud'Hon M., Cherubin M., Goussopoulos J., Carles Y., 1975. Evolution au cours de la croissance des caractéristiques de la consommation d'aliment solide et liquide du lapin domestique nourri ad libitum. *Ann Zootech*, 24(2) : 289-298.

R

Rechambeau De H., 2000. Amélioration génétique du lapin pour la production de viande en France. Situation actuelle et perspectives. *Jornadas internacionais de cunicultura*, 24-25 novembro. Vila Real Portugal.

Regnault V., Reiset J., 1849. Cité par: Bouchelkia., Bouheouchine M., 1997. L'évaluation de la production de chaleur chez la volaille par les méthodes de thermorégulation respiratoire. Mémoire de fin d'étude, Institut national d'Agronomie. 50 pages.

Rich TD, Alliston SW., Influence des variations de température programmées circadiens sur la performance de reproduction des lapins acclimatés à deux températures différentes *J. animaux Sci.*, 30 (1970), pp 960-966.

Richards SA., 1976. Evaporative water loss domestic fowls and its partition in relation to ambient temperature *J. Ag. Sci.* 87,527-532.

Richards SA., La perte d'eau par évaporation dans les volailles domestiques et sa partition en fonction de la température ambiante, *J. Ag. Sci.*, 87 (1976), pp 527-532.

Righet ED., 1884. Cité par : Bouchelkia., Bouheouchine M., 1997. L'évaluation de la production de chaleur chez la volaille par les méthodes de thermorégulation respiratoire. Mémoire de fin d'étude, Institut national d'Agronomie. 50 pages.

Robert S. Pozos, LE Wittmers, James Hodgdon, "Hypothermie" dans Access Science, l'éducation © McGraw-Hill 2012, <http://www.accessscience.com>.

Rougeot J., 1981. Origine et histoire du lapin. *Ethnozootecnie* n°27,1-9.

Rouvier, R. 1978. Mise au point sur le modèle classique d'estimation de la valeur génétique. *Annales de Génétique et de Sélection Animale*, 9(1), 17-26.

Rouvier, R. 1980. Génétique du lapin (*Oryctolagus cuniculus*). Article II, *World Rabbit Congress*, Barcelona, Espagne, April 1980, Vol 1, 159-191.

S

Scholaut W., 1982. L'alimentation du lapin. Département de nutrition alimentaire. Roche Basel, Edt, Service d'information.

Seitz K., Hoy ST., Lange K., 1998. Influence of birth weight on mortality and life weight development in rabbits (German language). *Arch. Tierz., Dummerstorf*, 41, 397-405.

Shafie MM, Abd El-Malek EG, El-Issawi HF, Kamar GAR., Effet de la température ambiante sur les réactions physiologiques du corps de lapins dans des conditions subtropicales ; *J. animale Prod.*, 10 (1970), pp 133-149.

Shafie MM, Abd El-Malek EG, El-Issawi, HF Kamar GAR., Effet de la température ambiante sur les réactions physiologiques du corps de lapins dans des conditions subtropicales., *J. animale Prod.*, 10 (1970), pp 133-149.

Shafie MM, Kamar GAR, Borady AM, Hassanein AM., Thermorégulation chez les lapins dans différentes conditions environnementales, Actes du 6e Conférence internationale sur la production animale et la volaille. Zagazig, en Egypte (1982), pp 21-23.

Shafie MM., Abdel Malek EG., EL Issawi HF., and Kamar GAR. 1979. Effect of environmental temperature on physiological condition of rabbit under sub-tropical condition. *Egypt Journal of Animal Production*, 10, 133-149.

Simplicio J.B., Fernandez Carmona J., Cerveca C. 1988. The effect of high ambient temperature on the reproductive response of commercial doe rabbit. 4th World Rabbit Congress, Budapest, Oct 10-14, Vol. 3, 36-41.

Szendro Z S., Papp Z., Kustos K., 1999. Effect of environmental temperature and restricted feeding on production of rabbit does. 2nd International Conference on Rabbit Production in Hot Climats. *Cahiers Options Mediterranean's*. Vol. 41, 11-17.

T

Tasaki I., Kushima., 1979 : Cité par : BOUCHELKIA K., BOUHEOUCHINE M., 1997 : l'évaluation de la production de chaleur chez la volaille par les méthodes de thermorégulation respiratoire. Mémoire de fin d'étude, Institut National d'Agronomie. 50 pages.

Tharwat EE, Khadr AF, Amin SO, Miukawy MY, Kotby EA., Effet de l'environnement chaud sur la performance de reproduction de la Nouvelle-Zélande White rabbit ; *Optez. Med.*, 8 (1994), pp 613-618.

Toutain P.L., Thermorégulation chez les animaux domestiques, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

V

Valentini A., Guallertio L., Morera P., Finzi A., 1985. Valutazione del coefficiente dit tolleranza al calore nel coniglio. *Riv. Di coniglicoltura*, 22 (6) 53-54

Villalobos O., Guillén O., Garcia I., 2008: Circadian changes of temperature and feed and water intake in adult rabbits under heat stress. 9th World Rabbit Congress-J une 10-13, 2008-Verona-Italy

W

Wolfensen D., Blum O., 1988. Embryonic development, conception rate, ovarian function and structure in pregnant rabbits heat stress-stressed before or during implantation. *Animal Reproduction Science*, 17, 259-270.

Z

Zerrouki N. Kadi S.A., Lebas F., Bolet G., 2007. Characterization of a Kabyle population of rabbits in Algeria: birth to weaning growth performance. *World Rabbit Sci.* 2007, 15: 111 – 1.

SOURCES internet

<http://www.cuniculture.info>

<http://www.sciencedirect.com>



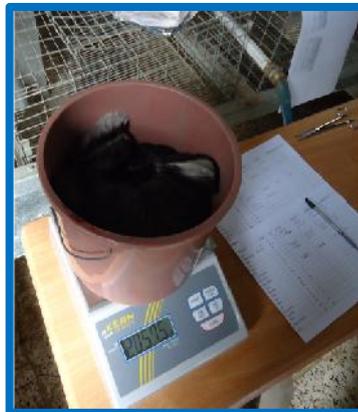
Photo de clapier
(vue à l'extérieur)



Photo de clapier
(vue à l'intérieur)



Poids vif
à l'abattage



poids vif
après saignée



carcasse
chaude



Hygrothermomètre
Digitale



Balance
électronique



Thermomètres
électronique

Résumé

Cette étude a pour but de déterminer l'impact de la température ambiante élevée sur les performances de croissance, et le rendement de carcasse du lapin de population locale. Pour cela, 48 lapins âgés de 28j ont été pesés et répartis en 2 lots de 24 sujets de poids moyen de $662 \text{ g} \pm 9$. Les lapins du lot témoin (T) ont été exposés à une température diurne ambiante et une humidité moyennes respectivement de $22,5^{\circ}\text{C}$ et de 53%. Le lot de lapins (C) soumis à la chaleur ambiante élevée a subi une température diurne ambiante et une humidité moyennes respectivement de 30°C et 66%. Les deux groupes ont été nourris avec un aliment standard et abreuvés ad libitum. La croissance des lapins des deux lots a été suivie jusqu'à l'âge de 91 jours.

L'exposition des lapins à des conditions de stress thermique chronique a entraîné un taux de mortalité plus élevé (+25%) comparativement à celui des lapins soumis aux conditions de thermo neutralité. A 91 jours d'âge, les lapins exposés au stress thermique chronique enregistrent une diminution du poids vif et du gain de poids quotidien moyen respectivement de 5.2% et de 12.5%. Aussi, les lapins exposés à la chaleur ambiante présentent un ingéré alimentaire quotidien moyen de 80,6 g/sujet/jour contre 93,3 g/sujet/jour chez les lapins du lot témoin soit une diminution de 13,6% ($p < 0.05$), induisant un indice de conversion respectivement de 3,77 contre 3,42.

Par ailleurs le rendement des composantes de la carcasse (foie, rein, gras péritonéal et inter scapulaire) est significativement inférieur chez le lot chaleur ($p < 0.05$).

En conclusion, dans nos conditions expérimentales, l'exposition au stress thermique chronique a entraîné une altération des performances de croissance du lapin de population locale et un taux de mortalité élevé.

Mots clés : lapin local, stress thermique chronique, paramètres de croissance, rendement de carcasse

Abstracts:

This study aims to determine the impact of high ambient temperature on growth performance and carcass traits of local rabbit population. For this, 48 rabbits aged 28 days were weighed and divided into two batches of 24 subjects of average weight $662 \text{ g} \pm 9$. Rabbits in the control group (T) were exposed to an ambient daytime temperature and humidity averages respectively 22.5°C and 53%. The batch of rabbits (C) subjected to heat underwent daytime ambient temperature and humidity averages respectively 30°C and 66%. The two groups were fed a standard diet and given water ad libitum. The growth of the two batches of rabbits was followed until the age of 91 days.

Exposure of rabbits to chronic heat stress conditions resulted in a higher mortality rate (25%) compared to rabbits subjected to the conditions of thermal neutrality. At 91 days of age, rabbits exposed to chronic heat stress recorded a decrease in body weight and average daily weight gain, respectively 5.2% and 12.5%. Also, rabbits exposed to ambient heat have an average daily feed intake of 80.6 g / bird / day against 93.3 g / bird / day in rabbits in the control group a decrease of 13.6% ($p < 0.05$), inducing an consumption index of 3.77 against 3.42 respectively.

Moreover, the yield components of the carcass (liver, kidney, fat and périrénal inter scapular) was significantly lower in the batch heat ($p < 0.05$)

In conclusion, under our experimental conditions, exposure to chronic heat stress resulted in impaired growth performance of local rabbit population and a high mortality rate.

Key words: Local rabbits, heat stress, growth performances, output of carcass.

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد تأثير الحرارة المرتفعة على النمو، ومحصول الذبيحة للأرانب المحلية لهذا الغرض تم دراسة 48 أرنب عمرهم 28 يوم، كما تم وزنهم وتقسيمهم على مجموعتين من 24 فرد لكل مجموعة معدل وزنهم 662 ± 9

- أرانب المجموعة الشاهدة (T) تم وضعهم مع أرانب المجموعة الثانية تحت درجتي تغذية المجموعتين بغذاء مقياسي ونظام شرب، تم مراقبة المجموعتين الى غاية 91 يوم من العمر . أدى تعرض الأرانب لظروف الإجهاد الحراري المزمن الى ارتفاع نسبة الوفيات بـ 25 % بالمقارنة مع العناصر المعرضة الى درجة الحرارة المقياسية .

91 يوم من عمر الأرانب المعرضة للحرارة العادية تم تسجيل انخفاض في الوزن الذاتي ومعدل ربح الوزن اليومي 5.2 %

كما سجل أيضا بالنسبة للأرانب التي وضعت تحت تأثير الحرارة العالية استهلاك 80,6 غرام لكل فرد يوميا بالمقابل المجموعة الشاهدة استهلكت 93,3 غرام لكل فرد يوميا .

ليكون الفرق 13,6 % ($p < 0.05$) وهذا يؤدي الى مؤشر تحويل يقدر بـ 3,77 (الدهن الكلي - الدهن الكلي - الدهن الكلي) اقل بكثير في الحرارة العالية وعلاوة على ذلك كانت حالة مكونات الذبيحة (الكبد - الكلى - الدهن الكلي - الدهن الكلي) اقل بكثير في الحرارة العالية ($p < 0.05$)

في الختام ، تحت الظروف التجريبية أدى التعرض الى الإجهاد الحراري المزمن الى إعاقة نمو الأرانب المحلية وارتفاع معدل الوفيات .

الكلمات المفتاحية: الأرانب المحلية، الإجهاد الحراري، مؤشرات النمو، محصول الذبيحة.