

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 للبيطرة – الجزائر

PROJET DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLOME DE DOCTEUR VETERINAIRE

THEME

**Etude des facteurs de variation de la température rectale
chez les lapins de population locale (*Oryctolagus cuniculus*)
dans un élevage expérimental**

Présenté par : MAHMOUDI Lynda

Soutenu le : 10 /10/2010

HARADJ Fatiha

Devant le jury :

Président : M^r OTHMANI., (Maître assistant, ENSV. Alger)

Promotrice : D^r ILES I., (Maître assistante, ENSV. Alger)

Examinatrice 1 : M^{me} AIN BAZIZ H (Professeur, ENSV. Alger)

Examinatrice2 : M^{me} REMAS K (Maître assistante, ENSV. Alger)

Année universitaire : 2009/2010

Remerciement

Tout d'abord nous remercions dieu le tout puissant pour nous avoir guidés dans le bon chemin afin d'accomplir ce travail.

A Monsieur OTHMANI.

Pour nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de notre thèse,
Hommage respectueux.

A Madame ILES I.

Pour nous avoir encadrés et soutenus dans la réalisation de ce travail,
Puissiez-vous trouver ici l'expression de notre gratitude.

A Madame AIN BAZIZ H.

Pour avoir accepté de juger notre travail,
Sincères remerciements.

A Madame Remas K.

Qui a bien voulu accepter de participer à notre Jury de thèse,
Sincère remerciement.

A Madame ZENIA S.

Pour l'aide, le soutien, la patience dont elle a fait preuve à notre égard,
Puissiez-vous trouver ici l'expression de notre profonde gratitude ainsi que nos sincères vœux de réussite dans l'accomplissement de vos fonctions pour notre Ecole.

A Monsieur LAMARA A.

Pour ses précieux conseils et ses encouragements,
Qu'il trouve ici l'expression de nos plus vifs remerciements.

A Madame SAIDJ D.

Pour ses encouragements et sa générosité,
Qu'elle trouve ici l'expression de notre reconnaissance.

Je dédie ce travail

A mes très chers parents,

Pour leur soutien moral et financier durant mes études.

A mes frères Toufik et Ali

A ma belle sœur Karima

A mon neveu Badreddine

A toute ma famille proche soit elle ou lointaine.

Et à tous mes amies,

*En leurs souhaitant le succès dans leurs vies aussi bien professionnelles que
familiale.*

Fatiha

Je dédie ce travail

*À 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 tout l'amour et le soutien que vous m'avez offert, je vous dis merci ...*

Un jet d'encre ne suffira jamais à vous remercier

A mon mari

*Pour tout ce que tu fais pour moi
Pour tes hautes qualités morales qui illuminent mes jours
Ma reconnaissance et mon affection.*

A mes frères et ma sœur

*Notamment Massinissa, Lounis, Said, Aghilas et Lydia
Pour tous les sacrifices courageusement consentis pour
La réussite et le bonheur de notre famille.*

***A ma belle sœur Faroudja et ma nièce Aya
A mes tantes
A ma belle famille***

Témoignage de mon affection

A toute ma famille proche soit elle ou lointaine

Témoignage de mon affection et de ma reconnaissance

A tous mes amis

Lynda.

Liste des abréviations :

NZW : New Zealand White.

ITELV : Institut Technique des Elevages.

°C : degré Celsius.

cm : centimètre.

g : Gramme.

h : Heure.

mvts : Mouvements.

mn : Minutes.

Tr : Température rectale.

Ta : Température ambiante.

j : Jours

Kg : Kilogramme.

T° / t° : Température.

m² : Mètre carré.

ENSV : Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire.

CMV: Complexe minéraux vitamines.

MS: Matière sèche.

MB: Matière brute.

ng: Nanogramme.

NS: Non significatif.

vs : Versus.

ml: Millilitre.

n/nb: Nombre.

Les Symbole :

% : Pourcentage.

°: Degré.

< : Inférieur.

> : Supérieur.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Liste des tableaux

Tableau 1: Température rectale chez les animaux domestiques (<i>Altman PL, Dittmer DS, 1966., Anonyme, 1977., Anderson BE, 1970</i>).....	(Annexe)
Tableau 2: Comportement alimentaire du lapin en fonction de la température ambiante (<i>Eberhart, 1980</i>).....	16
Tableau 3 : La composition chimique de l'aliment granulé utilisé au cours de l'expérimentation (<i>Belabbas, 2010</i>).....	21
Tableau 4 : Les poids moyens des trois catégories d'âge (<i>Personnel</i>).....	24
Tableau 5 : Température ambiante et hygrométrie relative relevées durant l'expérimentation (<i>Personnel</i>).....	(Annexe)
Tableau 6 : La température rectale moyenne et intervalle de confiance (<i>Personnel</i>).....	25
Tableau 7 : Synthèse des températures rectales moyennes du lapin citées par différents auteurs (<i>Personnel</i>).....	26
Tableau 8 : Valeurs de la température rectale en fonction des marges de température ambiante (<i>Personnel</i>).....	26
Tableau 9 : Valeurs de la température rectale en fonction de l'âge (<i>Personnel</i>).....	28
Tableau 10 : Nombre de mesures effectuées en fonction du sexe (<i>Personnel</i>).....	29
Tableau 11 : Les températures rectales moyennes des mâles et des femelles dans les quatre marges de température ambiante (<i>Personnel</i>).....	30
Tableau 12 : le nombre de mesures effectuées en fonction de la saison (hiver, été) (<i>Personnel</i>).....	30
Tableau 13 : Les (Tr) moyennes des trois catégories en saisons estivale et hivernale (<i>Personnel</i>).....	31
Tableau 14 : la (Tr) moyenne en fonction de la saison (<i>Personnel</i>).....	31
Tableau 15 : Synthèse des moyennes obtenues pour le lapin en saison estivale et hivernale (<i>Personnel</i>).....	32

Liste des figures:

Figure 1 : Relations entre thermogenèse, thermolyse et température ambiante (<i>Toutain PL</i>).....	6
Figure 2 : Les mécanismes de lutte contre le chaud et le froid (<i>D'après l'université de Liège</i>).....	7
Figure 3 : Relation entre la température ambiante et la température rectale chez le lapin domestique (<i>Finzi, 1990</i>).....	8
Figure 4 : Rythme circadien A (<i>Finzi et al, 1994</i>).....	9
Figure 5 : Rythme circadien, B (<i>Villalobos et al, 2008</i>).....	10
Figure 6 : Effet de la chaleur sur les performances du lapin (<i>Boucher et Nouaille,2002</i>)	11
Figure 7 : Relation entre la température ambiante et la fréquence respiratoire (<i>Finzi,1990</i>)	12
Figure 8 : Vascularisation de l'oreille du lapin (<i>Barone, 1972</i>).....	13
Figure 9 : Relation entre la température ambiante et la température des pavillons auriculaires chez le lapin domestique (<i>Finzi, 1990</i>).....	14
Figure 9 : Photo du clapier. (Vue de l'extérieur) (<i>Personnel</i>).....	20
Figure 10 : Photo du clapier. (Vue de l'intérieure) (<i>Personnel</i>).....	20
Figure 11 : Photos des lapins de population locale (<i>Personnel</i>).....	21
Figure 12 : Matériel de mesures. (<i>Personnel</i>).....	23
Figure 13 : Température ambiante et hygrométrie relative relevées durant l'expérimentation. (<i>Personnel</i>).....	24
Figure 14 : Corrélation entre la température ambiante et l'hygrométrie relative relevées durant l'expérimentation (<i>Personnel</i>).....	25
Figure 15 : Les corrélations entre la Ta et Tr des trois catégories d'âge. (<i>Personnel</i>).....	27
Figure 16 : la température rectale moyenne en fonction de la saison. (<i>Personnel</i>).....	32
Figure 17 : L'évolution diurne de la température rectale(<i>Personnel</i>).....	33

SOMMAIRE :

Introduction.....	1
--------------------------	----------

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : La régulation thermique

I. Définitions et généralités	3
--	----------

I.1. Température ambiante	3
--	----------

I.2. Température centrale	3
--	----------

I.3. La classification des animaux par leur température	3
--	----------

II. Les éléments de l'équilibre thermique	4
--	----------

II.1. Thermogenèse	4
---------------------------------	----------

II.1.1. Thermogenèse de base (métabolisme basal)	4
---	----------

II.1.2. Thermogenèse facultative	4
---	----------

II.1.2.1. Thermogenèse alimentaire	5
---	----------

II.1.2.2. Thermogenèse physique.....	5
---	----------

II.1.2.3. Thermogenèse de thermorégulation	5
---	----------

II.2. Thermolyse.....	5
------------------------------	----------

II.3. La zone de neutralité thermique	6
--	----------

III. La thermorégulation.....	7
--------------------------------------	----------

CHAPITRE II : Thermorégulation spécifique au lapin

I. La température rectale	8
--	----------

I.1. Variation circadienne.....	9
--	----------

I.2. Variation saisonnière	10
---	-----------

II. Les éléments de l'équilibre thermique chez le lapin.....	10
II.1. La fréquence respiratoire.....	11
II.2. Le pavillon de l'oreille	12
II.3. Thermorégulation comportementale	14
II.4. Le tissu adipeux brun	15
III. Effet du stress thermique sur les paramètres physiologiques.....	15
III.1. Les performances de croissance.....	15
III.1.1. La consommation alimentaire.....	16
III.2. Effet du stress thermique sur les performances de reproduction.....	17
III.2.1. Chez la femelle	17
III.2.1.1. Age de puberté	17
III.2.1.2. Les paramètres de reproduction.....	18
III.2.1.3. La production laitière.....	18
III.2.1.4. Les performances de productions	18
III.2.2. Chez le mâle	19
III.2.2.1 .Age du premier accouplement, fertilité et libido	19
III.2.2.2. Les caractéristiques de la semence	19

PARTIE EXPERIMENTALE

I. Objectif.....	20
II. Matériel et méthodes.....	20
II.1. Lieu et durée d'expérimentation.....	20
II.2. Bâtiment et matériel d'élevage	20
II.3. Les animaux.....	21
II.3.1. Choix des animaux	21
II.4.L'alimentation	22
II.5.La conduite expérimentale	22
II.6.Analyse statistique	23
III. Résultats et discussion.....	24
III.1. Expérience 1.....	24
III.1.1. Les conditions d'ambiance durant l'expérimentation	24
III.1.2. La valeur moyenne de la température rectale :.....	25
III.1.3. Les facteurs de variation de la température rectale	26
III.1.3.1. Effet de l'âge et de la température ambiante	26
III.1.3.1.1. Température ambiante.....	27
III.1.3.1.2. Âge.....	27
III.1.3.2. Effet lié au sexe	28
III.1.3.3. Effet de la saison	30
III.2. Expérience 2	33
III.2.1. Evolution diurne de la température rectale.....	33
I. Conclusion	34

Introduction



Introduction

L'élevage du lapin en Algérie a reposé essentiellement sur les souches hybrides importées entre 1985-1988 (5000 femelles, 650 mâles NZW et Californien) de France (*Zerrouki,2005*), résultat d'une politique d'élevage « productiviste » visant à assurer un approvisionnement régulier des marchés urbains en protéines animales de moindre coût, mais dont l'effet a eu pour conséquence la marginalisation de la population locale, tant du point de vue de sa connaissance que de son intégration dans les systèmes d'élevages.

Cette situation renvoie à une méconnaissance des caractéristiques de cette population, particulièrement du point de vue de son adaptation climatique. En effet, elle s'est avérée résistante à la chaleur (*Gacem et Bolet., 2005., Zerrouki et al., 2005*), autrement dit, la caractéristique souhaitable pour une agriculture durable à faible besoin d'intrant, en permettant de surmonter un facteur limitant bien connu pour la cuniculture qui est le climat chaud.

Ainsi, tout projet de développement d'une production cunicole utilisant le lapin local doit reposer sur une logique d'ensemble comprenant, en premier lieu, l'identification de la population locale existante, d'un point de vue biologique, morphologique, zootechnique et son adaptabilité, avant de désigner les systèmes de production convenables.

Plusieurs équipes de recherche travaillent pour caractériser la population locale. Ainsi *Berchiche et Kadi (2002)*, ont été les pionniers à définir la morphologie, le phénotype et les performances zootechniques de la population locale. D'autres travaux s'inspirent des travaux du *Pr. Berchiche* comme ceux menés au niveau de l'ITELV, cependant la physiologie de cette population reste peu connue.

L'étude des paramètres physiologiques est de ce fait importante, car elle permet d'apporter les éléments définissant cette population en mettant à disposition des vétérinaires et zootechniciens des données chiffrées, ayant une importance majeure en clinique, gestion d'élevage, et programmes de sélection.

Parmi les différents paramètres biologiques, la température corporelle constitue un élément déterminant de la physiologie des êtres vivants.



La population de lapins locale a montré une bonne adaptation aux conditions climatiques chaudes (Zerrouki N et al., 2005), néanmoins, peu d'études ont été consacrées à ses capacités thermorégulatrices.

Dans ce contexte, l'objectif de ce travail est de déterminer la température rectale du lapin local et d'étudier ses différents facteurs de variation.

Dans ce document nous présenterons dans une première partie, bibliographique, les modalités de la thermorégulation et ses spécificités chez le lapin. La deuxième partie sera consacrée à notre étude expérimentale.

Etude bibliographique

Chapitre I

La régulation thermique



I. Définitions et généralités

I.1. Température ambiante

Elle est définie comme étant la température radiante pour un régime de convection libre et un degré d'hygrométrie de 50%.

I.2. Température centrale

C'est le niveau moyen de l'énergie thermique de l'organisme. Elle s'exprime en générale en degré Celsius (°C) et se repère à l'aide d'un instrument étalonné (thermomètre, thermocouple, thermistance).

La température rectale à 10 cm de l'anus est très voisine de la température centrale. (Tableau 1, annexe)

I.3. La classification des animaux par leur température

Le schéma traditionnel qu'utilisent les physiologistes pour classer les modalités de régulation thermique des animaux repose sur la stabilité de *la température de leurs corps* :

- **Les thermoconformes = Poïkilothermes**: la température interne varie avec celle de l'environnement.
- **Les thermorégulateurs = Homéothermes**: la température interne peut être maintenue constante parfois à des niveaux différents (normothermie en activité, torpeur, hibernation) malgré des fluctuations de la température externe. Cette constance de la température corporelle est liée à une fonction qu'on appelle la régulation thermique.

Les termes souvent utilisés de «sang chaud» pour les homéothermes et de «sang froid» pour les poïkilothermes ne sont pas satisfaisants et doivent être abandonnés, car il existe des poïkilothermes adaptés à la vie en ambiance chaude, dont la température corporelle est égale et peut même être supérieure à celle de certaines espèces dites à «sang chaud», ex: un lézard (poïkilotherme) qui court dans le sable d'un désert brûlant. Plusieurs problèmes liés à la classification en homéothermes et poïkilothermes sont apparus avec des études plus poussées, ce qui a conduit à proposer une classification basée sur *la source de chaleur corporelle* :

- **Les endothermes** : Animaux qui produisent leur propre chaleur comme sous produit du métabolisme. Ils peuvent typiquement élever leur température très au dessus de celle de l'environnement, et ont une conductivité thermique relativement faible à cause de la bonne qualité de leur isolation (fourrure, graisse, plume); les mammifères et les oiseaux sont des exemples de ces animaux qui régulent leur température interne dans des limites étroites.



- **Les ectothermes** : Animaux qui produisent moins de chaleur métabolique (trop faible pour qu'ils soient des endothermes), et ont une forte conductance thermique (ils sont mal isolés) ce qui fait que les échanges thermiques sont bien plus importants que la production de chaleur métabolique dans la détermination de la température corporelle.

II. Les éléments de l'équilibre thermique

Citons une phrase du physiologiste Français **DASTRE** : «Tout le branle-bas de la vie s'intercale entre une combustion et un dégagement de chaleur».

Chez les endothermes la température corporelle moyenne est maintenue constante grâce à une régulation soignée de l'équilibre entre la thermogenèse et la thermolyse. La chaleur produite provient essentiellement de réactions chimiques d'oxydation (régulation thermique chimique). Les déperditions de chaleur se font au contraire en majeure partie selon des mécanismes physiques (rayonnement, conduction, convection et évaporation) dont l'ensemble constitue la régulation thermique physique.

II.1. Thermogenèse

Tous les animaux produisent 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 dite également production de chaleur. Elle a été mise en évidence pour la première fois en 1899 par le physiologiste **ATWATER**. Elle se mesure en calorimètre indirect par l'appréciation de la consommation de l'oxygène, le rejet de gaz carbonique et le rejet de méthane chez les ruminants.

Il est admis que la thermogenèse est composée de plusieurs éléments, dont la thermogenèse de base et la thermogenèse facultative.

II.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**). Elle est sous l'influence de la taille et la surface corporelle. En effet la production de chaleur est d'autant plus importante que la taille de l'organisme est plus petite (**REGNAULT et REISET., 1849**). Lorsque la production de chaleur est rapportée à la surface corporelle elle est à peu près constante, quelque soit l'espèce considérée d'homéotherme (**RIGHET, 1884**).

II.1.2. Thermogenèse facultative



II.1.2.1. 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*). On peut par conséquent s'attendre à ce que les régimes qui ont une forte extra chaleur soient défavorables en climat chaud.

II.1.2.2. Thermogenèse physique

L'activité physique provoque un accroissement notable de la thermogenèse. On estime que chez un homme 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 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 le frisson thermique. Ce frisson, lorsqu'il est important permet une augmentation rapide et largement significative (jusqu'à 4 fois) de la production de chaleur. Dans ce processus, les contractions sont involontaires.

II.1.2.3. Thermogenèse de thermorégulation

La température corporelle des homéothermes est constante malgré les variations de la température ambiante, dans une certaine limite. Cet état est permis grâce à la régulation thermique 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.

II.2. Thermolyse

C'est l'ensemble des déperditions calorifiques. 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 1 litre d'eau absorbe près de 585kcal), 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 hautes températures.

II.3. La zone de neutralité thermique

L'homéothermie correspond à l'aptitude à maintenir la température du noyau 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.

La zone de la neutralité thermique est définie, pour un niveau de nutrition donné, comme étant l'intervalle des températures ambiantes pour lequel la thermogénèse est à son minimum et pour lequel 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 (Figure 1) :

- **La température critique inférieure (TCI)** est la température ambiante à partir de laquelle l'animal doit augmenter sa thermogénèse 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.

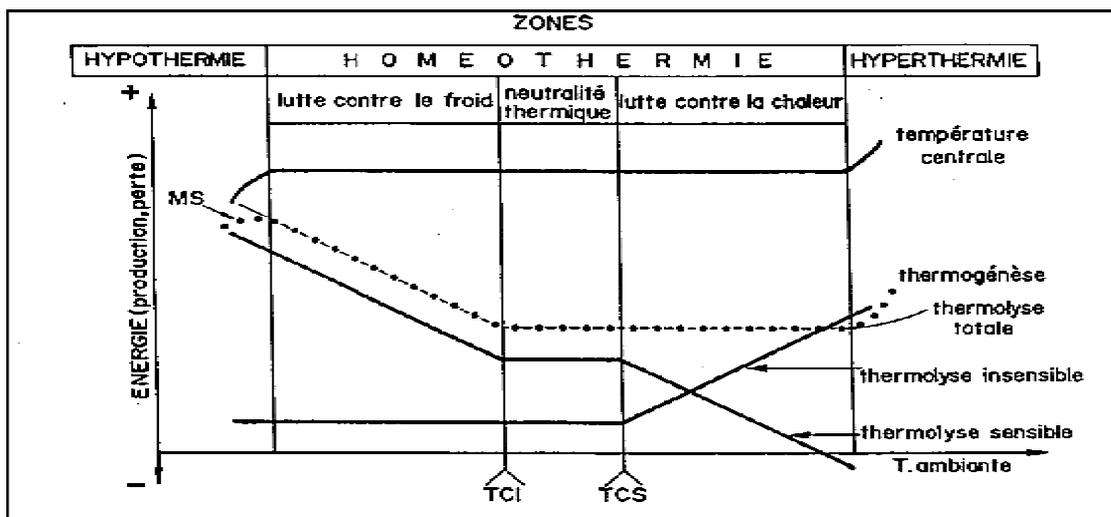


Figure 1 : Relations entre thermogénèse, thermolyse et température ambiante (Toutain. PL)



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 importantes que celles enregistrées suite à des faibles températures ambiantes.

III. 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 thermiques 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 soit contre le froid, soit contre le chaud, après intégration de l'information thermique. Les mécanismes de thermorégulation sont reportés dans la figure 2.

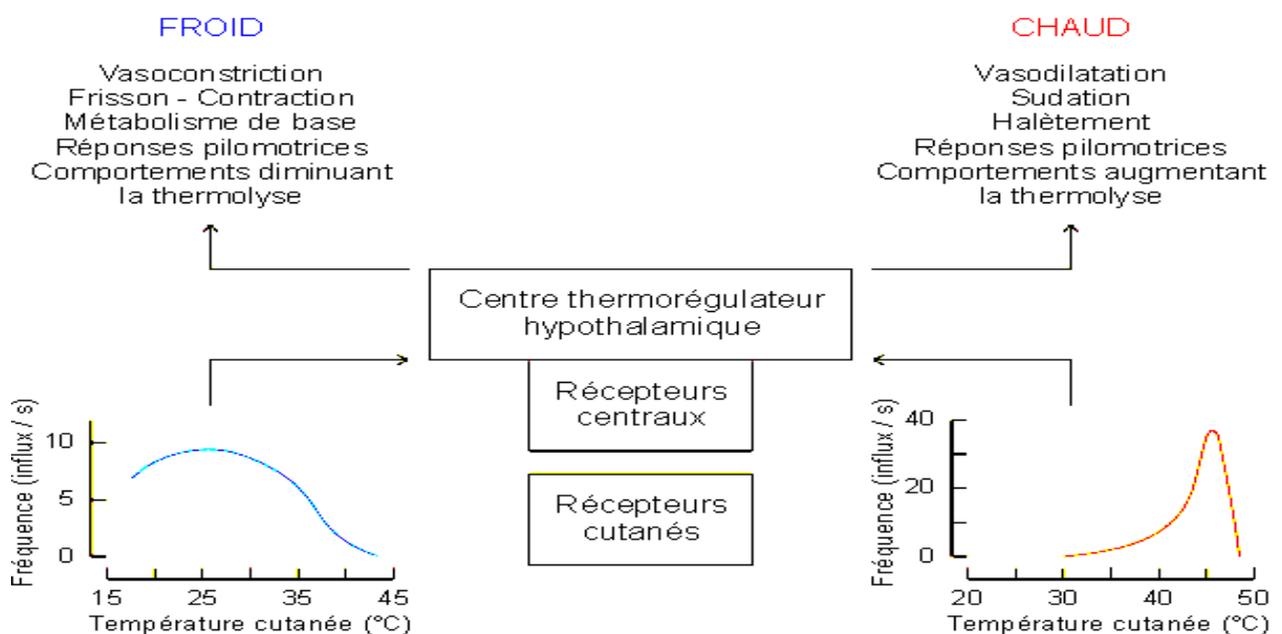


Figure 2 : les mécanismes de lutte contre le chaud et le froid. D'après l'Université de Liège. <http://www.ulg.ac.be/physioan/chapitre/index.htm>.

Chapitre II

Thermorégulation spécifique au lapin



Les lapins sauvages passent la majorité de leur vie dans les terriers souterrains, là où la variation des conditions environnementales est plus étroite que celle des lapins domestiques. Le lapin est une espèce très résistante au froid, et 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 (*Finzi, 1986*). La température comprise entre 13-20°C est connue comme zone de confort thermique chez le lapin (*Fayez et al., 2004., Abdel-Samee, 1955*). Lors d'exposition de lapins à des températures ambiantes élevées, la charge thermique sera augmentée, et pour soutenir l'homéothermie, les animaux emploient des moyens physiologiques pour pouvoir rétablir l'équilibre thermique (*Marai et al., 2002*).

I. La température rectale

La température rectale physiologique du lapin varie dans une gamme de 38,6 et 40,1°C (*Sutherland et al., 1958*). Quant 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 (*McEwen et al., 1973*). La limite supérieure d'homéothermie pour le lapin se situe à 18-20°C de température ambiante (*Nichelmann et al., 1973*) et jusqu'à 36°C la température rectale des animaux augmente 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 24 heures à jeun, diminue en moyenne de 0,7°C (*Lee, 1939*) (*Figure 3*).

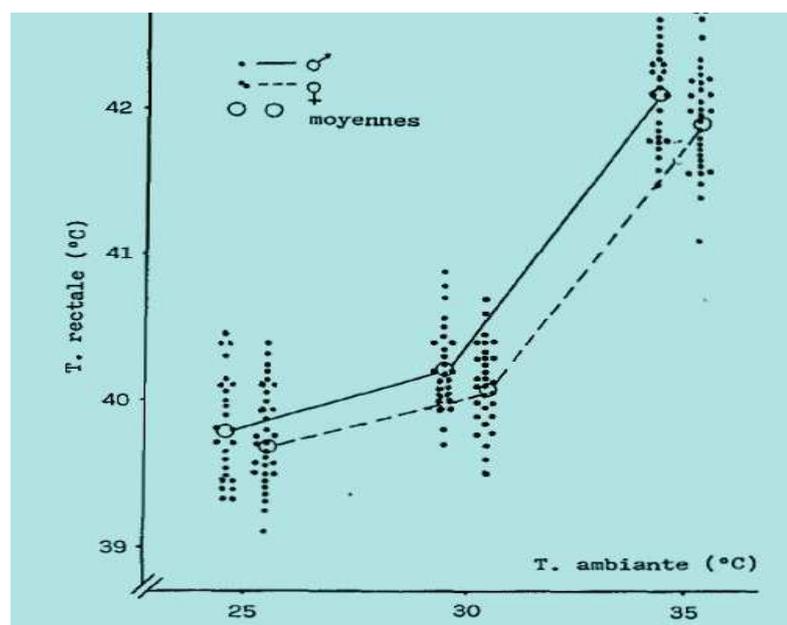


Figure 3 : Relation entre la température ambiante et la température rectale chez le lapin domestique (*Finzi, 1990*).



La température rectale varie :

- D'un genre à l'autre : elle est en moyenne $39,9^{\circ}\text{C}$ chez le lapin sauvage (*Lepus sylvaticus*) et $39,6^{\circ}\text{C}$ chez le lapin domestique (*Oryctolagus cuniculus*) (Lee, 1939).
- Selon le sexe, car la température rectale des femelles est significativement plus haute que celle des mâles ($39,20 \pm 0,35$) vs. ($39,17 \pm 0,36$) respectivement (Pericin et Grieve.,1984).

I.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 matinée, puis marque un pic entre 14 – 16h (Finzi et al, 1994., Villalobos et al., 2008) (Figure 4 et 5). 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 ($0,2-0,3^{\circ}\text{C}$) indiquant un rendement élevé de la régulation thermique chez le lapin (Shafie et al., 1979).

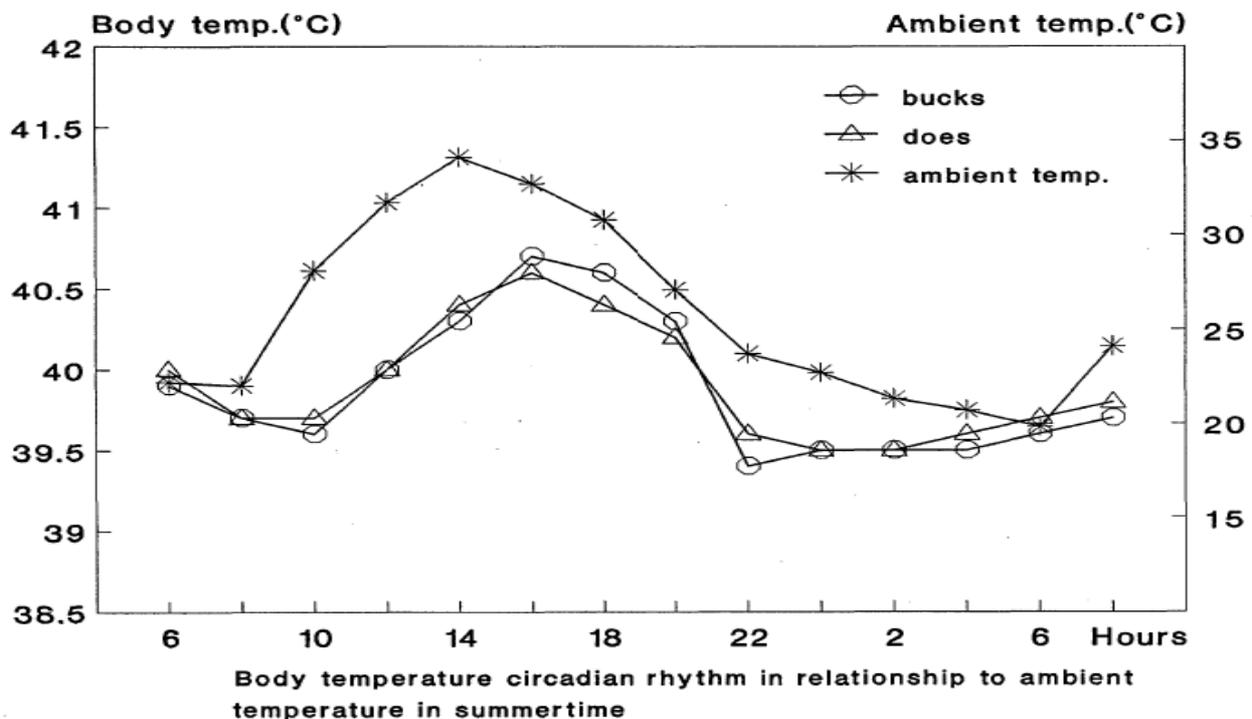


Figure 4 : Rythme circadien A (Finzi et al, 1994).

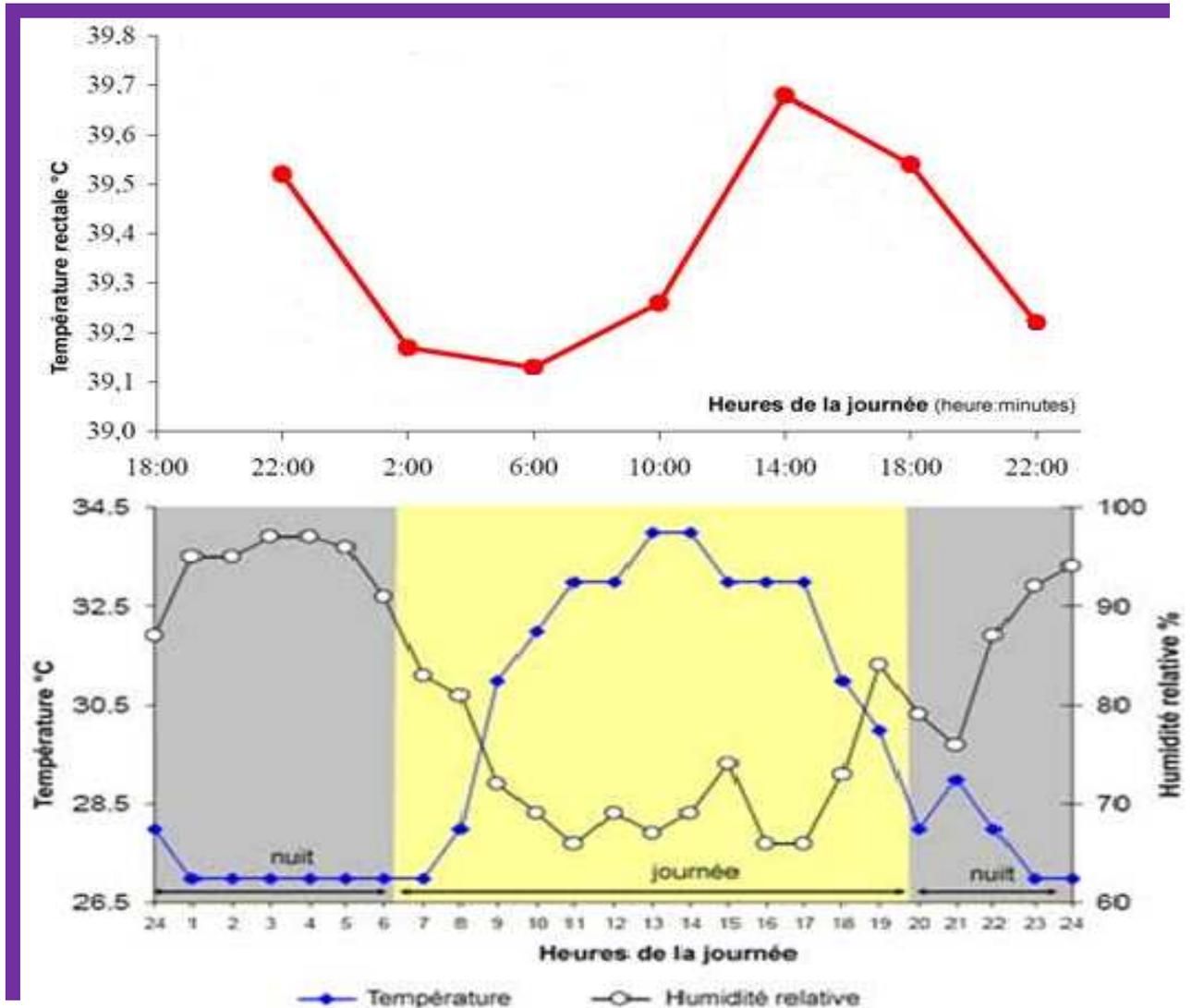


Figure 5 : Rythme circadien B (Villalobos et al., 2008)

I.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. 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 6).

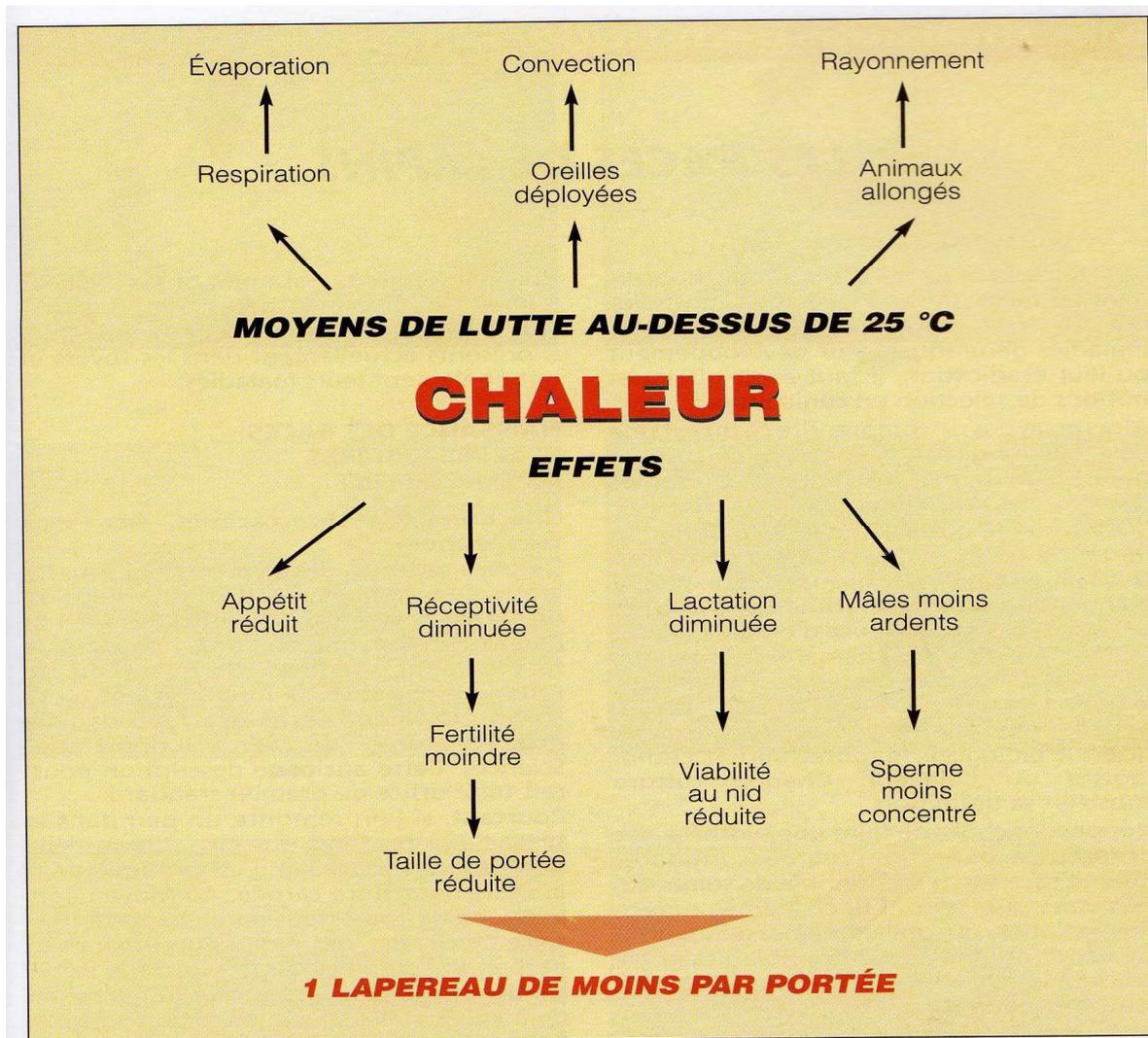


Figure 6 : Effets de la chaleur sur les performances du lapin.

(Boucher et Nouaille., 2002)

II.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), vu qu'ils n'ont que peu de glandes sudoripares fonctionnelles et la perspiration n'est jamais importante à cause de la fourrure. Ce système qui représente 30% de la dissipation de chaleur totale (Mclein, 1963), ne travaille qu'entre 0-30°C (Marai et Habeeb, 1994). La fréquence respiratoire augmente rapidement de 69 à 190 mvts/mn chez le lapin NZW quand la température ambiante passe de 10°C à 30°C (Jonhson et al., 1957), car il y a une augmentation de 5-6 mvts/mn pour chaque élévation de 1°C de la température ambiante (Brody, 1945). 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, tout



de même extraordinaire, de 250 mouvements respiratoires par minute (*Finzi, 1990*) (*Figure 7*). La dissipation de chaleur donc n'est possible que par rayonnement et convection (*Wolfenson 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 de l'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*).

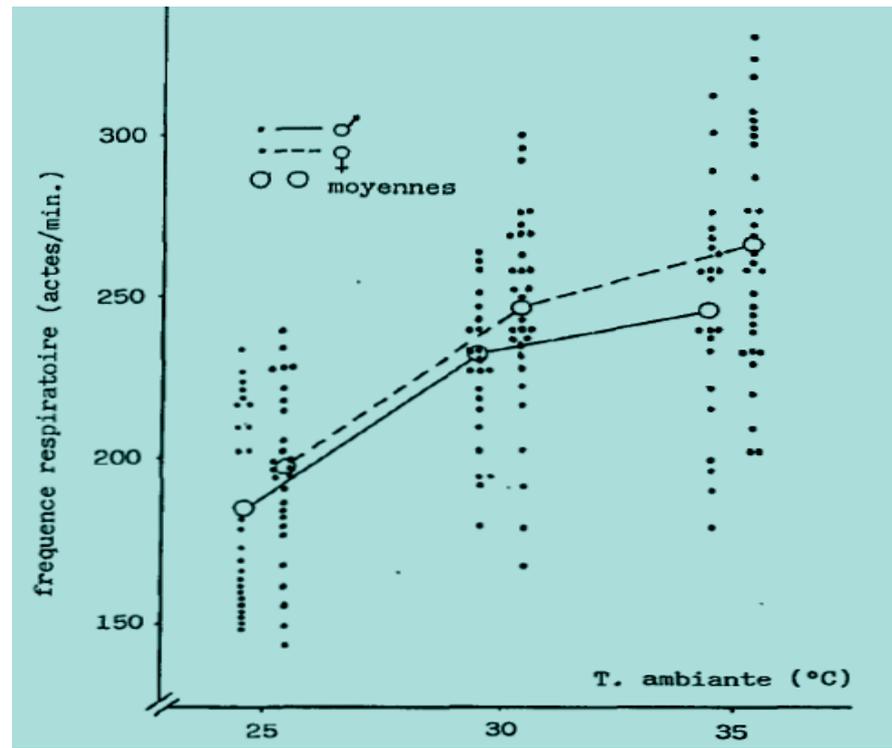


Figure 7 : Relation entre la température ambiante et la fréquence respiratoire (*Finzi, 1990*).

II.2. Le pavillon de l'oreille

Le pavillon de l'oreille joue un rôle important dans la thermorégulation des lapins, puisque sa fonction est comparable 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 artérioveineux au niveau de l'oreille (*Figure 8*), où s'effectue la déperdition calorifique (convection, conduction et radiation). En effet, la température de l'enveloppe extérieure peut être très différente de la température du sang.

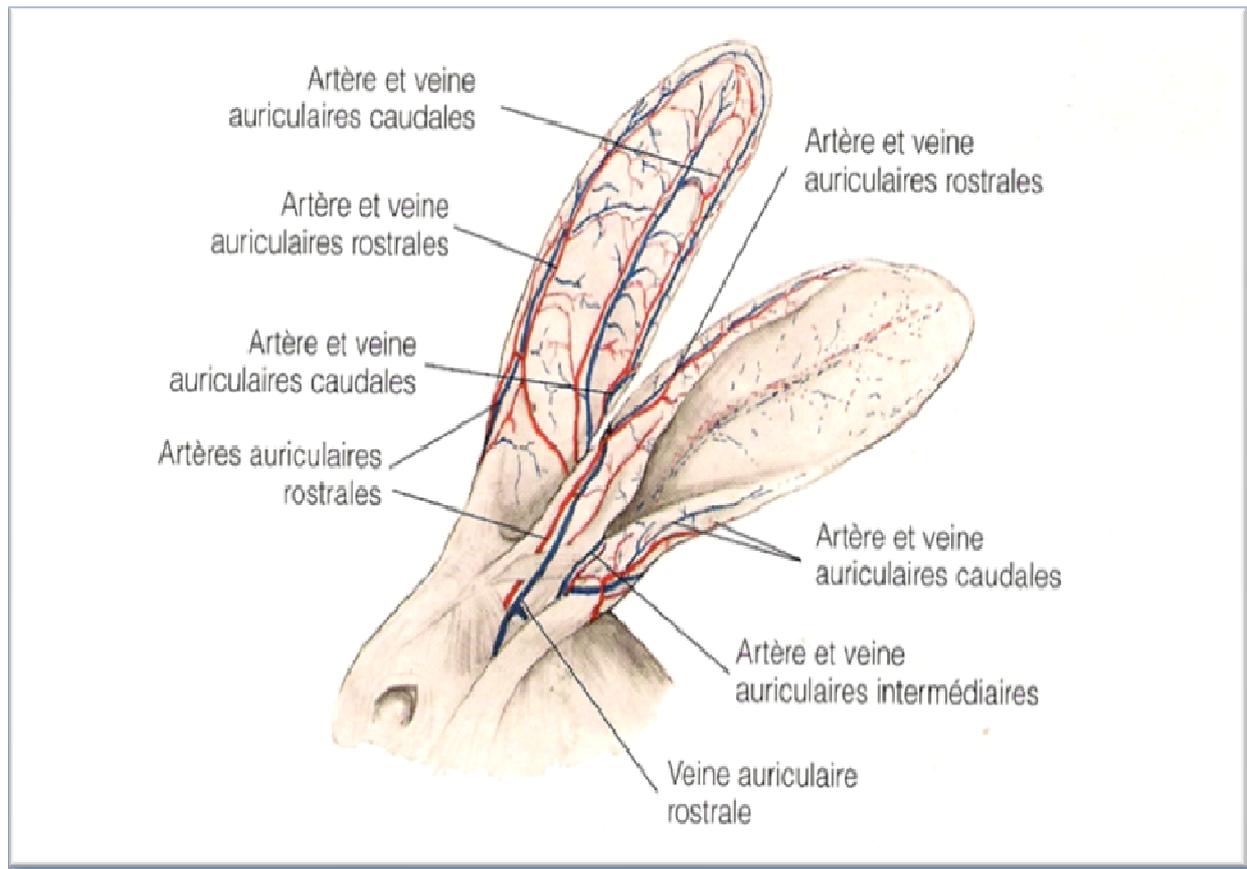


Figure 8 : Vascularisation de l'oreille du lapin (Barone, 1972)

La hausse brutale du niveau de déclenchement du thermostat hypothalamique entraîne une sensation de froid et donne pour réponse une vasoconstriction. Le retour brutal du thermostat à son niveau normal voir même supérieure entraîne une sensation de chaud qui induit une vasodilatation (**Konradi, 1960**). Ce qui fait que, la température des oreilles se rapproche de la température rectale lors de hautes températures ambiantes, tandis que dans de basses températures ambiantes, elle se rapproche de celle de l'environnement (**Harada, 1973**). La température des oreilles augmente de 14°C, quant la température ambiante s'élève de 20°C à 30°C (**Gonzalez et al., 1971**). Au dessus de 38°C de température ambiante, la température corporelle du lapin commence à croître très vite (**Figure 9**), puisque le gradient thermique entre la surface de l'oreille et l'environnement est presque annulée (**Finzi, 1990**).

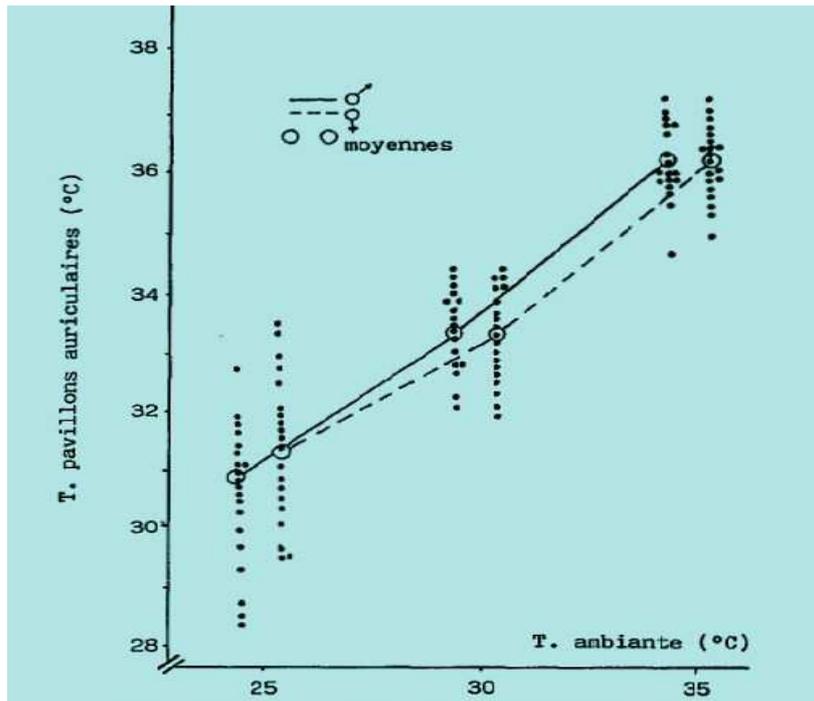


Figure 9 : Relation entre la température ambiante et la température des pavillons auriculaires chez le lapin domestique (Finzi, 1990).

II.3. Thermorégulation comportementale

Un lapin adulte 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 tous prêt de son corps (Seitz *et al.*, 1998). A une température au dessus de 25-30°C les animaux s'étirent, dressent leurs 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 également chez les nouveaux-nés. Jusqu'à l'âge de 10 jours, les lapin 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). Ils ne sont pas aptes à réguler leur température interne sachant qu'ils sont très mal isolés, ne possédant pas de poil à la naissance, ayant un rapport surface/volume très élevé et ne disposent que très peu de réserve adipeuse. Leur zone de thermoneutralité est de ce fait restreinte : la température critique inférieure est de 35°C à leur naissance et 30°C à 10 jours (Hull, 1965).

Les nouveaux-nés n'étant nourris qu'une seule fois par jour par une tétée de quelques minutes, les mères lapines n'interagissent donc pas avec l'environnement thermique de leur portée (Jilge, 1993, *et 1995*). Les lapins nouveaux-nés doivent en conséquence se regrouper dans leur nid et pratiquer



la thermorégulation sociale afin de réduire leurs pertes énergétiques. Il a été montré que les lapins nouveau-nés bénéficient thermiquement de la présence de leurs congénères: des lapins isolés ont un taux de survie inférieur, des températures internes diminuées, ainsi qu'une croissance moindre que des lapins placés en groupes de 2 ou 5 (*Bautista et al., 2003*).

II.4. 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 lapins nouveau-nés sert exclusivement à sa thermorégulation permettant 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 (*Himms-Hagen et Ricquier, 1997*). Ainsi un lapereau nouveau-né 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. 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 (*Lebas, 1994*).

III. Effet du stress thermique sur les paramètres physiologiques

III.1. Les performances de croissance

La croissance implique un ensemble complexe d'événements métaboliques qui sont contrôlés par la génétique et l'environnement (*Marai et al., 2002*). L'exposition de lapins à de hautes températures ambiantes induit une diminution de la taille et le poids embryonnaire (*Edward, 1978*). La réponse de lapins en croissance exposés chroniquement à de hautes températures ambiantes est généralement une diminution dans le gain du poids vif (*Stephan, 1980*), d'ailleurs des lapins élevés dans un endroit caractérisé par un niveau de température égale à 20°C ont présenté une croissance et un poids vif final supérieur à ceux des lapins maintenus à 27°C (*Chiericato et al., 1994*). Donc le climat peut affecter les performances de croissance de l'animal, car plus la température ambiante est élevée, plus la perte de poids est importante (*Crimella et al., 1991*),



estimée à 18% du gain quotidien moyen (*Chiericato et al., 1996*). Cette réduction de la croissance est due à la diminution de l'ingéré (*Duperray et al., 1998*).

Kamal et Seif (1969), considèrent que le changement du poids corporel dû au stress thermique n'est pas une évaluation fiable pour détecter un changement de tissu réel, puisqu'il dépend des changements en eau et en solide du corps entier.

III.1.1. 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 quel que soit leur âge et leur situation physiologique (*Lebas, 2004*). Cette réduction de consommation considérée comme 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-Zélandaises. 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 (*Eberhart, 1980*). (Tableau 2)

Les lapins élevés dans un endroit caractérisé par un niveau de température égale à 20°C ont présenté 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 (*Matheron et Poujardieu., 1984*).

Finzi et al (1994) ont rapporté dans une étude menée sur les paramètres qui traduisent un état de stress 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 d'utilisation de l'aliment (gain de poids obtenu par unité d'aliment consommé) aucune différence significative n'a été relevée (*Chiericato et al., 1994*). Cependant, *Matheron 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%.

Tableau 2: Comportement alimentaire du lapin en fonction de la température ambiante.
Eberhart (1980)

Température ambiante	5°C	18°C	30°C
Humidité relative	80%	70%	60%
Ingestion d'aliment granulé (g/j)	182	159	123
Consommation d'eau (g/j)	328	271	386
Ratio eau/aliment	1,80	1,71	3,14
Gain de poids	35,1	37,4	25,4

III.2.Effet du stress thermique sur les performances de reproduction

Le lapin supporte mal les fortes températures associées à des hygrométries élevées. C'est une espèce sensible aux écarts de températures dans les pays de fortes chaleurs où en général la reproduction est interrompue en période estivale (*Saliel et al ., 1998*).

III.2.1.Chez la femelle

Rouvier (1990) note que les températures égales ou supérieures à 30°C sont à proscrire car elles limitent les aptitudes reproductives de la lapine. Les normes recommandées en maternités sont de 16°C pour les lapines reproductrices et de 29 à 30°C dans les boîtes à nids (*Lebas, 1991*).

III.2.1.1.Âge de puberté

La puberté dans la même race et le même sexe est affectée par plusieurs facteurs environnementaux, telles la température ambiante, l'hygrométrie, la photopériode et la nutrition (*Marai et al., 1991*) . La puberté des lapines peut être retardée (*Daaderr et Seleem., 1999*), et en conséquence, l'âge du premier accouplement avec l'augmentation de la température ambiante (*Daader et al., 1999a.b*). En particulier, les races Egyptiennes indigène comme Baladi Red, Bladi white, Baladi Black et Giza White atteignent la puberté à environ 6 mois d'âge (*Hilmy, 1991*).



III.2.1.2. Les paramètres de reproduction

Arveux (1988) constate une difficulté de la mise au mâle en saison chaude ($t^{\circ} > 25^{\circ}\text{C}$). Les températures élevées inhibent la fertilité par inhibition de l'œstrus. De même pour la fertilité qui est altérée par le stress thermique, sachant que lorsque la température ambiante s'élève à plus de 30°C , le taux de fertilité diminue à 53,4% contre un résultat de fertilité qui est de 66% à $16-18^{\circ}\text{C}$. Les faibles températures n'ont pas d'influence sur le taux de fertilité (*Saliel et al., 1998*), en revanche, sous les hautes températures ambiantes, il y a une diminution de conception. Une analyse plus précise a constaté que le taux de conception a été réduit si la température ambiante était assez haute pour élever la température rectale des femelles de $1-2^{\circ}\text{C}$ (*Uiberg et Burfening., 1967*). Cette diminution de taux de fertilité et de conception est due à un ensemble complexe d'événements qui est exprimé par une baisse du taux d'ovulation (*Lebas, 2004*) et une mortalité embryonnaire importante (*Saliel et al, 1998*). On peut ainsi observer un écart de 5 lapereaux entre 10 et 30°C de température (*Hulot et Matheron, 1981*).

III.2.1.3. La production laitière

La production laitière s'est avérée sensiblement plus faible à 30°C de température ambiante qu'à 5°C , après les deux premières semaines de lactation (*Szendro et al., 1998*). *Maertens et De Grootte (1999)* ont constaté que le rendement du lait quotidien est presque de 10% inférieur au cours de la période chaude de la journée.

III.2.1.4. Les performances de productions

La saison a une influence significative, en particulier, la température et l'humidité estivales dont l'effet négatif sur les performances de productions (mortalité à la naissance et au sevrage, taille de la portée, poids de portée et individuel au sevrage) a été confirmé (*Lazzaroni et al., 1999., Ayyat et al., 1995*). Le taux de mortalité de la naissance jusqu'au sevrage augmente sensiblement avec l'augmentation de la température ambiante, de $19,5^{\circ}\text{C}$ en Janvier à $34,8^{\circ}\text{C}$ en Juillet. Le même auteur confirme que le taux de mortalité élevé est dû aux hautes températures ambiantes (*Habeeb et al., 1999*). Cela peut être attribué à l'effet directe de la chaleur sur la progéniture sensible, en plus d'une réduction de la production laitière (*Ayyat et al., 1995*) due à la dépression générale du métabolisme lors des hautes températures d'été (*Shafie et al., 1984*). La taille de la portée à la naissance elle aussi s'est avérée la plus basse pendant l'été et plus haute pendant l'hiver (*Habeeb et al., 1999*). *Ayyat et Marai (1998)* ont estimé une réduction de 14% en été par rapport à l'hiver chez



la race NZW. En revanche, *Khalil (1993)* n'a trouvé aucune différence significative dans le nombre de lapereaux nouveau-nés selon la saison.

III.2.2. Chez le mâle

III.2.2.1. Âge du premier accouplement, fertilité et libido

L'âge du premier accouplement chez les lapins mâles de race Californienne et NZW a été évalué à 140 - 150 jours pendant la saison d'été en Egypte (*Daader et al., 1999a,b*).

Les hautes températures peuvent produire une stérilité temporaire chez le lapin mâle (*Daader et Seleem, 1999*), car il s'est avéré que les températures au dessus de 18°C sont sensiblement corrélées avec l'incidence de l'infertilité (*Samoggia, 1977*). La capacité reproductive de lapins mâles diminue en Juillet, Août et Septembre due à une diminution de la libido (*Nalbandov, 1970*) (*Safaa et al, 2003*). Sachant que la libido est évaluée par le temps de réaction, certains auteurs ont noté que ce temps de réaction diminue avec l'augmentation de la température ambiante (*Nizza et al., 2003*).

III.2.2.2. Les caractéristiques de la semence

Les caractéristiques de la semence varient d'une saison à une autre. Ces variations sont attribuées aux changements de la température atmosphérique et la photopériode (*Hafez., 1987 ; El Sherbiny., 1987*). En particulier, les hautes températures ont un effet défavorable sur la qualité et la quantité de la semence (*Marai et al., 2002*), car le taux de fertilisation diminue lorsque les spermatozoïdes sont incubés à 38-40°C pendant 3h (*Burfening et Ulberg, 1968*). A noter aussi que les désordres causés par les hautes températures deviennent plus prononcés lorsque l'humidité relative est élevée (*Marai et al., 1998*). Plusieurs travaux ont été menés sur les caractéristiques de la semence (le volume, la motilité, la concentration, les spermatozoïdes anormaux, les spermatozoïdes mortsetc). Ces paramètres se sont avérés sensiblement meilleurs en saison d'hiver qu' en été (*Safaa et al., 2003*). D'autres auteurs qui ont travaillé sur certains paramètres de la semence confirment l'effet nuisible de la température sur le volume (*Hu et al., 1983 ; Macirone et walton, 1983*), la concentration (*Ibrahim., 1994*), les taux de spermatozoïdes anormaux (*Zeidan., 1989*) et le taux de spermatozoïdes morts (*Kasa et Thwaites, 1992*). Cependant, certains auteurs ne mentionnent aucun effet du stress thermique sur les paramètres de la semence (*Rodriguez et al., 2008*). D'autres auteurs qui n'ont exploité que certains paramètres de la semence ont infirmé l'effet défavorable des hautes températures sur le volume (*Ibrahim, 1994*), sur la motilité (*Rastimeshin, 1979*) et sur la concentration (*Abou-Warda, 1994*).

Etude expérimentale



I. Objectifs

Notre travail se fixe pour objectifs :

- ✓ De déterminer les valeurs physiologiques de la température corporelle chez les lapins de population locale (*Oryctolagus cuniculus*) placés dans les conditions d'un élevage expérimental.
- ✓ D'étudier les fluctuations de la température corporelle en fonction de la température ambiante, de l'âge et du sexe.
- ✓ D'étudier l'évolution de la température corporelle au cours de la journée (7h30 – 18h)

II. Matériel et méthodes

II.1. Lieu et durée de l'expérimentation

Ce travail a été réalisé au niveau du clapier expérimental de l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger (Figures 9 et 10) durant la période allant du 18 novembre 2008 au 05 avril 2010.



Figure 10: Photo du clapier

(Vue de l'extérieur)



Figure 11: Photo du clapier

(Photos personnelles) (Vue de l'intérieure)

II.2. Bâtiment et matériel d'élevage

Le bâtiment est d'une superficie de 72 m², construit en dure et possédant une charpente de type métallique. L'aération statique est assurée par 6 fenêtres (type vasistas), totalisant une superficie de 0,40 m² chacun, placées des deux côtés du bâtiment, ainsi qu'une faîtière tout au long de ce dernier.



Le clapier dispose d'un éclairage naturel et d'un système de chauffage (radiant) pour la saison froide. Les déjections sont directement réceptionnées sur le sol carrelé, puis raclées vers une fausse d'évacuation.

II.3. Les animaux

Les animaux utilisés dans cette étude, appartiennent à la population locale, originaire de Tizi-ouzou, et caractérisée par un phénotype très diversifié (Figure 11). Ils sont pour la grande majorité nés dans le clapier de l'ENSV. Les lapins ont été logés dans des cages, conçues en grillage métallique, et selon les modalités suivantes :

Entre l'âge de 35 jours (âge au sevrage) et 3 mois, les animaux sont élevés dans des cages de type Californiennes, à raison de 5-6 sujets/cage.

A l'âge de 3 mois, les animaux sont séparés, selon leur sexe, et placés dans des cages Californiennes à raison de 2 à 3 sujets/cage.

A l'âge de 5 mois, les animaux sont placés dans des cages individuelles, de type Flat-deck pour les femelles.

Toutes les cages sont équipées d'une trémie d'alimentation, l'eau est distribuée ad libitum par des abreuvoirs automatiques à tétines.



Figure 11 : Photos des lapins de population locale (Photos personnelles).

II.3.1. Choix des animaux

Les animaux utilisés pour l'étude ont été sélectionnés selon les critères suivants :

- ✓ L'âge : animaux de 45 jours ou plus, sans aucune autre distinction d'âge ou de sexe.
- ✓ Le statut physiologique des femelles : femelles non gestantes et/ou allaitantes.
- ✓ Etat sanitaire satisfaisant : exempts de signes évidents de maladies ou de parasitisme.



II.4. L'alimentation

Les animaux ont été nourris ad libitum. L'alimentation comprenait un granulé commercial spécial pour les lapins, composé de maïs, de tourteau de soja, de luzerne, de son, de calcaire, de phosphate bicalcique et de CMV spécial lapin. L'analyse chimique de l'aliment est rapportée dans le tableau 3.

Tableau 3 : La composition chimique de l'aliment granulé utilisé au cours de l'expérimentation (Belabbas, 2010).

Composant	%	
Matière sèche	25	
	MB%	MS%
Protéines Brutes	15,8	17,2
Cellulose Brute	9,1	9,8
Matière Grasse	3,7	4,1
Cendre	6,9	7,5

II.5. La conduite expérimentale

Notre expérimentation s'articule sur deux expériences :

Expérience 1 : valeurs de la température rectales et études des facteurs de variation

Des mesures de la température rectale sont effectuées sur un effectif global de 150 lapins. 31 séances de mesures ont été réalisées pendant la période allant de Novembre 2008 à Avril 2010.

La température ambiante et le taux d'hygrométrie sont relevés grâce à un thermohygromètre digital. Les animaux sont pesés à l'aide d'une balance électronique. Pour les lapins âgés de 3mois et plus, le sexe est noté. La température rectale est prélevée grâce à un thermomètre électronique désinfecté par de l'alcool chirurgical, enduit légèrement de vaseline et introduit à une profondeur de 3 à 5 cm dans le rectum (Figure 12).

L'animal est alors affecté à l'une des trois catégories d'âges :

- Catégorie 1 : 1,5 à 3 mois.



- Catégorie 2 : 3 à 5 mois.
- Catégorie 3 : 5 mois et plus.

Les collectes de données ont toutes été réalisées dans le même intervalle d'horaire, entre 11h30-12h30, afin d'éviter les variations circadiennes de la température corporelle.



Thermohygromètre



Balance électronique



Thermomètre électronique et vaseline

Figure 12 : Matériel de mesures

Remarque : En fonction de la gestion du cheptel dans le clapier, certains animaux ont été vendus à 45 jours, tandis que d'autres ont été maintenus jusqu'à l'âge de 5 mois ou plus. Ainsi des animaux de la catégorie 1 ont été réutilisés ultérieurement pour la catégorie 2, voir 3.

Expérience 2 : Evolution diurne de la température.

L'expérience est réalisée sur 24 lapins (6 mâles et 18 femelles), âgés entre 3 – 4 mois. La température rectale ainsi que la température ambiante et l'hygrométrie sont prélevées toutes les 90 minutes, entre 7h30 et 18h.

II.6. Analyse statistique

Toutes les données ont été saisies dans une base informatique classique (Excel 2007). La vérification et le traitement statistique sont effectués sur Excel 2007 (Moyennes, Ecartype, Variance...). Les résultats ont été traités en utilisant des tests statistiques spécifiques de comparaisons :

- **Student test** : pour comparer les moyennes entre (l'âge, le sexe, la saison), au seuil de signification $P=0,05$.
- **Fisher test** : pour comparer les variances de ces différents paramètres.
- **Des tests non paramétriques** (le sexe)



Les représentations graphiques permettent de mettre en relief l'importance des paramètres étudiés (âge, sexe, saison, température ambiante), leurs dépendances les uns des autres et surtout leurs impacts sur la température rectale.

III. Résultats et discussion

III.1. Expérience 1

Au total, ce sont 31 séances de mesure de la température rectale qui ont été réalisées durant la période allant de Novembre 2008 à Avril 2010. L'effectif global a été de 150 animaux sur lesquels 392 mesures ont été effectués.

Le poids moyen de chaque catégorie d'âge est reporté dans le tableau n° 4.

Tableau 4 : Les poids moyens des trois catégories d'âge.

Catégorie d'âge	C1	C2	C3
Poids moyen (g)	971,93 ±330	2173,56 ±456	3259,11± 430

III.1.1. Les conditions d'ambiance durant l'expérimentation

Les conditions d'ambiance (température ambiante et hygrométrie) relevées durant l'expérimentation sont présentées dans le tableau 5 (annexe) et la figure 13 et 14.

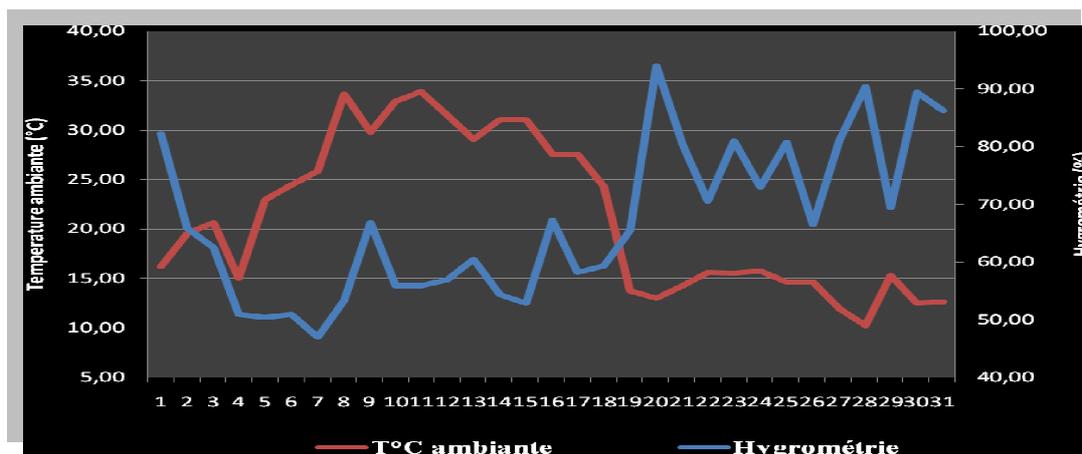


Figure 13: Température ambiante et hygrométrie relative relevées durant l'expérimentation

Les températures ambiantes minimale et maximale enregistrées tout au long de l'expérimentation sont respectivement : 10,22°C (Mars) et 33,85°C (Août).

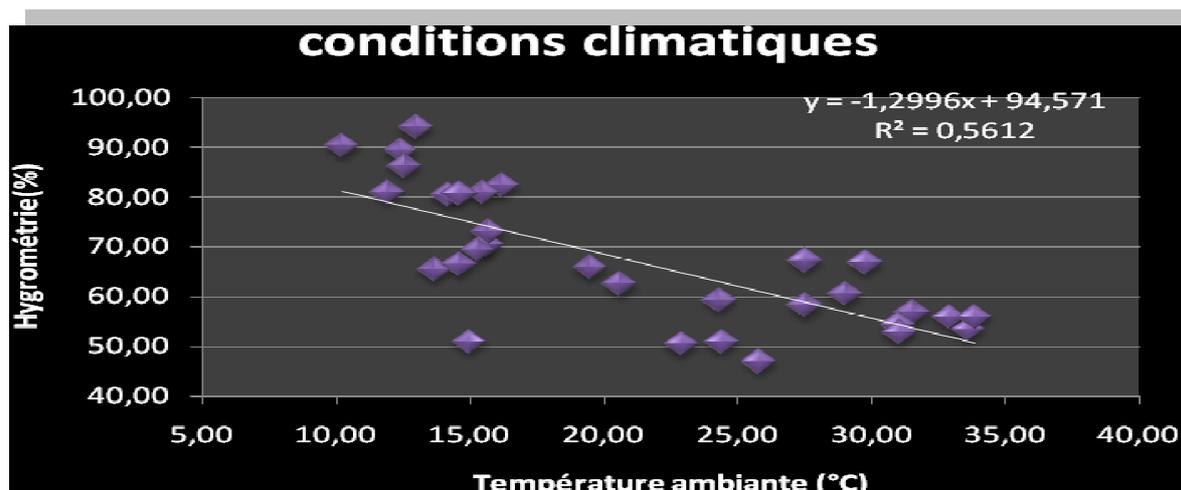


Figure 14: Corrélation entre la température ambiante et l’hygrométrie relative relevées durant l’expérimentation.

Pour l’interprétation des résultats, les températures ambiantes ont été réparties en 4 classes :

A : 10 – 14 °C **B** : 15 – 20 °C **C** : 21 – 25 °C **D** : 26 – 34°C

III.1.2. La valeur moyenne de la température rectale

Le calcul de la température moyenne a concerné 150 lapins de population locale, sur les quels 392 mesures ont été effectuées.

Notre étude, révèle une température rectale moyenne de **39,19°C** avec des variations de **38,74 à 39,65°C** (*Tableau 6*). Des valeurs similaires ont été rapportées par *Ivanov (2005) et Gonzalez (1971)*. Nous constatons que dans l’intervalle de la neutralité thermique (15 à 20°C), on a eu une température rectale moyenne de **38,95± 0,25°C** (*Tableau 8*).

Tableau 6 : La température rectale moyenne et intervalle de confiance

Nombre de mesures effectuées	Température rectale	Intervalle de confiance
N = 392	39,19 ± 0,46 °C	[38,74 – 39,65°C]

Les données recueillies dans la littérature concernant la température rectale moyenne du lapin montrent une certaine variabilité en fonction des races (*Tableau 7*).



Tableau 7 : Synthèse des températures rectales moyennes du lapin cité par différents auteurs.

Lapin	T° rectale (°C)	Référence
Croisé (NZ, California, Butterfly, Dutch and Satin)	39,4	Villalobos et al. (2008)
NZW	39,5	Lee et al. (1976) Davson (1960)
White Egyptian Gisa	39,4	Shafie et al. (1982)
Lapin sauvage (<i>lepus sylvaticus</i>)	39,9 [38,7 – 40,9]	Lee (1939)
Lapin domestique (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	39,6	Lee (1939)
Lapin domestique (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	39,07 ±0,06	Ivanov (2005)
Lapin domestique (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	[39,0 – 39,1]	Gonzales et al. (1971) McEWen et al. (1973)

III.1.3. Les facteurs de variation de la température rectale

III.1.3.1. Effet de l'âge et de la température ambiante

Le nombre total de mesures effectuées en fonction de l'âge et de la température ambiante est reporté dans le tableau n° 8.

Tableau 8 : valeurs de la température rectale en fonction des marges de températures ambiantes.

	Température ambiante (°C)			
	A	B	C	D
Catégories d'âge (mois)	10 – 14	15 – 20	21 – 25	26 – 34
C1 [1,5-3[39,26± 0,23 ^a n= 50	39,15±0,21 ^a n=26	39,51±0,51 ^a n= 32	39,61±0,33 ^a n= 71
C2 [3 - 5]	38,94±0,25 ^b n= 28	38,66±0,52 ^b n= 29	38,84±0,37 ^b n= 28	39,16±0,39 ^b n= 29
C3 >5	38,84±0,32 ^b n= 23	39,02±0,39 ^a n= 30	39,14± 0,34 ^c n= 22	39,40±0,25 ^c n= 24
Moyennes	39,01 ± 0,22	38,95 ± 0,25	39,16 ± 0,33	39,39 ± 0,23

a, b, c ... sur une même colonne les moyennes ajustées affectées d'une lettre différente, différent entre elles au seuil P=0,05
ns = non significatif,



III.1.3.1.1. Température ambiante

L'étude de la corrélation entre la température ambiante et la température rectale des trois catégories d'âge révèle une corrélation positive pour ces trois dernières : quelque soit la catégorie d'âge considérée, quant la température ambiante augmente, la température rectale augmente aussi. Différents auteurs, ont noté des observations similaires chez des lapins NZW de 10 semaines d'âge (Finzi et al,1994), et chez des lapins croisés adultes (Villalobos et al,2008).

Dans notre étude, la corrélation est très bonne pour les catégories (C1, C3), tandis qu'elle est faible à moyenne pour la catégorie (C2) (Figure 15).

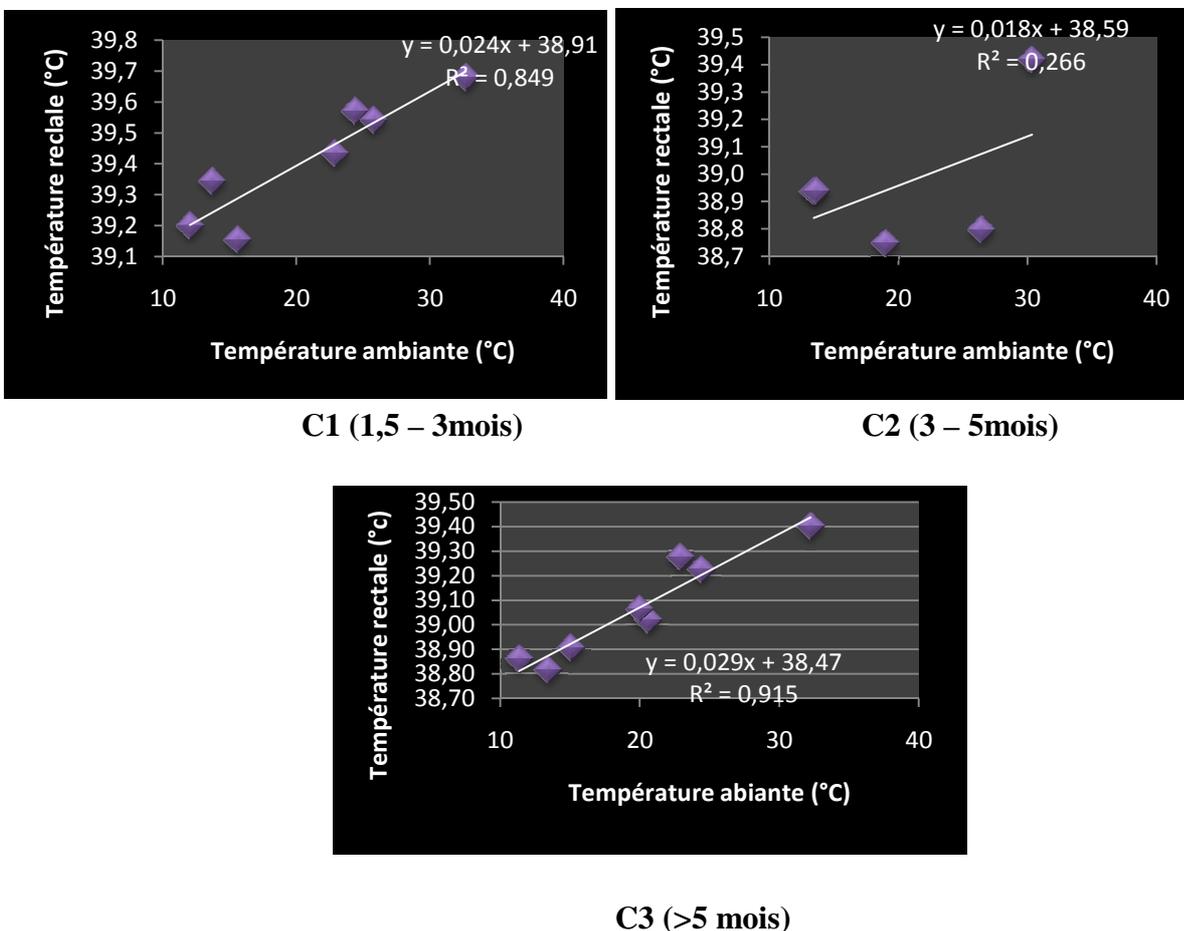


Figure 15: Les corrélations entre la température ambiante et température rectale des trois catégories d'âge

III.1.3.1.2. Age

Notre étude révèle une température rectale moyenne de 39,38; 38,90 et 39,10 °C pour les trois catégories d'âge C1, C2 et C3 respectivement.



Les résultats figurant dans le tableau 9, montrent une différence significative entre les températures rectales moyennes des trois catégories d'âge. Les animaux de la catégorie C1 (1,5 – 3 mois) ont présenté, quelque soit la marge de température ambiante considérée, la température rectale la plus élevée (39,38°C) ($P < 0,05$). La production de chaleur est d'autant plus importante que la taille de l'organisme est plus petite (*Regnaut et Reiset., 1849*). Les jeunes, en effet ont une thermorégulation moins précise et leur température peut facilement être de 0,5°C plus élevée que la norme acceptée chez les adultes (*Ganong, W. F, 2001*). Pour la classe C3, les animaux disponibles sur lesquels nous avons effectué des mesures ont été tous âgés entre 7 et 15 mois.

Tableau 9 : valeurs de la température rectale en fonction de l'âge.

	Température ambiante (°C)				
	A	B	C	D	
Catégories d'âge (mois)	10 – 14	15 – 20	21 – 25	26 – 34	T° moyenne (°C)
C1 [1,5-3]	39,26± 0,23 ^a n= 50	39,15±0,21 ^a n=26	39,51±0,51 ^a n= 32	39,61±0,33 ^a n= 71	39,38± 0,21 ^a N= 199
C2 [3 - 5]	38,94±0,25 ^b n= 28	38,66±0,52 ^b n= 29	38,84±0,37 ^b n= 28	39,16±0,39 ^b n= 29	38,90 ±0,21 ^b N= 114
C3 >5	38,84±0,32 ^b n= 23	39,02±0,39 ^a n= 30	39,14± 0,34 ^c n= 22	39,40±0,25 ^c n= 24	39,10 ± ,23 ^c N= 99
Moyennes	39,01 ± 0,22	38,95 ± 0,25	39,16 ± 0,33	39,39 ± 0,23	

a, b, c ...: sur une même colonne les moyennes ajustées affectées d'une lettre différente, diffèrent entre elles au seuil $P=0,05$
ns = non significatif,

III.1.3.2. Effet lié au sexe

L'étude de la variation de la température rectale en fonction du sexe, s'est basée sur 213 mesures (115 mesures sur des mâles, 98 sur des femelles) (*Tableau 10*).

Lorsque l'on ne tient pas compte de la température ambiante, la température rectale est en moyenne de 38,91 ± 0,43°C pour les mâles, contre 39,09± 0,39°C pour les femelles. Cette variation est significative ($P < 0,05$), et la température rectale des femelles est de 0,17°C supérieure à celle des mâles.

L'étude de la variation de la température rectale selon le sexe par marge de température ambiante, montre que la température rectale des femelle est généralement supérieure à celle des mâles,



mais sans l'expression d'une différence significative, sauf pour les lapins de la (C2) dans la marges de (Ta) de (26 – 34°C) où la différence est très significative (*tableau 11*).

Pericin C et Grieve A.P(1984), notent également, chez les lapines de type chinchilla, une température rectale plus haute chez les femelles, tandis que *Hebold G et Bleuel H (1973)*, rapportent une température rectale de 39,30°C chez la femelle et 38,95°C chez le mâle.

Les femelles en phase progestéronique (phase lutéale, gestation) ont une température corporelle plus élevée. La progestérone exerce une action hyperthermiante, augmentant d'environ 3 à 5 dixièmes de degré la température basale (Femme). Cet effet met en jeu les centres hypothalamiques de la thermorégulation (*Empereire J.C, 1990*).

Dans notre expérimentation, nous avons utilisé uniquement des femelles non gestantes. Néanmoins, des cas de pseudogestation ne sont pas à exclure. *Théau-Clément M et al, (2008)* ont révélé chez les lapines de différentes parités, non saillies, et vivant en cages individuelles, des concentrations élevées de progestérone (P4 >1 ng/ml). L'origine de ces pseudogestations peut être attribuée à des ovulations spontanées.

On peut également lier les résultats de notre étude, à la différence existante dans les modalités de circulation sanguine chez le mâle et la femelle. En effet, en climat chaud, le débit sanguin du noyau du corps, vers la périphérie (oreilles) est moins important chez la femelle que chez le mâle (*Lublin et al 1995*), ce qui diminue l'efficacité thermorégulatrice, sachant que les oreilles ont un rôle capital dans cette fonction.

Tableau 10 : Nombre de mesures effectuées en fonction du sexe.

		Température ambiante							
		A		B		C		D	
		11 – 14°C		15 – 20°C		21 – 25°C		26 – 33°C	
Sexe	M	F	M	F	M	F	M	F	
C2	6	22	18	11	14	14	12	17	
C3	19	4	30	8	2	12	14	10	



Tableau 11 : Les températures rectales moyennes des mâles et des femelles dans les quatre marges de la température ambiante

		Température ambiante (°C)							
		A		B		C		D	
		10 – 14		15 – 20		21 – 25		26 – 34	
Sexe	M	F	M	F	M	F	M	F	
		38,76	38,99	38,59	38,77	38,89	38,79	38,80	39,42
C2	NS		NS		NS		S***		
	38,38	38,88	39,02	38,99	39,15	39,24	39,35	39,47	
C3	NS		NS		NS		NS		

S (P<0,05): différence significative. NS (P> 0,05): différence non significative. (*): Degré de signification

III.1.3.3. Effet de la saison

L'étude de la variation de la température rectale selon la saison a concerné 130 mesures (52 en hiver, 78 en été) (*Tableau 12*).

Tableau 12 : le nombre de mesures effectuées en fonction de la saison (hiver, été)

Catégories d'âge	Hiver	Eté
C1	n= 26	n= 37
C2	n= 18	n= 17
C3	n= 8	n= 24

La variation de la température rectale est mise en évidence durant les saisons estivale ($32,75 \pm 1,18^\circ\text{C}$) et hivernal ($14,48 \pm 2,82^\circ\text{C}$). Les températures rectales moyennes enregistrées en été et en hiver ainsi que la différence entre les deux ($\text{Tr été} - \text{Tr hiver} = \text{différence } ^\circ\text{C}$) des trois catégories d'âge sont reportées dans le *tableau 13*.

Nos résultats ont montré que la température corporelle moyenne est significativement plus élevée en saison chaude qu'en saison froide, respectivement de $39,54 \pm 0,28$ vs. $38,92 \pm 0,45$, ($P < 0,05$) (*Tableau 14*). Des observations similaires ont été rapportées par différents auteurs (*Tableau 15*).



La température corporelle augmente sensiblement avec l'augmentation de la température ambiante. Entre 21 et 36°C, la température rectale des lapins augmente de 0,1°C par degré de température ambiante (*Valentini, 1985*).

Notre étude souligne une élévation de la température rectale de 0,61°C, lorsque la température ambiante passe de 14,48°C en hiver à 32,75°C en été (*Figure 16*).

La différence de la température corporelle entre l'été et l'hiver de la population locale est inférieure en comparaison avec les races Européennes. Elle est respectivement de l'ordre de +0,61°C vs. +1,1 à +1,3°C (*Tableau 15*).

Nos résultats, laissent à dire que la population locale possède, en climat chaud, des capacités thermorégulatrices plus efficaces que celles des races Européennes.

Différents travaux menés sur cette population ont montré que les températures ambiantes élevées (30°C) n'exercent pas d'effets significatifs sur les différents paramètres de reproduction, telles que la réceptivité sexuelle, la fertilité et la taille au sevrage. Seule, une réduction de 11% du poids au sevrage a été relevée (*Zerrouki N, 2005*).

Tableau 13 : Les (Tr) moyennes des trois catégories en saisons estivale et hivernale.

Catégories d'âge	Hiver	Eté	P	La différence de Tr (°C)
C1	39,15± 0,21	39,68± 0,24	P < 0,05 S***	+ 0,53
C2	38,60 ±0,57	39,42 ±0,24	P <0,05 S***	+ 0,82
C3	38,91 ±0,25	39,40 ±0,25	P <0,05 S***	+ 0,49

Tr : Température rectale ; S : différence significative ; * : degré de signification.

Tableau 14 : la (Tr) moyenne en fonction de la saison.

	Hiver	Eté	P	La différence de Tr (°C)
(Tr) moyenne	38,92± 0,45°C	39,54 ±0,28°C	P <0,05 S***	0,61
(N) mesures effectuées	52	78		

Tr : Température rectale ; S : différence significative ; * : degré de signification.



Tableau 15 : Synthèse des moyennes obtenues pour le lapin en saison estivale et hivernale.

Hiver	Eté	La différence (°C)	Références
39,1 – 39,3	39,1 – 40,5		Gonzalez et al. (1971)
38,7	40	+ 1,3	Marai et al. (1994a)
39,1± 0,07	40,2 ±0,05	+ 1,1	Gad. (1996)
39,0 ±0,05	40,1± 0,06	+ 1,1	Gad. (1996)

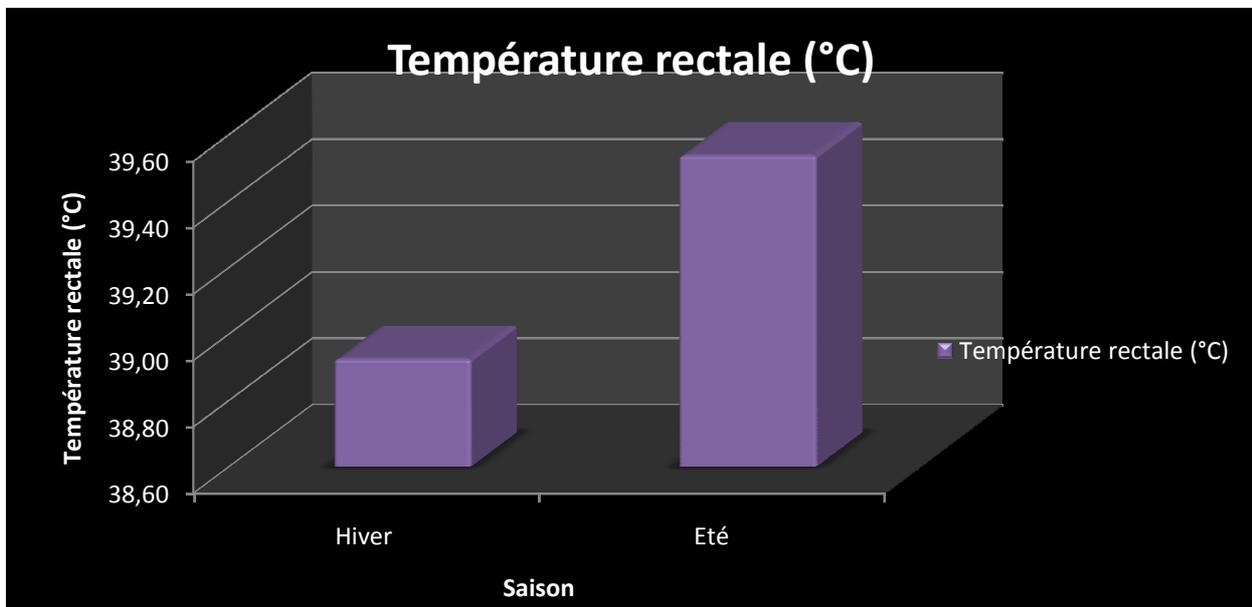


Figure 16 : la température rectale moyenne en fonction de la saison



III.2. Expérience 2 :

L'expérience est réalisée sur 24 lapins (6 mâles et 18 femelles), âgés entre 3 – 4 mois. La température rectale ainsi que la température ambiante et l'hygrométrie sont prélevées toutes les 90 minutes, durant une journée (05/04/2010) entre 7h30 et 18h.

III.2.1. Evolution diurne de la température rectale

Comme tout paramètre physiologique, la température corporelle a une évolution circadienne.

L'évolution de la température rectale au cours de la journée est reportée dans le graphe (**Fugur17**).

Les femelles présentent une température plus élevée que celle des mâles. Cependant, les fluctuations de la température rectale sont identiques chez les animaux des deux sexes. Les valeurs les plus élevées de la température rectale s'observent, pour les deux sexes, entre 13h et 15h. Des résultats similaires ont été obtenus par *Finzi (1994)* et *Villalobos (2008)* qui ont montré que la température corporelle s'élève entre 14h et 16h.

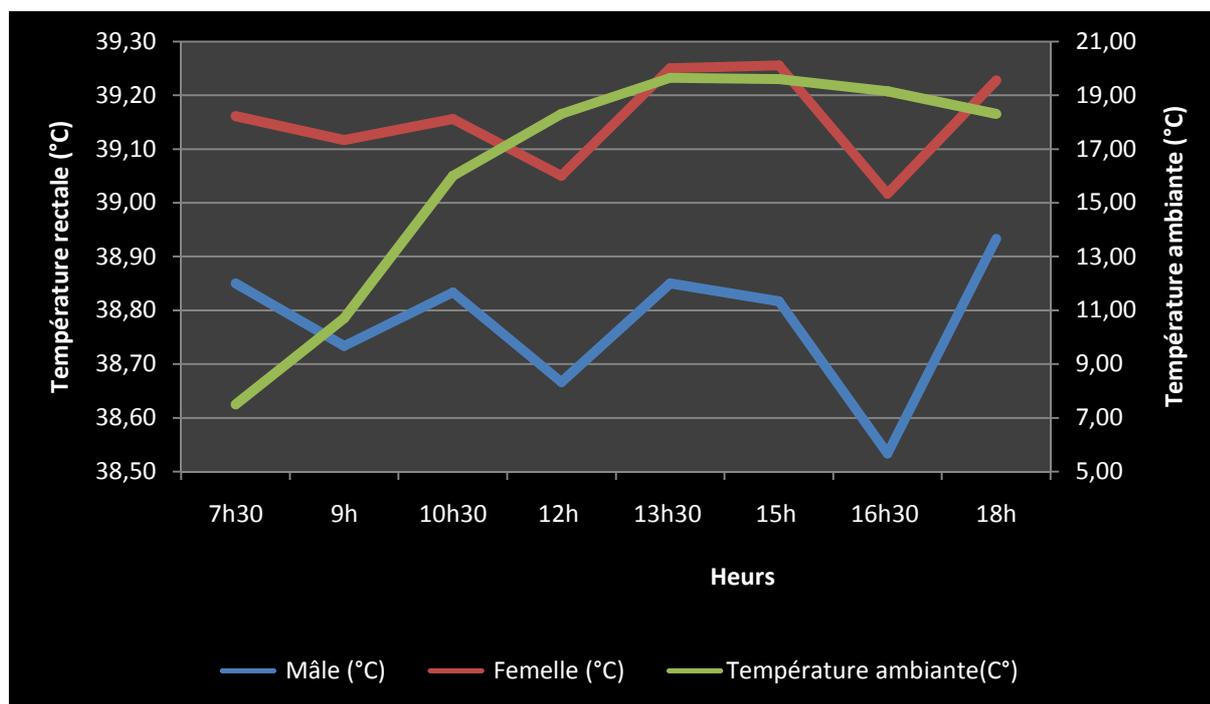


Figure 17: L'évolution diurne de la température rectale



I. Conclusion

Au terme de cette étude qui porte sur la détermination de la température rectale du lapin de population locale, il apparaît que celle-ci se caractérise par une résistance et une bonne adaptation au climat chaud.

Ces résultats suggèrent des hypothèses intéressantes à propos des capacités thermorégulatrices de cette population, qui méritent d'être confirmées par des travaux plus approfondis, permettant de constituer un référentiel de la population locale et servir pour une éventuelle amélioration.

Il serait intéressant de conserver cette population, et de l'intégrer dans des programmes de sélection.

*Références
bibliographique*

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.

Abou-Warda MA., 1994 : Studies on semen and production of rabbits. Thesis , Faculty of Agriculture, Mansoura University, Egypt.

Anderson BE., 1970 : DUKES Physiology of domestic animals, Ed. SWENSON J ; 8th Ed ;Cornell University Press. Ithaca.

Arveux P.,1988 : Production cunicole en période estivale. *Cuniculture* n°82, 15(4), 197- 199.

Atwater W. O., Rosa E. B., 1899. 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.

Ayyat MS., Marai IFM., 1998 : Evaluation of application of the intensive rabbit production system under the conditions of Egypt. *J ; World Rabbit. Sci.* 6, 213-217.

Ayyat MS., Marai IFM., El-Sayiad GHA., 1995 : Genetic and nongenetic factors affecting milk production and preweaning litter traits of New Zealand White does, under Egyptian conditions. *J. World Rabbit Sci.* 3, 119-124.

Balnave D., 1974., 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.

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

Bautista A., Drummond H., Martinez-Gomez M., Hudson R., 2003. Cité par Caroline Gilbert., 2006 : Le comportement de thermorégulation sociale : son importance pour l'économie d'énergie, Thèse présentée pour obtenir le grade de Docteur de l'Université Louis Pasteur Strasbourg 1.

Belabbas R., 2010 : Etude des principales composantes biologiques de la prolificité et facteurs de variation de poids fœtal chez la lapine de population locale (*oryctolagus cuniculus*). Thèse de magistère, Ecole Nationale Vétérinaire, 93 pages.

Berchiche M., Kadi SA., 2002 : The kabyle rabbits (Algeria), in *Rabbit genetic resources in Mediterranean countries*. CIHEAM. Option Méditerranéennes. Serie B : Etudes et recherches, N°38.11-22.

Brody S., 1945 : Bioenergetics and Growth. ReinHeld, New York.

Burfening PJ., Ulberg LC., 1968. Cité par : I.F.M.Marai., A.A.M.Habeeb., A.E.Gad., 2002 : Rabbits' productive and physiological performance traits as affected by heat stress : a review. *Livestock Production Science* 78(2002) 71-90.

Chiericato GM., Boiti C., Canali C., Rizzi C., Rostellato V., 1994 : Effets de l'âge et de température ambiante sur les concentrations circulantes hormonales chez le lapin. *VI^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*-La Rochelle 6-7 Décembre 1994 - Vol.1.

- Chiericato GM., Rizzi C., Rosteliato V., 1996** : Effect of genotype and environmental conditions on the productive and slaughtering performance of growing meat rabbits. 6th World Rabbits Congress. Toulouse,3, 147-151.
- Crimella C., Luzi F., and Verga M., 1991. Cité par : Kamel A., Yamani and Hassan M., Farghally., 1994**: Adaptability of rabbits to the hot climate. Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, Zagazig University, Egypt.
- Daader AH., Gabr HA., Seleem TST., 1999 a** : productive and reproductive performance of New Zealand White and Californian rabbit bucks as affected by supplementing vitamin A to the diet, during summer and winter seasons. Proceedings of 7th Conference on Animal Nutrition, North-Sinia, Egypt, pp :551-564.
- Daader AH., Gabre HA., Seleem TST., 1999b** : Productive and reproductive performance of New Zealand White and Californian rabbit as affected by supplementing natural clay to the diet, during summer and winter season. 7th Conference on Animal Nutrition, North-Sinia, Egypt, pp : 551-564.
- Daader AH., Seleem TST., 1999** : Recent trend in rabbit production . In : Proceeding of 1st international Conference on indigenous Versus Acclimatized Rabbits, El-Arish, North Sinia, Egypt, pp :23-50.
- Davson H, 1960** : a text book of general physiology. Chapter 5, J. and A Churchill LTD., 104 Glovester place, W. I. London.
- Duperray J., Eckenfelder B., Le Scouarenc., 1998** : Effet de la température ambiante et de la température de l'eau de boisson sur les performances zootechniques du lapin de chair. 7^{ème} Jour. Rech. Cunicole Fr., Lyon, 199_. 199-201.
- Eberhart., 1980. Cité par : Gidenne T., Lebas F., 2005** : Le comportement alimentaire du lapin. 11^{ème} journées de Recherche Cunicole, 29-30 novembre2005, Paris.
- Edward MJ., 1978** : Congenital defects due to hyperthermia. Cité par : Advances in Veterinary Science. Company Medicine, pp : 22-52.
- El sherbiny AM., 1987** : Seasonal variations in seminal characteristics of rabbits. M.Sc. Thesis, Faculty of agriculture, Ain-Shams University, Cairo, Egypt.
- El-Sherbiny AM., 1987** : Seasonal variation in seminal characteristics of rabbits. Thesis, Faculty of Agriculture, Ain-Shams University, Cairo, Egypt.
- Empereire J.C., 1990** : Gynécologie endocrinienne du praticien. Edition Frison-Roche, Paris.
- Fayez I., Marai M., and Rashwan AA., 2004** : Rabbits behavioural response to climatic and managerial conditions- a review. Arch.Tierz. Dummerstorf 47(2004)5,469-482.
- Fayez I., Maria M., Alnaimy A., and Habeeb M, 1994** : Thermorégulation in rabbits, Option Méditerranéennes, 8, 33-41.
- Finzi A., 1990** : Recherches pour la sélection de souches de lapins thermotolérants. *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 » Cairon, Egypte, *Options Méditerranéennes*.
- Finzi, A., 1986. Cité par Finzi. A., (1990) :** pour la sélection de souches de lapins thermotolérants. *Options Méditerranéennes- Série séminaires – n°8*, 41-45.
- Gacem M., Bolet G., 2005 :** création d'une lignée issue du croisement entre une population locale et une souche Européenne pour améliorer la production cunicole en Algérie. 11^{èmes} journées de la recherche cunicol, 29-30 Novembre 2005, Paris.
- Gad AE., 1996 :** Effect of drinking saline water on productive performance of rabbits M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Zagazig University, Zagazig, Egypt.
- Ganong W.F, 2001:** Physiologie Medical, 19^{ème} Edition ; Les Prellles de l'Université Lova, De Boeck University.
- Gidenne T., Lebas F., 2005 :** Le comportement alimentaire du lapin. 11^{ème} journées de Recherche Cunicole, 29-30 novembre 2005, Paris.
- Gonzalez RR., Kluger MJ., Hardy DJ., 1971 :** Partitional calorimetry of the NZW rabbit at temperatures 5-35°C. *J. Appl. Physiol.* 31, 728-734.
- Habeeb AAM., Aboul-Naga AI., Khadr AF., 1999 :** Deterioration effect of summer hot climate on bunnies of acclimatized rabbits during suckling period. 1st International Conference on Indigenous Versus Acclimatized Rabbits, North-Sinia, Egypt, pp. 235-263.
- Hafez ESE., 1987. Cité par : I.F.M.Marai., A.A.M.Habeeb., A.E.Gad., 2002 :** Rabbits' productive and physiological performance traits as affected by heat stress : a review. *Livestock Production Science* 78(2002) 71-90.
- Harada E., 1973 :** The role of rabbit ear in thermoregulation and in cold acclimatation, 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 thermorégulation sociale : son importance pour l'économie d'énergie, Thèse présentée pour obtenir le grade de Docteur de l'Université Louis Pasteur Strasbourg 1.103 pages, pp : 52.
- Heblod G., Bleuel H., 1973 :** standartwerte im Vollblut und Serum beim Kaninchen. *Arzneimittel Forschung* 28, 1836-1842.
- Hilmy AFM., 1991 :** Some productive aspects in rabbits. Thesis, Faculty of agriculture, Moshtoher, Banha Branch. Zagazig University, Egypt.
- Himms-Hagen J., Ricquier D., 1997 :** Brown adipos tissu. Cité par : *Handbook of obesity*. Bray G., Bouchard C., James WPT., Eds. New York : Marcel Dekker, 415-441.
- Hu JF., Hong ZY., Leng HR., Wan O., 1983 :** Semen quality of German and Chinese Angora rabbits in summer and autumn. *Fur Animal Farm.* 1, 13-15.

- Hull D., 1965. Cité par Caroline Gilbert., 2006 :** Le comportement de thermorégulation sociale : son importance pour l'économie d'énergie, Thèse présentée pour obtenir le grade de Docteur de l'Université Louis Pasteur Strasbourg 1.103 pages, pp : 52.
- Hulot F., et Matheron G., 1981 :** Effet du génotype, de l'âge et de la saison sur les composantes de la reproduction chez la lapine. *Ann. Gainait. Sélection anim.* 13(2), 131-150.
- Ibrahim ZA., 1994 :** Some reproductive traits of newly imported Bouscat, New Zealand White and Californian breeds as effected by Egyptian environmental conditions. *Egyptian J. Rabbit Sci.* 4 (2), 183-190.
- Ivanov K.P., 2005 :** The development of the concepts of homeothermy and thermoregulation. *Journal of Thermal Biology.* 31 (2006), 24-29.
- Jilge B., 1993. Cité par Caroline Gilbert., 2006 :** Le comportement de thermorégulation sociale : son importance pour l'économie d'énergie, Thèse présentée 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 thermorégulation sociale : son importance pour l'économie d'énergie, Thèse présentée 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 reactions of rabbits and cattle. *University of Missouri Ag. Exp. Station Res. Bull.* n°648, pp. 6-16.
- Kamal TH., Seif SM., 1969 :** Changes in total body water and dry body weight with age and body weight in Friesians and Water Buffaloes. *J. Dairy Sci.* 52, 1650-1656.
- Kasa IW., Thwaites CJ., 1992. Cité par Lebas F., 1994:** Reproduction : le Mâle.
- Khalil MH., 1993 :** Genetic evaluation of lactation performance in Giza White rabbits and its relation with perweaning litter traits. *Egyptian. J. Rabbit Sci.* 3(1), 113-127.
- Konradi G., 1960. Cité par Marai IFM., Habeeb AAM., Gad AE., 2002 :** Rabbits' productive, reproductive and physiological performance traits as affected by heat stress : a review. *Livestock Production Science* 78 (2002) 71-90.
- Lazzaroni C., Andrione A., Luzi F., Zecchini M., 1999 :** Performances de reproduction du lapin Gris de Garmagnola : influence de la saison et de l'âge des lapereaux au sevrage. 8^{ème} Journ. Rech. Cunicole., Fr., Paris, 1999.
- Lebas F., 1991 :** Alimentation pratique du lapin en engraissement (1^{ère} partie). *Cuniculture* n°102, 18(6), 273-281.
- Lebas F., 2004 :** L'élevage du lapin en zone tropicale. *Cuniculture Magazine.* Volume 31(2004) pages 03 à 10.
- Lebas F., Coudert P., Rouvier R., Rochambeau H., 1986 :** The rabbit husbandry and production. *FAO, Rome, Animal Production and Health Series,* 21, 60-62.

- Lebas F.,1994:** Les lapereau de la conception au sevrage,Journée. AERA- ASFC « la reproductionchez le lapin ».20 janvier1994. 2-11.
- Lee JA., Roussel JD., and Beatty JF., 1976 :** Effect of temperature season on bovine adrenal cortical function, blood cell profile and milk production. Journal of Dairy Science, 59, 104-109.
- Lee RC., 1939 :**The rectal temperature and the metabolism of the wild cottontail rabbit. JN The Journal of Nutrition, 173-177.
- Lublin A., Wolfenson D., Berman A., 1995 :** Sex differences in blood flow distribution of normothermic and heat-stresses rabbits. American Journal of Physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology. Vol 37, N°1, pp.R66-R71(29ref).
- Macirone C., Walton A., 1983 :** Fecundity of male rabbits as determined by 'Dummy mating'. J. Ag. Sci. 122-134.
- Maertens L., De Grootte G., 1999 :** Comparison of feed intake and milk yield of does under normal and high ambient temperatur. J. Appl. Rabbit Res. 13, 159-162.
- Marai IFM., Abd El-Kariem MA., Zeidan AEB., Seleem TST., 1998 :** Reproductive performance of heat-stress low fertile male rabbits as affected by types of gn-rh injection. International Conference on Animal Production and Health in Semi-Arid Areas, North Sinia, Egypt, pp : 423-431.
- Marai IFM., Abd El-Samee AM., El-Gafarry MN., 1991 :** Criteria of response and adaptation to high temperature for reproductive and growth traits in rabbits. Options Mediterraneennes. N°17, 127-134.
- Marai IFM., Habeeb AA., 1994 :** Thermorégulation in rabbit. Opt. Med. 8, 33-41.
- Marai IFM., Habeeb AAM., Gad AE., 2002 :** Rabbits' productive, reproductive and physiological performance traits as affected by heat stress : a review.Livestock Production Science 78 (2002) 71-90.
- Maria IFM., Ayyat MS., Gabr HA., Abd El-Momen., 1996 :** Effect of summer heat stress and its amelioration on production performance of New Zealand White adult female and male rabbits, under Egyptian condition. 6th World Rabbits Congress, Toulouse, Fr, 2, 197-208.
- Matheron G., Poujardieu B., 1984 :** Influence d'une ambiance chaude et humide sur la croissance de futures reproductrices. 3éme congrés Mondial de Cuniculture Rome, vol1, 107-118.
- McEwen GN., heath J E. 1973:** Resting metabolism and thermoregulation in the unrestrained rabbit at temperatures 5-35°C. J. Appl. Physiol., 31 :728-734.
- Mclein JA., 1963 :** The regional distribution of cutaneous moisture vaporization in the ayrshire calf. J. Agri., Sci., 61, 275.
- Nalbandov AV., 1970. Cité par : I.F.M.Marai., A.A.M.Habeeb., A.E.Gad., 2002 :** Rabbits' productive and physiological performance traits as affected by heat stress : a review. Livestock Production Science 78(2002) 71-90.

Nizza A., C Di Meo., and Taranto S., 2003 : Effect of collection rhythms and season on rabbit semen production. *Reprod Dom Anim* 38,436-439.

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

Rastimeshin SP., 1979 : Reproductive performance of male rabbits. *Krolikovodstvo i Zuerovodstvo*. 4, 30-31.

Raymend G., 2006 : *Physiologie Animale*, (Mars 2006).

Regnault V., Reiset J., 1849. 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.

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

Righet E. D., 1884. 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.

Rodriguez-De Lara R., Fallas-Lopez M., Rangel-Santos R., Mariscal-Aguayo V., Martinez-Hernandez P.A., Garcia Muniz J.G., 2008 : Influence of doe exposure and season on reaction time and semen quality of male rabbits. 9th World Rabbit congress , 10-13 june 2008-Verona-Italy.

Eckert R.,Randall D., Burgger W., French K., 1999 : *Physiologie Animale (Mécanismes et adaptations)*. 4^{ème} édition.

Rouvier R., 1990. Cité par Moulla F., 2006 : Evaluation des performances zootechniques de l'élevage cunicole de la ferme expérimentale de l'institut technique d'élevage (BAB ALI).thèse de magistère, Institut National Agronomique, 66 pages, pp : 10.

Safaa HM., Emarah ME., Saleh NFA., 2003 : Seasonal effects on semen quality in Black Baladi and White New Zealand rabbit bucks. *World Rabbit Sci.* 2008, 16 :13-20.

Saliel G., Goby JP., Rochon JJ., Richard F., et Bohec V., 1998 : Influence des conditions climatiques sur la reproduction du lapin élevé en plein-air. 7^{ème} jour Rech cunicole Fr, Lyon.

Sammoggia G., 1977 : Seasonal subfertility in breeding rabbits. *Conglicoltura* 14, 45-54.

Boucher S et Nouaille L., 2002 : *Maladie des lapins*. Ed : France Agricole. 2^{ème} édition, 2002.

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

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. *Egypte Journal of Animal Production*, 10, 133-149.

Shafie MM., Kamar GAR., Borady AM., Hassanien AM., 1984 : Reproductive performance of Giza rabbit does under different natural and artificial environmental condition. Egyptian J. Animal Prod. 24, 167-174.

Shafie MM., Kamara GAR., Borady AHA., and Hassanien AM., 1982 : Thermoregulation in rabbits under different environmental conditions. Proceedings of 6th International Conference on Animal and Poultry Production, Zagazig, Egypte. 21-23.

Stephan E., 1980 : The influence of temperature on meat rabbits of different breeds. World Rabbits Congr. 2, 399-409.

Szendro Zs., Papp, Z, Kustos, Kustos K, 1998 : Effect of environmental temperature and restricted feeding on production of rabbit does. Cahier Ppt. Med. 41, 11-17.

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.

Théau-Clément M., Bolet G., Fortun Lamotte L., Brecchia G., Briti C., 2008 : High plasmatic progesterone levels at insemination depress reproducible performance of rabbit does. The 9th World Rabbit Congress, June 10-13, Verona- Italy.

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

Uiberg LC., Burfening PI., 1967. Cité par : I.F.M.Marai., A.A.M.Habeeb., A.E.Gad., 2002 : Rabbits' productive and physiological performance traits as affected by heat stress : a review. Livestock Production Science 78(2002) 71-90.

Université de Liège. <http://www.ulg.ac.be/physioan/chapitre/index.htm>.

Valentini A., Gualletio L., Morera P., Finzi A., 1985 : Valutazione del coefficiente di tolleranza al calore nel coniglio. Riv. Di conigliicoltura, 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 — June 10-13, 2008 – Verona — Italy.

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

Zeidan AEB., 1989 : Physiological studies on Friesian cattle. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Zagazig University, Zagazig, Egypt.

Zerrouki N., Bolet G., Berchiche M., Lebas F., 2005 : Evaluation of breeding performance of a local Algerian rabbit population raised in the Tizi-ouzou area (Kabylia). World Rabbit Sci. 2005, 13 ; 29-37.

Zerrouki N., Bolet G., Berchiche M., Lebas F., 2005 : Evaluation of breeding performance of a local Algerian rabbit population raised in the Tizi-ouzou area (Kabylia). World Rabbit Sci, 13, 29-37.

Zerrouki N., Hannachi R., Lebas F., Berchiche M., 2008 : Productivity of rabbit does of a white population in Algeria. 9th World Rabbit Congress – June 10-13, 2008 – Verona – Italy.

Source internet :

[http : // www.cunicultur.info](http://www.cunicultur.info)

[http: //www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

Annexe

Tableau 1 : Température rectale chez les animaux domestiques (Anderson BE, 1970).

	Valeur moyenne	Intervalle des variations physiologiques
Homme	37,0	37,0 - 39,3
Vache laitière	38,6	38,7 – 39,1
Buffle		37,5 – 39,0
Chèvre		38,5 – 40,0
Chevreau		38,5 – 41,0
Mouton		38,5 – 40,0
Chameau		34 – 40
Porc		38,0 – 40,0
Porcelet		39,0 – 40,5
Etalon	37,6	37,2 – 38,1
Jument	37,9	37,3 – 38,2
Poulin (qq jours)	39,3	
Ane	37,4	36,4 – 38,4
Mulet		38,8 – 39,0
Chien	38,9	37,5 – 39,9
Chat	38,6	38,0 – 39,5
Rat	37,5	
Souris	37	
Cobaye		37,8 – 39,5
Lapin	39,5	38,5 – 40,1
Vison		39,7 – 40,8
Canard	40,7	
Poule	40,8	40,5 – 43,0
Poulet	41,7	40,6 – 43,

Tableau 5 : Température ambiante et hygrométrie relative relevées durant l'expérimentation.

Les séances	T° ambiante (°C)	Hygrométrie (%)
1	16,20	82,30
2	19,50	65,90
3	20,60	62,50
4	15,00	50,95
5	22,90	50,50
6	24,40	50,90
7	25,80	47,00
8	33,60	53,40
9	29,75	66,85
10	32,90	55,90
11	33,85	55,90
12	31,50	56,90
13	29,00	60,50
14	31,00	54,40
15	31,05	52,85
16	27,50	67,30
17	27,50	58,20
18	24,30	59,30
19	13,70	65,50
20	13,00	94,00
21	14,20	80,40
22	15,60	70,50
23	15,50	81,00
24	15,70	73,00
25	14,60	80,70
26	14,60	66,50
27	11,90	81,00
28	10,22	90,37
29	15,30	69,40
30	12,43	89,43
31	12,58	86,22

Résumé

L'objectif de cette étude est de déterminer la température rectale chez le lapin de population local Algérienne (*Oryctolagus cuniculus*) et les différents facteurs de variation (température ambiante, âge, sexe, saison, et fluctuation diurne). Les valeurs ont été définies sur 150 animaux âgés entre 1,5 à 15 mois (392 mesures effectuées).

Nos résultats ont montré que la température rectale moyenne est de $39,19 \pm 0,46^{\circ}\text{C}$. Les lapins âgés de 1,5 à 3 mois présentent une température rectale significativement plus élevée en comparaison avec celle des animaux plus âgés $39,38^{\circ}\text{C}$ vs. $38,90$ et $39,10^{\circ}\text{C}$ ($P < 0,05$). Les femelles montrent une température rectale supérieure à celle des mâles, respectivement $39,09^{\circ}\text{C}$ vs. $38,91^{\circ}\text{C}$ ($P < 0,05$). Cependant les fluctuations diurnes de la température rectale sont identiques dans les deux sexes. La température corporelle des lapins varie significativement en fonction de la saison, et cela quelque soit l'âge de l'animal ($38,92 \pm 0,45^{\circ}\text{C}$ en hiver vs. $39,54 \pm 0,28^{\circ}\text{C}$ en été) ($P < 0,05$). Lorsque la température ambiante passe de 15°C à 33°C , la température rectale des animaux s'élève de $+0,61^{\circ}\text{C}$. Cette relative faible élévation de la température corporelle en saison chaude, témoigne de la bonne résistance de la population locale au climat chaud.

Mots clés : Température rectale, lapin, population locale, thermorégulation.

Abstract

The objective of this study is to determine the rectal temperature at rabbit of Algerian population local (*Oryctolagus cuniculus*) and the various factors of variation (ambient temperature, age, sex, season, and diurnal fluctuation). The values were defined on 150 animals, old between 1,5 to 15 month (392 measurements).

Our results showed that the average rectal temperature is of $39,19 \pm 0,46^{\circ}\text{C}$. The old rabbits from 1,5 to 3 months have a rectal temperature significantly higher in comparison with that of the older animals $39,38^{\circ}\text{C}$ vs. $38,90$ and $39,10^{\circ}\text{C}$ ($P < 0,05$). The females show a rectal temperature higher than that of the males, respectively $39,09^{\circ}\text{C}$ vs. $38,91^{\circ}\text{C}$ ($P < 0,05$). However the diurnal fluctuations of the rectal temperature are identical in the two sexes. The body temperature of rabbits varies significantly according to the season, and that some is the age of the animal ($38,92 \pm 0,45^{\circ}\text{C}$ in winter vs. $39,54 \pm 0,28^{\circ}\text{C}$ in summer) ($P < 0,05$). When the ambient temperature passes from 15°C to 33°C , the rectal temperature of the animals rises of $+0,61^{\circ}\text{C}$. This relative weak rise in the body temperature in hot season, testifies to the good resistance of the local population to the hot climate.

Key words: Rectal temperature, rabbit, local population, thermoregulation.

ملخص:

الهدف من هذه التجربة هو تحديد الحرارة الجسمانية عند الأرنب المحلي (*Oryctolagus cuniculus*) مع دراسة مختلف عوامل التغيير (الحرارة الخارجية, العمر, الجنس, الفصل, الاضطرابات اليومية). القيم تم الحصول عليها من 392 قياس أخذ على 150 أرنب.

نتائجنا أظهرت أن معدل درجة حرارة الجسم هو ($39,19 \pm 0,46$) الأرانب التي عمرها يتراوح ما بين 1,5 و 3 أشهر أظهرت حرارة جسمانية مرتفعة (ارتفاع معبر) مقارنة مع الأرانب الأكبر عمرا ($39,38$ vs $38,90$ و $39,10$) ($p > 0,05$)

الاناث بينت حرارة جسمانية أكبر من حرارة الذكور بالتالي ($39,09$ vs $38,91^{\circ}\text{C}$) ($p > 0,05$), مع العلم أن الاضطرابات اليومية للحرارة الجسمانية كانت متماثلة عند الجنسين.

الحرارة الجسمانية للأرانب تتغير تغيرا معبرا حسب الفصل, وهذا مهما كان عمر الأرنب ($38,92 \pm 0,45$) في الشتاء vs $39,54 \pm 0,28$ في الصيف ($p > 0,05$), عندما ترتفع درجة الحرارة الخارجية من 15°C إلى 33°C , الحرارة الجسمانية للأرانب ترتفع ب $+0,61^{\circ}\text{C}$ هذا الارتفاع الطفيف للحرارة الجسمانية في الفصل الحار, شاهد على المقاومة الجيدة للأرانب المحلية في الجو الحار.

المصطلحات الدالة: الحرارة الجسمانية, الأرنب المحلي, التعديل الحراري.