

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud MAMMARI de Tizi Ouzou

(UMMTO)

**Faculté des Sciences Biologiques et des
Sciences Agronomiques.**



Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques.

Spécialité : Biologie des populations et des organismes.

Thème

**Etude physico-chimique et biochimique du lait de lapine
élevée dans la région de Tigzirt (Tizi-Ouzou)**

Réalisé par :

M^{lle} BENTAHA NAWAL

M^{lle} BENTAHA INES

Membres de jury :

Président : M^{me}ZERROUKI N Professeur UMMTO.

Promoteur: M^{me} AMROUN T.T.....MCA UMMTO.

Co-Promotrice: M^{me}TALEB K..... MCA UMMTO.

Examinatrice M^{lle} OUZID Y.....MCA UMBB.

Année universitaire : 2023 / 2024

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre gratitude et nos sincères remerciements à notre promotrice : Mme AMROUN-LAGA THILALI THANINA maître de conférences à l'université Mouloud Mammeri, pour avoir assuré notre encadrement et votre soutien constant.

Nous tenons également à remercier la présidente Madame ZERROUKI Nacera, (Professeur, UMMTO) ainsi les membres de jury :

*Mademoiselle OUZID Yasmine (maitre de conference A, UMBB)
Pour avoir accepté d'examiner notre travail.*

Je souhaite également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à ce travail.

Que nos amis(es) trouvent ici l'expression de nos sincères amitiés et nos remerciements les plus chaleureux pour nous avoir offert un environnement de travail plein de positivité et de bonne ambiance durant tout notre parcours

Qu'ils soient tous assurés de notre sincère sympathie.

Dédicace

A mon très chère père

A mon épauLe solide, mon soutien morale, tu à toujours été pour moi l'exemple du père respectueux. Ce travaille e st le fruit de tous les sacrifices que tu as déployé s pour mon éducation et ma formation.

Merci pour la confiance que tu ma accordé.

Je t'aime papa j'implore le tout-puissant pour qu'il t'accorde une bonne santé et une vie longue et heureuse.

A ma très chère mère

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours. Tu es mon pilier, mon exemple, tu ma toujours entouré d'amour et de soutien.

Merci pour ta tendresse eternal.

Ce travail est le fruit du courage que tu ma accordé Je t'aime maman que dieu te préserve et te procure santé et longue vie.

A ma très chère nièce Nadine

Tes yeux brillantes, tes petits mains, ton envie de parcourir le monde ont fait de moi la plus forte des Tatas pour pouvoir être ton exemple au futur.

Tu as apporté beaucoup de bonheur à notre famille, tu es le meilleure des cadeaux,

Touts au long de mon travail tu étais le gardien de mon cœur, que le bon dieu te protège.

Je t'aime je te souhaite le meilleure pour l'avenir.

A ma chère soeur Lycia

Ma grande sœur, à tous nos moments d'enfance passé e ensemble en témoignage de ma gratitude et mon profond respect, pour le soutien et les encouragements que tu m'avais apporté.

Je t'aime, puisse Allah te protège, garder et renforcer notre fraternité.

A ma chère sœur Dyhia et son mari Samir

A mes meilleurs, aucun langage ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour votre soutien est encouragement.

Votre amour et grande tendresse, vos conseilLes et votre disponibilité tout au long de mon parcours m'on permit de croire en moi.

Je vous souhaite tout le bonheur du monde ensemble, je vous aime.

A ma cousine Ferial

Tu as toujours offert soutien et réconfort, j'exprime envers toi une profonde admiration, reconnaissance et attachement inconditionnels, je te remercierai jamais assez.

Je t'aime je te souhaite tout le bonheur.

A ma binôme et cousine Nawal, avec qui j'ai passé l'une des meilleures années durant mon cursus universitaire.

Pour son soutien moral sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

A mes copines Yasmine et Lydia.

A toute ma famille.



Dédicace

A ma mère,

Ton amour inconditionnel, ta sagesse et ta force ont été ma lumière dans les moments les plus sombres. Ta fierté et ton amour m'ont motivée à donner le meilleur de moi-même ma très chère mère

A mon père,

Ta guidance, ton soutien et ta bienveillance ont été mes piliers tout au long de ce parcours académique. Merci pour ton soutien sans faille et ton dévouement mon très cher père.

A mes frères GHILES et ABDELLAH,

Vous êtes mes piliers, mes compagnons de route, mes encouragements constants. Votre soutien inconditionnel et votre amour fraternel ont facilité chacune de mes étapes, merci mes frères bien-aimés.

A mes adorables cousines HAYET et ALICIA,

Vous êtes la lumière qui illumine mes journées, les étoiles qui scintillent dans ma vie. Votre présence joyeuse et votre soutien inébranlable ont toujours été un confort pour moi.

A mes tantes,

Votre amour, vos conseils et votre présence réconfortante ont été des réconforts bienvenus dans ma vie. Merci d'être des figures si importantes pour moi.

A mes oncles,

Votre soutien, vos anecdotes inspirantes et votre humour ont enrichi ma vie de manière inestimable. Merci d'être des modèles à suivre.

A mes grands-mères,

Votre amour infini, votre douceur et vos histoires ont illuminé mon existence. Merci pour vos conseils précieux et votre tendresse.

A ma chère binôme et cousine,

Ta présence, ta complicité et ton soutien ont rendu ce parcours académique plus joyeux et plus enrichissant. Merci d'avoir été là à mes côtés, et de m'avoir encouragée tout au long de cette aventure.



B. NAWAL

Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction.....	1

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Caractéristiques du lapin

1. Généralités sur le lapin.....	2
1.1. Historique.....	2
1.2. Systématique.....	2
1.3. Les élevages cunicoles en Algérie.....	3

Chapitre II : Physiologie de la reproduction et de la lactation chez la lapine

1. La gestation (anatomie de l'appareil reproducteur).....	4
1.1. Appareil génital de la femelle.....	4
1.2. Puberté	5
1.3. Gestation.....	5
1.4. Parturition.....	5
2. La lactation (anatomie de la glande mammaire).....	6
2.1. La mammogénèse.....	7
2.2. La lactogénèse.....	7
2.3. La Galactopoïèse.....	8
2.4. L'involution.....	8
2.5. Stade de lactation.....	10
3. Production et composition du lait.....	11

Chapitre III : Composition du lait de lapine

1. Composants de lait de lapine (composition biochimique).....	12
1.1. Protéines.....	13
1.2. Matière grasse.....	16
1.3. Glucides.....	16
1.4. Fractions minérales et vitaminiques.....	16
2. Variation de la composition biochimique du lait de lapine.....	17
2.1. Facteurs intrinsèques.....	18
2.1.1 Stade de lactation.....	18
2.1.2 Facteurs génétique.....	18
2.2. Facteur extrinsèques.....	19
2.2.1 Saison et climat.....	19
2.2.2 Pratique alimentaire.....	19

Deuxième partie: Partie expérimental

Matériels et méthodes

1. Période et lieu de l'expérimentation.....	21
2. Animaux.....	23
2.1. Conduite de reproduction.....	24
2.2. Suivi des animaux.....	24
2.3. Hygiène de prophylaxie.....	25
3. Les échantillons du lait.....	25
3.1. Conservation et acheminement des échantillons.....	25

Etude expérimentale

1. Echantillons et techniques d'analyses.....	28
2. Dosage du taux protéiques.....	28
3. Ecrémage des échantillons.....	28
4. Variables calculées et analysées.....	29
5. Effets considérés.....	29
6. Analyses statistiques.....	29

Résultats et discussion

1. Résultats.....	30
1.1.Evaluation des paramètres physicochimiques.....	30
1.2. Evaluation des paramètres biochimiques.....	34
Discussion.....	39
Conclusion.....	41
Références bibliographiques.....	43
Annexes	
Résumés	



LISTE DES FIGURES

Liste des Figures

Figure 1 : *Oryctolagus cuniculus*

Figure 2 : Appareil génital femelle (adapté de Brone et al., 1973).

Figure 3 : Structure générale de la glande mammaire (Brun et al.,2013).

Figure 4: Régulation neuro-endocriniennes de la mammogenèse .

Figure 5 : Contrôle hormonal de la lactogénese.

Figure 6 : Mécanisme méro-apocrine de la glande mammaire.

Figure7 : Evolution de la production laitières de lapines simplement allaitante ou simultanément gestante et allaitantes.

Figure 8 : Représentation schématique d'une sous-micelle et d'une micelle de caséine.

Figure 9 : Schémas récapitulatif des principaux facteurs de variation de la qualité du lait cru.

Figure 10: Situation géographique de la région de Tizirt.

Figure 11: Conditions climatiques du mois de mars caractérisant la région de Tizirt.

Figure 12:Conditions climatiques de la région de Tizirt au début et fin de lactation.

Figure 13 : Vue extérieure de la station d'élevage de Tizirt.

Figure 14 : Vue intérieure du bâtiment d'élevage.

Figure 15 : Différents phénotypes des lapines de la population blanche et de la souche synthétique.

Figure 16 : Illustration du rythme de reproduction extensif avec insémination artificielle (IA).

Figure 17 : Paramètres mesurés au cours du cycle de reproduction et de lactation.

Figure 18 : Schéma représentatif pour la période de récolte des échantillons.

Figure 19: pH-mètre.

Figure 20 : Titration acido-basique pour la mesure de l'acidité titrable (D°).

Figure 21: Pycnomètre.

Figure 22: Lactoscanne (MILK ANALYZER MILKOSCOPE).

Figure 23: Evaluation du pH entre la 3^{ème} et 4^{ème} semaine de lactation.

Figure 24 : Evaluation du pH de lait entre la population blanche et la souche synthétique.

Figure 25 : Evaluation de l'acidité Dornic entre la 3^{ème} et 4^{ème} semaine de lactation.

Figure 26: Evaluation de l'acidité Dornic de la population blanche et la souche synthétique.

Figure 27 : Evaluation de la densité du lait de la population blanche et souche synthétique.

Figure 28 : Evaluation de la densité du lait de la population blanche et la souche synthétique.

Figure 29: évaluation de la composition biochimique du lait de la population blanche et la souche synthétique.

Figure 30 : Evaluation de la composition biochimique du lait de la souche synthétique.

Figure 31: Evaluation de la composition biochimique du lait de la Population blanche.

Figure 32 : Evaluation de taux protéique a la 3^{ème} et 4^{ème} semaine de lactation.

Figure 33 : Evaluation de taux protéique du lait de la population blanche et la souche synthétique.



LISTE DES TABLEAUX

Liste des tableaux

Tableau 1 : Comparaison de la composition du lait de différentes espèces de mammifères.

Tableau 2 : Composition chimique de lait de lapine.

Tableau 3 : Caractéristiques des caséines du lait de lapine

Tableau 4 : Synthèse bibliographique sur les protéines sérique du lait de lapine

Tableau 5 : Concentrations des immunoglobulines dans le sérum, le colostrum et le lait de différentes espèces de mammifères.

Tableau 6 : composition minérale du lait de lapine comparée aux laits bovin, caprin et ovin.

Tableau 7 : Concentration des vitamines dans le lait de lapine.

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left side and rounded corners. The text is centered within this border.

LISTE DES ABREVIATIONS

Liste des abréviations

- FAO** Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- IA** Insémination artificielle.
- IgA** Immunoglobuline A.
- MB** Mise bas.
- MG** Matière grasse.
- MS** Matière sèche.
- PB** Les lapins de Population blanche.
- SS** Les lapins de souche synthétique.
- pH** Potentiel hydrique.
- TB** Taux butyrique.
- VE** Valeur énergétique.
- VHD** Maladie hémorragique virale.
- WAP** WheyAcidie Protéine.

**ETUDE
BIBLIOGRAPHIQUE**

INTRODUCTION

La cuniculture, l'élevage de lapins, joue un rôle essentiel dans l'industrie agricole en Algérie, tant que sur le plan économique que nutritionnel. Elle offre de nombreux avantages, notamment en tant que source abordable de protéine par rapport à d'autres sources animales (Gacem et al.,2008).

En effet, le lapin présente un cycle de reproduction court, comparé aux autres sources de protéines animales qui sont à la fois coûteuses et nécessitent un temps de production plus long. La cuniculture se positionne comme une option économique et viable pour répondre à la demande croissante en produits de qualité (Gacem et Belot.,2005). L'Algérie est un pays où l'élevage de lapins est une pratique courante. Les lapines jouent un rôle essentiel dans ce cycle de reproduction en nourrissant leurs petits grâce à leur lait maternel qui constitue le seul aliment du jeune (Harkeyet al.,2021).

Plusieurs études menées sur des élevages de lapins peuplés par les animaux de la population blanche et de la souche synthétiques,(Zerrouki et al., 2014 ;Chibah-Ait Bouziad et al.,2014; Amroun et al., 2018) ont souligné un fort taux de mortalité durant la période péri-mise bas. Cette mortalité excessive notamment durant la période estivale et spécialement en phase colostrale représente un véritable frein au développement de la filière cunicole en Algérie (Amroun et al., 2015).

Le lait étant le premier aliment dont disposent les lapereaux à la naissance, il serait intéressant de procéder à son analyse aussi bien sur le plan physico-chimique que biochimique.

Notre travail se compose de deux grandes parties distinctes. La première partie est une synthèse bibliographique qui est subdivisée en trois chapitres. La première traite des Généralité relative à l'espèce lapin, tandis que la deuxième comprend la physiologie de la reproduction et de la lactation chez la lapine, et le troisième traite les caractéristiques de lait de lapine. La seconde partie est constituée par les parties matériel et méthode, résultat et discussion. Les données enregistrées sont présentées est discuté à la lumière de la littérature est enfin une conclusion générale clôturera ce mémoire.

Chapitre I :
CARACTERISTIQUES DU
LAPIN

1. Généralités sur le lapin

1.1. Historique

Le premier lapin apparu sur terre est le lapin de Garenne, ou lapin commun, dont le nom scientifique est « *Oryctolagus cuniculus* » (Figure1). Cette espèce existe depuis 1 million d'années et à l'origine de toutes les races de lapins qui existent aujourd'hui.

La trace de cette espèce a été retrouvée en Andalousie grâce à un fossile qui date d'entre 300 000 et 120 000 années, période du pléistocène moyen, le lapin est un animal sédentaire qui est relativement fragile et qui craint l'eau, son apparition dans d'autres endroits comme l'Amérique, l'Asie, l'Afrique ou même l'Australie est due aux hommes et n'a donc pas été mise en place naturellement.

Le lapin est un animal auparavant considéré comme un simple gibier, apprécié pour sa viande et son pelage. Cependant, il a peu à peu été domestiqué et apparu dans les foyers.



Figure 1 : *Oryctolagus cuniculus*

1.2. Systématique

D'après Linné (*Animalium specierum* 1759), le lapin domestique se situe dans la classification taxonomique suivante :

- Règne : Animal
- Embranchement : Vertébrés
- Classe : Mammifères
- Ordre : Lagomorphes
- Famille : Léporides (lièvre et lapin)
- Genre : *Oryctolagus*
- Espèce : *Oryctolagus cuniculus*

1.3. Elevages cunicoles en Algérie

Étymologie, le terme con (n) in ou con (n) il désigne le lapin dans les textes en ancien français. Il dérive du latin cunicules, mot d'origine ibérique.

La cuniculture est l'élevage des lapins domestiques, elle s'est développée à partir du moyen âge en Europe, la promotion de la cuniculture en Algérie est basée sur l'exploitation de lapins de population locale et d'animaux descendant d'hybrides commerciaux.

Selon la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), le nombre total de lapins dans le monde est estimé à environ 1 milliard.

En Algérie, on estime que la population des lapins est d'environ 2,5 millions, faisant de l'Algérie l'un des pays d'Afrique du Nord avec une importante production de lapins. Il existe plusieurs races de lapins élevées principalement pour la viande.

Parmi les races courantes on trouve le lapin blanc de Bouscat, le lapin chinchilla, le lapin géant des Flandres, et le lapin californien, chacun de ses races à ses caractéristiques spécifiques en termes de taille, couleur et de pelage ainsi que de productivité.

Concernant la région de Tizi-Ouzou en Algérie, qui est connue pour son agriculture et son élevage, il est difficile de trouver des chiffres spécifiques sur les effectifs de lapins. Cependant on peut supposer qu'ils représentent une part significative de l'élevage dans la région en raison de leur importance en tant que source de viande, la cuniculture est plus développée dans la wilaya de Tizi-Ouzou qui représente plus de 81% de la production nationale.

Parmi les races qui pourraient être élevées à Tizi-Ouzou on peut trouver le lapin blanc de Bouscat, le lapin géant des Flandres, le lapin nain et le lapin Rex.

Chapitre II :
PHYSIOLOGIE DE LA
REPRODUCTION ET DE
LA LACTATION CHEZ LA
LAPINE

1. La Gestation (anatomie de l'appareil reproducteur)

L'organisation générale de l'appareil génitale est voisine de celle des autres mammifères.

1.1. Appareil génital de la femelle

Les deux ovaires sont oblongs, ils atteignent 1 à 2 cm dans leur plus grande dimension. Les ovaires, siège de l'ovogénèse sont situés dans la cavité abdominale de chaque côté de la région lombaire. Les oviductes, de 10 à 16cm de longueur sont constitués de trois parties :

- Le pavillon s'ouvre dans la cavité péritonéale, il recouvre l'ovaire pour recevoir l'ovocyte au moment de l'ovulation.
- L'ampoule est le lieu de la fécondation, la lumière de ce tube compte de nombreuses cellules ciliées contribuant à l'acheminement des gamètes.
- L'isthme débouche dans la corne utérine au niveau de la jonction utéro-tubaire.

Les cornes utérines sont cylindriques ; chez les nullipares elles mesurent de 10 à 12 cm. Les œufs fécondés s'implantent dans la muqueuse utérine. Les deux cornes utérines sont réunies en un seul Corp. En effet, la lapine présente deux cols utérins distinct (ou cervix) longs d'environ 2cm, ils s'ouvrent dans le vagin qui est plat et mesure de 4 à 8 cm. Le méat urinaire qui prolonge la vessie s'ouvre dans la partie antérieure au niveau du premier tiers. Lors d'un accouplement ou d'une insémination artificielle, la semence est déposée dans le vagin, le vestibule vaginal long de 2 à 3cm fait suite au vagin, c'est à ce niveau que se situent les glandes de Bartholin et les glandes prénuptiales femelles, il s'en poursuit par la vulve et les lèvres vulvaires dont l'aspect varie en fonction de l'état physiologique de la lapine, le clitoris est très développé (2 à 3 cm) lorsqu'il sort de la commissure inférieure de la vulve (Briskin et O'Malley 2010) (**Figure 2**).

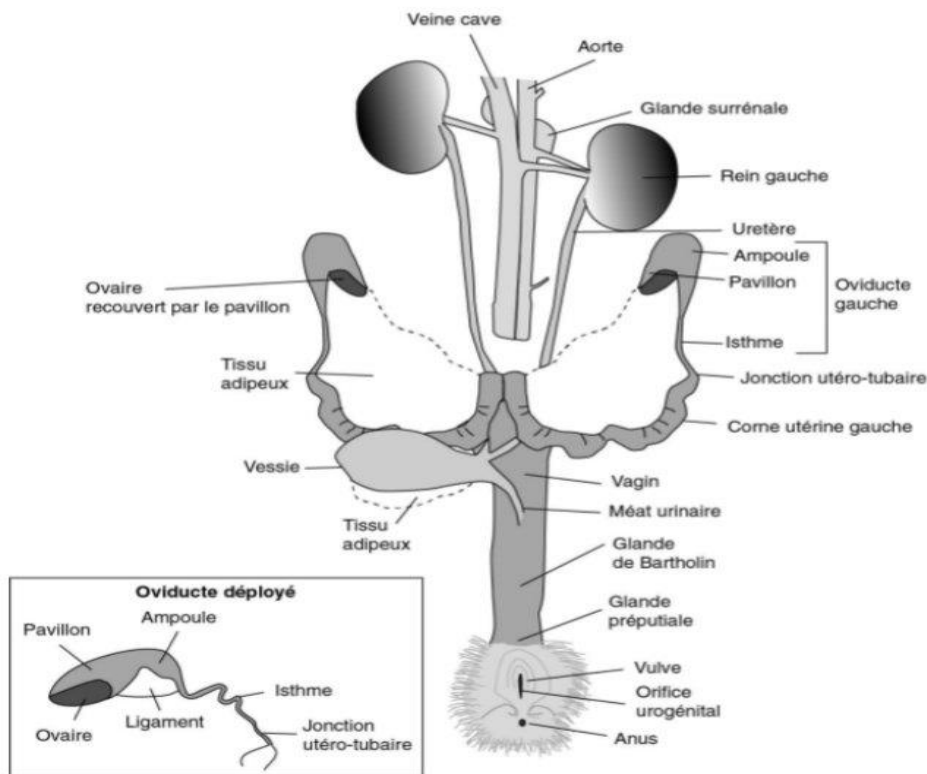


Figure 2 : Appareil génital femelle (adapté de Brone et al., 1973).

1.2. Puberté

La puberté chez la lapine est caractérisée par le développement des organes reproducteurs internes et externes, ainsi que par l'apparition des premières chaleurs. Chez la lapine, les ovaires produisent les ovules et les hormones sexuelles nécessaires à la reproduction.

1.3. Gestation

Lors de la gestation, les ovules fécondés migrent dans les trompes de Fallope et se fixent dans l'utérus, où ils se développent en embryon. La gestation dure 31 jours chez la lapine et se caractérise par des changements physiologiques dans l'utérus pour soutenir la croissance des embryons.

1.4. Parturition

La mise bas, chez la lapine est un processus naturel qui se déroule généralement sans complication. Durant la parturition, les petits naissent par voie vaginale après que la

lapine ait rompu la poche amniotique. En générale les lapines sont capable de s'occuper de leurs petits des la naissance.

2. Lactation (anatomie de la glande mammaire)

La glande mammaire est une glande exocrine constituée d'un tissu épithélial tubulo-alvéolaire et d'un vaste ensemble de tissus annexes formant le stroma. Le tissu sécréteur mammaire présente une structure en lobes, qui se subdivisent en lobules, eux-mêmes constituées d'un ensemble d'alvéoles, appelés acini mammaires (Brisken et O'Malley 2010). Ces structures alvéolaires sont connectées à un vaste réseau de canaux mammaires débouchant ver l'extérieur au niveau d'un mamelon (primate, rongeurs) ou d'un trayon (ruminants) (Figure3).

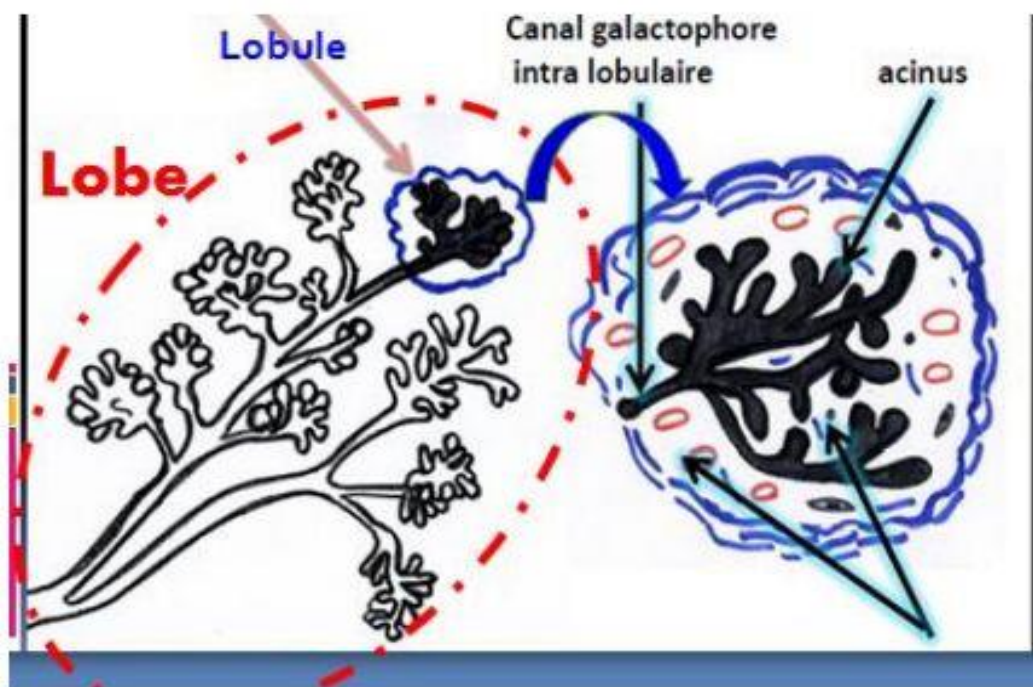


Figure 3 : Structure générale de la glande mammaire (Brun et al.,2013).

Chez la lapine deux rangées de 4 à 5 et exceptionnellement 6 mamelles sont situées sur la face ventrale du corps, allant de la région thoracique à la région inguinale, ces glandes sont distribuées par 4 paires : une paire thoracique, une paire axillaire, une paire abdominale et une paire inguinale.

Le développement de la glande mammaire se décrit selon deux phases.

La première phase est considéré comme hormono-indépendante qui à lieu avant la puberté, et une seconde phase hormono-dépendante qui débute à partir de la puberté (Briskin et O'Malley 2010).

Le développement de la glande mammaire débute pendant la vie fœtale, se poursuit lors de la puberté et se termine à la première lactation. Il peut être divisé en quatre périodes : mammogénèse, lactogènes, galactopoïèse et involution.

2.1.La mammogénèse

Elle correspond au développement du parenchyme glandulaire, soit la multiplication cellulaire et la mise en place de l'organisation lobulo-acineuse. En dehors de la grossesse, le sein est constitué essentiellement d'un réseau de tubules noyés dans un stroma conjonctivo-adipeux (Hovey et al.,1999 ; 2002) (**Figure 4**).

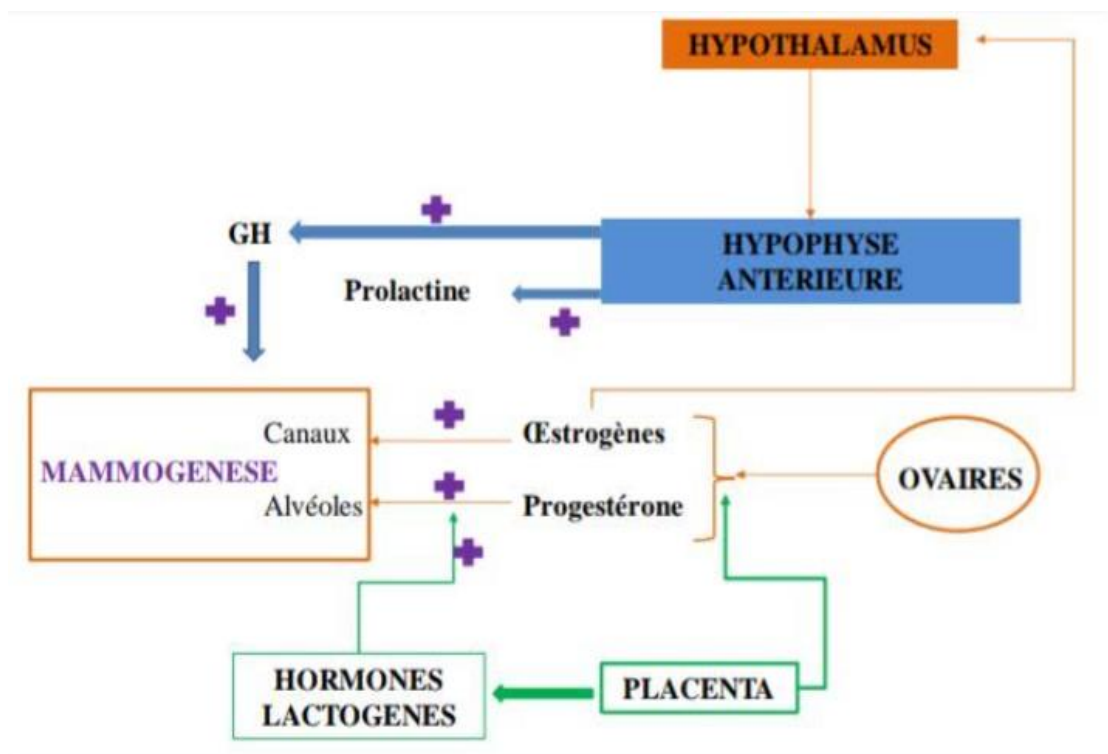


Figure 4: Régulation neuro-endocrinienne de la mammogénèse (Ddelouis et al.,2001).

2.2.La lactogénèse

C'est un processus de différenciation cellulaire mis en place pendant la grossesse aboutissant à la production de lait par la glande mammaire. Elle est déclenchée par

plusieurs facteurs dont le plus important est la succion de mamelon qui stimule les barorécepteurs (Schuh et al., 2004) (**Figure 5**).

Ces récepteurs sensoriels envoient un message à l'hypothalamus qui envoie des influx à l'hypophyse :

- ✓ L'antéhypophyse sécrète la prolactine qui stimule la synthèse du lait.
- ✓ Le post hypophyse sécrète l'ocytocine qui commande la contraction des cellules myoépithéliales entraînant l'éjection du lait dans les canaux lactifères qui s'ouvrent au niveau des mamelons.

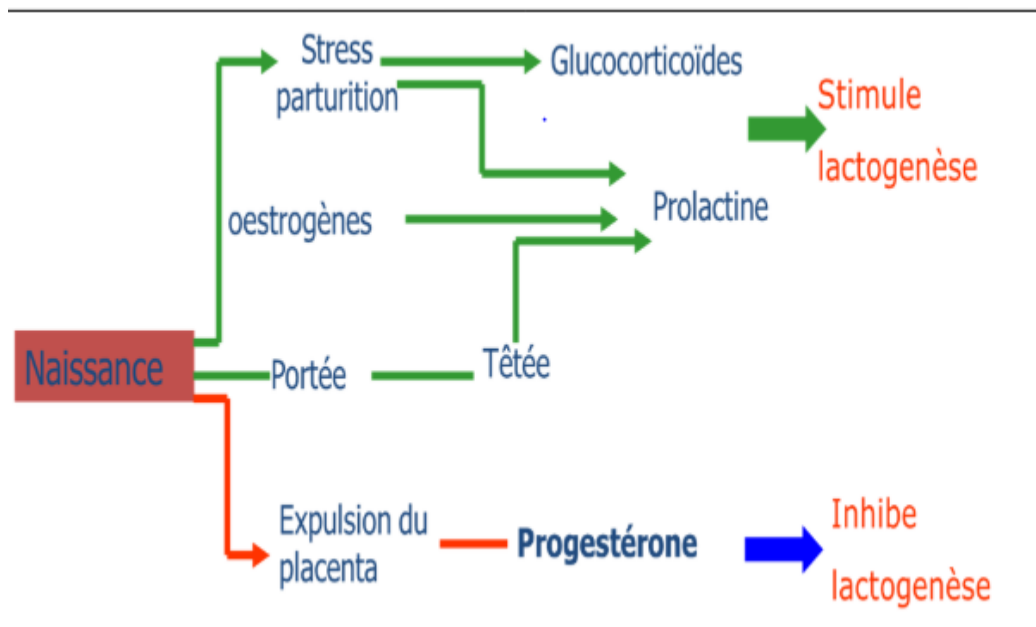


Figure 5 : Contrôle hormonal de la lactogénèse (Delouis et al.,2001).

2.3.La Galactopoïèse

(Littéralement faire du lait) est l'élaboration du lait par les glandes mammaires conduisant à la lactation. La production de lait et sa sécrétion sont faites en continu par les glandes mammaires grâce aux hormones somatotropines et thyroïdiennes exogènes (Johnson et Everitt, 2002 ; Lebas, 2002) . .

2.4.L'involution

Ce dernier stade de la lactation est marqué par l'involution de la glande mammaire. La suppression progressive des têtées donc 'absence d'éjection du lait entraîne une stase à

l'intérieur des alvéoles puis une distension de celles-ci ayant pour conséquence une régression du tissu glandulaire (Johnson et Everitt, 2002 ; Lebas, 2002).

- **Lors de l'allaitement** sous l'effet de la prolactine et d'autres hormones :
 - ✓ Le tissu inter lobulaire est réduit à des fins septa entre les lobules.
 - ✓ Les glandes sont extrêmement délatées.
 - ✓ Les cellules glandulaires sont prismatiques hautes chargées de lait.
 - ✓ La lumière des alvéoles glandulaires et canaux excréteurs est remplis de lait.

- **Mécanisme de sécrétion du lait** sous un mode méro-apocrine (**Figure 6**)
 - ✓ **Mérocristine** la membrane des vésicules fusionne avec la membrane plasmique, les protéines et les glucides sont libérés dans la lumière de l'acinus.
 - ✓ **Apocrine** les vacuoles lipidiques fusionnent pour former une grosse vacuole : décapitation du pôle apical de la cellule. Le premier lait est le colostrum riche en protéines et en IgA et pauvre en lipides.

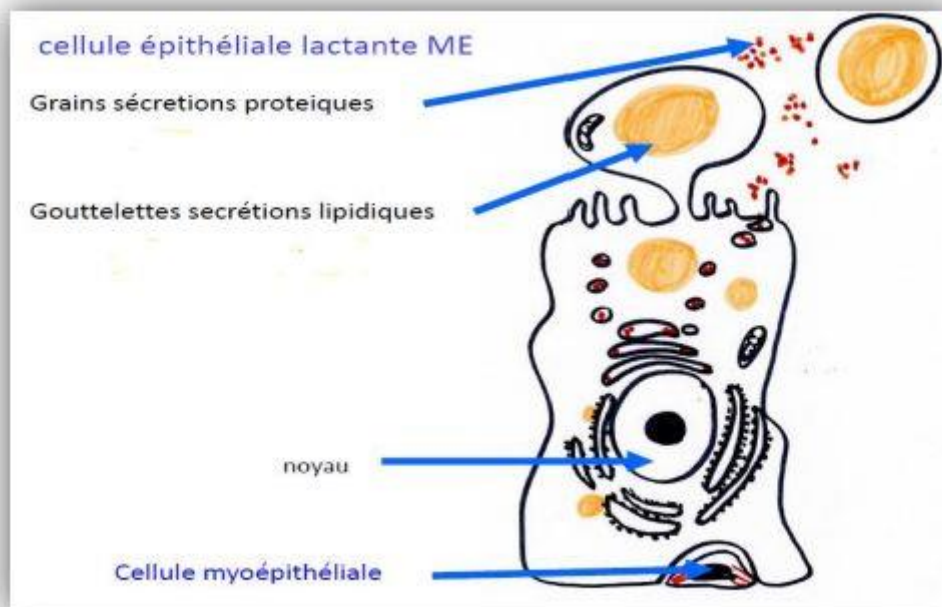


Figure 6 : Mécanisme méro-apocrine de la glande mammaire (Burn et al., 2013)

Ce mécanisme est le résultat d'un long processus qui comprend la croissance et la différenciation de la glande mammaire pendant la gestation, l'induction et la synthèse du

lait à la parturition, et la modification du métabolisme de cette glande et son involution après le sevrage.

Tous ces événements sont contrôlés par une myriade d'hormones et de facteurs pour certains produits par la glande mammaire elle-même.

2.5. Stade de lactation

- **Colostrale (0-2jours)**

Immédiatement après la mise-bas, la lapine produit du colostrum, un lait riche en anticorps essentiels pour l'immunité des lapereaux

- **Lactation précoce (2-21jours)**

Durant cette période, la production de lait augmente rapidement pour répondre aux besoins croissants des lapereaux en croissance.

- **Lactation tardive (21jour et au-delà)**

La production du lait atteint un plateau et commence à décliner graduellement alors que les lapereaux commencent à se nourrir de nourriture solide et se préparent au sevrage.

Chaque phase nécessite des soins spécifiques et une attention particulière pour assurer la santé et le développement adéquat des lapereaux jusqu'au sevrage.

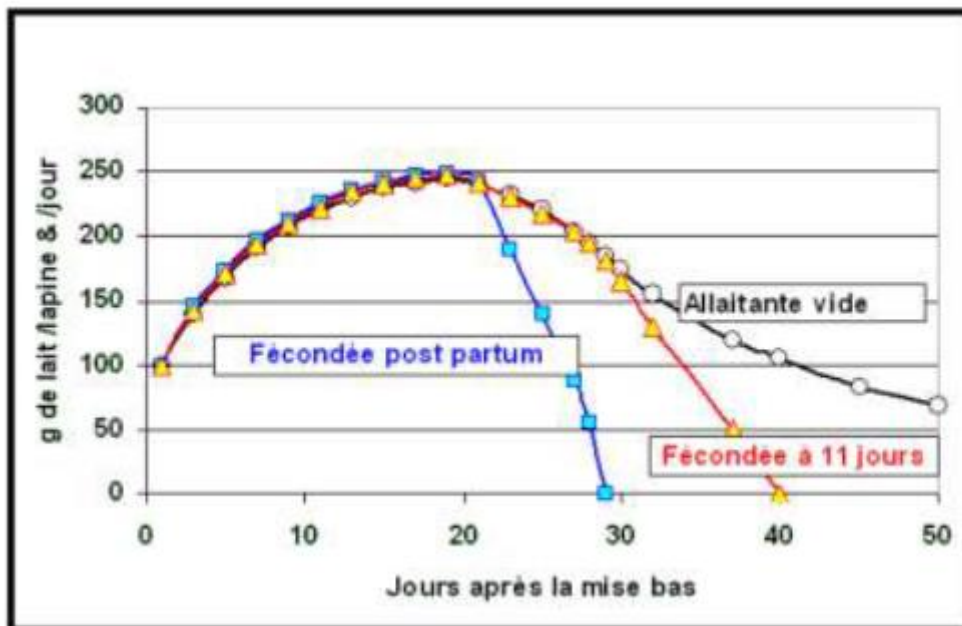


Figure7 : Evolution de la production laitières de lapines simplement allaitante ou simultanément gestante et allaitantes (Fortun-Lamothe,2006).

3. Production et composition du lait

Le lait maternel est adapté pour répondre aux besoins de jeunes dès leurs naissances. Les caractéristiques de sa composition varient car elle dépend de nombreux facteurs inhérents au type de mammifère (race, espèce), l'état physiologique (stade de lactation), l'état sanitaire et encore l'alimentation (Fortun-Lamothe et Gidenne, 2003).

Grace à ces multiples facteurs qui jouent un rôle essentiel dans la variation qualitative et quantitative du lait, on a pu distinguer deux types de lait maternel : le colostrum, épais et souvent de couleur jaunâtre peu abondant, sécrété les premiers jours, et le lait mature, blanc et plus abondant, sécrété par la suite (Amroun et al., 2014).

Chapitre III :
COMPOSITION DU LAIT
DE LAPINE

1. Composants de lait de lapine (composition biochimique)

La composition du lait fait l'objet de nombreuses études et de très nombreux composés ont pu être identifiés et caractérisés dans le lait maternel. Comparé aux laits de vache, de chèvre ou de brebis, le lait de lapine est beaucoup plus concentré (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Comparaison de la composition du lait de différentes espèces de mammifères (Jensen, 1995 ; Grös et al., 2009)..

Femelles	Matière grasse (%)	Protéines (%)	Lactose (%)	Matière sèche (%)
<i>Vache</i>	3,5	3,1	4,9	12,2
<i>Chèvre</i>	3,5	3,1	4,6	12
<i>Femme</i>	4,5	1,1	6,8	12,6
<i>Lapine</i>	12,5	10,4	1,8	26,4
<i>Souris</i>	29,8	12,7	1,7	45,5

Les composants majeurs de lait de lapine sont les matières grasses et protéiques, représentant chacune 40 à 50% de la matière sèche suivant les différentes études, Les sucres sont minoritaires, et le lactose en est le principal représentant.

Comparé aux laits de vache, de chèvre ou de femme, le lait de lapine est beaucoup plus concentré avec une teneur en matière sèche d'environ 30 %. Seul le lactose est présent à une concentration moindre (**Tableau 2**).

Tableau 2 : Composition chimique de lait de lapine.

	Valeurs mini-maxi
<i>En % de la Matière sèche</i>	
Matière azotée totale	34,5-51,3
Matière grasse	38,9-56,1
Lactose	0,7-7,6
Cendres	5,3-8,3
Energie (kcal/kg)	6313-6881
Matière sèche (g.100g ⁻¹)	27,0-44,2

(Davies et al., 1964; Lebas, 1971; Anderson et al., 1975; Fonty et al., 1979; El-Sayiad et al., 1994; Pascual et al., 1999 ; Kráčmar et al., 2001; Debray, 2002.)

1.1. Protéines

La composition du lait de lapine est assez stable pendant la 2^{ème} et 3^{ème} semaine de lactation, sauf pour la teneur en protéines qui montre une diminution tendance (de 12.8 à 11.9g/100g) avec une augmentation de la production laitières quotidienne. Cette composition est assez constante.

Les protéines du lait de lapine provenant de la matière azoté protéique appelé aussi les lactoprotéines.

Les MAP ou les lactoprotéines sont composés majoritairement par des caséines (α , β et κ) et des protéines sériques, incluant la WAP (WheyAcidie Protéine), l'albumine et la lactoferrine.

- **Caséines**

Les caséines sont des protéines qui constituent la majeure partie des composants azotés du lait. Les micelles des caséines sont constituées d'un agglomérat de plusieurs sous-micelles reliées entre elles par des ponts phosphocalciques (**Figure 8**).

Les caséines les plus hydrophobe constituent le cœur de sous micelles. L'une d'entre elles, la caséine β peut s'extraire hors du noyau hydrophobe en fonction de la température (refroidissement du lait). Ce phénomène est réversible et cette caséine peut réintégrer la micelle. Pour cela, il est nécessaire de maintenir la température du lait à 37C°.

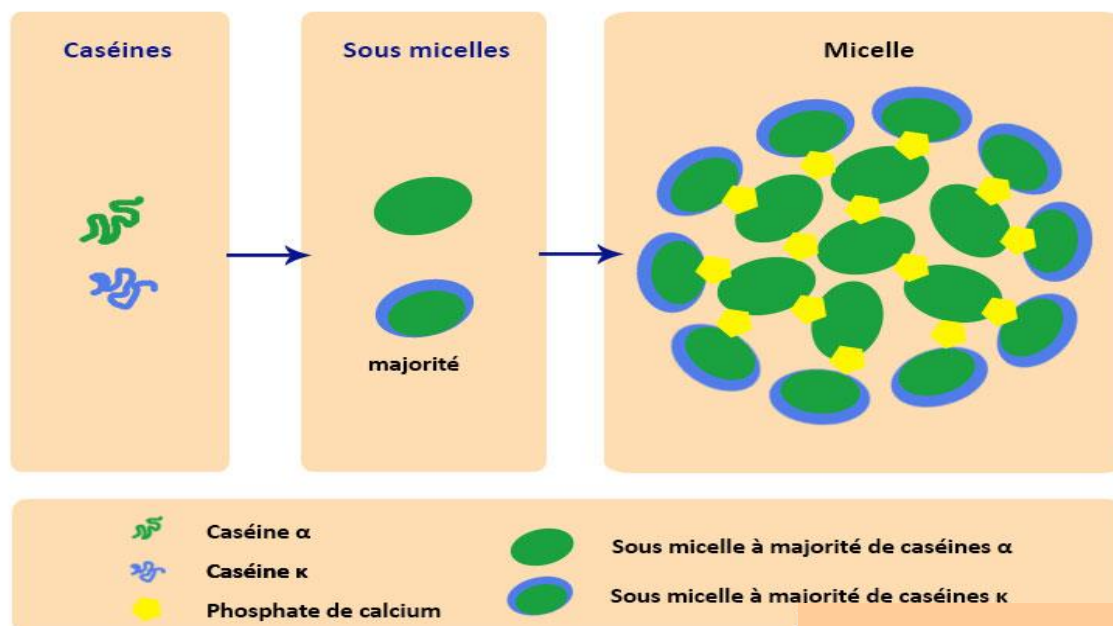


Figure 8 : Représentation schématique d'une sous-micelle et d'une micelle de caséine.

(Delouise et al.,2001)

Les caséines sont au nombre de 5 (caséines κ , α_1 , α_2 , α_2 -Like et β) ; elles sont organisées en micelles et représentent dans la plupart des espèces les protéines les plus abondantes du lait 75%. Elles ont la particularité d'être insolubles (de précipiter) sous l'effet du pH (pH acide) ou sous l'action d'un extrait enzymatique isolé de la caillette de veau pré-ruminant, la présure (constitué du mélange de 2 enzymes la pepsine, et la chi myosine) (**Tableau 3**).

Tableau 3 : Caractéristiques des caséines du lait de lapine

Caséines	Nombre d'AA	PM (KDA)	Rôles Biologiques	Références
Caséine-Alpha-S1	215	23972,0086	-Transport des ions calcium et phosphate dans le lait	Dayal et al, 1982 Devinoy et al.1988
Caséine-Alpha-S2	182	19926,6555	-Transport des ions calcium et phosphate dans le lait	Dawson et al 1993 AlSarraj et al.1978
Caséine-Alpha-S2-Like	180	19646,3787	-Transport des ions calcium et phosphate dans le lait	Dayal et al.1982 Dawson et al.1993
Caséine-Beta	228	24548,004	-Propriété de la surface micellaire	Testud et ribadeau-Dumas,1973 Schaerer et al.1988
Caséine-Kappa	180	18018,5574	-maintien la stabilité des micelles de caséine. -Inhibition de la précipitation des autres caséines.	Bösze et al.1993 Baranyi et al.1996 Bösze et Houdebine,2006.

- **Protéines sériques**

En dehors de la protéine insoluble, le lait contient un ensemble de protéines dites solubles car elles restent en suspension lors de la précipitation des caséines pour produire du lactosérum.

Les protéines du lactosérum sont représentées généralement par les albumines, les globulines (α_1 globuline et α_2 globuline), les betas globuline et gammaglobuline.

Il est signalé que chez la lapine la β lactoglobuline ne figure pas parmi les protéines du lactosérum (**Tableau 4**).

Tableau 4 : Synthèse bibliographique sur les protéines sérique du lait de lapine

Protéines sérique	Nombre d'AA	PM (KDA)	Rôles biologiques	Références
WAP	127AA	11601,44	-Inhibition de la protéolyse	Devinoy et al,1988 Thépot et al,1990 Grabowski et al 1991 pak et al,1999.
Alpha-lactoalbumine	141AA	14060,95	-Régulation de la lactosynthétase au niveau des cellules épithéliales mammaire.	Hopp et woods,1979 Pak et al,1999
Sérum-albumine	608AA	66015,41	-Protéines d'origine plasmatique -Régulation de la pression osmotique colloïdale du sang. -Transporteur de zinc dans le plasma.	Dayal et al,1982
Lactoferrine	696AA	74886,17	-Capture et transport du fer -Défense immunitaire -Bactéricide -Anti-inflammatoire	Bradshaw et White,1985 Sarra et al,1990

- **Protéines mineures**

Les enzymes et les protéohormones d'origine maternelle sont aussi présents de manières nombreuses dans le lait. Les autres protéines du lactosérum constituent « les protéines mineurs » du lait, elles sont quantitativement mineures mais peuvent avoir des activités biologiques importantes : facteur de croissance, facteur immunitaire (**Tableau 5**).

Tableau 5 : Concentrations des immunoglobulines dans le sérum, le colostrum et le lait de différentes espèces de mammifères (Berthon et Salmon, 1993).

Ig concentration (mg/ml)				
		Sérum	Colostrum	Lait
Homme	G	12,1	0,4	0,04
	A	2,5	17,3	1,0
	M	0,9	1,6	1,1
Lapin	G	7,5	1,5	0,1
	A	0,005	30,0	5,0
	M	0,01	0,01	Traces
Vache	G1	12,0	47,6	0,5
	G2	9,6	2,7	0,03
	A	0,5	4,3	0,1
	M	3,0	5,0	0,06

On distingue les immunoglobulines parmi ses protéines mineures et essentiellement IgA, la concentration de ce dernier dans le colostrum et lait de lapine 30mg/ml et 5,0mg/ml elles sont très importantes comparativement au colostrum des autres mammifères confèrent ainsi les lapereaux des avantages d'ordre protecteur et adaptatif au période post natal et d'allaitement.

1.2. Matière grasse

La matière grasse du lait est présente sous forme de globules gras représentés en lipides constitués de 98,5% de glycéride (ester d'acide gras et de glycérol), 1% de phospholipide et 0,5% de substance liposoluble (cholestérol et vitamine).

Les globules gras vont fusionner dans les cytoplasmes des CEM pour former des structures de plus en plus grosses, qui seront secrétés dans les lumières alvéolaires. Tout comme les protéines la composition du lait en lipides est très variable d'une espèce à l'autre.

Les acides gras du lait diffèrent par la longueur de leurs chaînes carbonées, le nombre de doubles liaisons et leurs positions. Ils peuvent être synthétisés par les cellules mammaires ou bien être apportés par voie sanguine lorsqu'ils sont issus de l'alimentation ou de l'hypophyse de la réserve maternelle. On note cependant que les AG contenant plus de 16 atomes de carbones proviennent de la circulation sanguine puisque les cellules épithéliales mammaires ne possèdent pas d'elongas enzymes indispensable à la synthèse de ce type de lipides (Smith et al., 1968; Demarne et al., 1978; Perret, 1980; Pascual et al., 1999).

1.3. Glucides

Le lactose représente le sucre essentiel du lait c'est un dioside composé de glucose et galactose. Il est synthétisé dans l'appareil de golgi puis transporté dans les mêmes vésicules que la caséine, avant d'être secrété dans la lumière alvéolaire. Le lactose a un fort pouvoir osmotique, attirant l'eau et déterminant ainsi le contenu en eau du lait.

La teneur en lactose au sein du lait de lapine a été rapporté dans un nombre restreint de travaux de recherche raison de sa faible concentration (<2g/100g).

1.4. Fractions minérales et vitaminiques

• Minéraux

Selon Lebas (1971), le lait de lapine présente des teneurs élevés en élément minéraux (2.3% du lait frais). Les teneurs en calcium, phosphore, magnésium, potassium et sodium dépassent largement celle enregistrés sur d'autres laitages domestiques comme les laits de vache, de chèvre et de brebis (**Tableau 6**).

Tableau 6 : composition minérale du lait de lapine comparée aux laits bovin, caprin et ovin.

Composants en g/kg de lait	Lapine	Vache	Chèvre	Brebis
Calcium	5,60	1,25	1,30	1,90
Phosphore	3,38	0,95	0,90	1,50
Magnésium	0,37	0,12	0,12	1,16
Potassium	2,00	1,50	2,00	1,25
Sodium	1,02	0,50	0,40	0,45

(Lebas, 1971 ; Lebas et al., 1971 ; Jarrige, 1978).

• Vitamines

Le lait de lapine est plus riche que le lait de vache en vitamine hydrosoluble et en vitamine A (Coates et al., 1964) .

Dans le tableau 7, sont représentées les teneurs minimales et maximales des vitamines dans le lait de lapine.

Tableau 7 : Concentration des vitamines dans le lait de lapine.

Vitamines	Teneur min – max (µg/ml)
Biotine (B8)	0,08-0,45
Acide folique(B9)	0,003-0,30
Acide nicotinique (B3)	2-8,7
Calcium pantothenate (B5)	6,2-22,1
Riboflavine (B12)	2,3-4,9
Acide pyridoxal (B6)	0,9-3,6
Vitamine(B18)	0,05-0,11
Thiamine(B2)	0,3-1,7
Rétinol (A)	0,18-6,70

2. Variations de la composition biochimique du lait de lapine

Lors d'une traite représentant la quantité de lait consommé normalement par les lapereaux, la composition chimique ne semble pas varier tandis que la fraction restant dans la mamelle est plus riche en matière sèche et plus spécialement en lipides.

Au cours de la lactation, le lait passe un stade riche en matière sèche à dominante lipidique durant la phase colostrale pour se stabiliser à un taux un peu plus faible en matière sèche durant 3 semaines.

Toutes les phases de la production animale sont soumises au risque d'exposition aux agents qui puisse détériorer la qualité du produit. Cependant il faut noter que les variations ne sont pas toujours constantes, il existe des facteurs intrinsèques et extrinsèques.

2.1. Facteurs intrinsèques

2.1.1. Stade de lactation

Malgré la variabilité et la multiplicité des facteurs influençant le volume et la qualité du lait maternel, il est possible de déterminer deux phases distinctes au cours de la période d'allaitement ou on observe une évolution progressive de la qualité du lait.

➤ **Stade colostrum** Le colostrum est un liquide épais jaune et peu abondant, sécrété pendant les premiers jours post-partum. Il existe peu de travaux concernant la composition du colostrum de lapine (Coates et al.,1964 ; Lebas,1971 ; El Sayiad et al.,1994 ; Christ et al.,1996)

Le taux de protéines y est très élevé du fait de la concentration élevée en immunoglobulines (Martens et al. 2006). La proportion des caséines y est faible et augmente progressivement jusqu'au stade lait mature.

➤ **Stade du lait mature** Le lait de la lapine est concentré en matière sèche, matière azoté totale et début de la lactation. La teneur du lait en ces éléments décroît entre la 2^{ème} et la 3^{ème} semaine pour augmenter à nouveau en fin de lactation. Plus la femelle produit de lait, moins il est riche. A partir de la 4^{ème} semaine, la teneur en matière sèche augmente et le lait devient plus riche. Les proportions relatives de matière azoté et grasse restent similaires ; en revanche, la teneur en lactose, quantitativement peu importante, après une augmentation durant les quinze premiers jours, chute rapidement et avoisine-le 0kg/kg en fin de lactation (Lebas, 1971 ; Boucher et al., 2007)

2.1.2. Facteurs génétique

La composition biochimique du lait ne varie pas de manière significative entre les lapins de la race Néo-zélandaise et ceux de la race duch (Cowie, 1968) ou entre des hybrides commerciaux (Martens et al.,2006a). Cependant, El Sayias et al., (1994) ont trouvé des niveaux de protéines brutes significativement plus élevés dans le lait de lapine de race californienne (12,02g/100g) par rapport au lait collecté sur les lapine de race Néo zélandaise (11,02/100g).

2.2. Facteurs extrinsèques

2.2.1. Saison et climat

Les effets du climat et des changements saisonniers n'ont pas encore été clairement mis en évidence. En revanche, dans des conditions climatiques dont la température avoisine les 30C°, une tendance à la diminution des teneurs en matières grasses, en protéines et surtout en lactose à été observé (Kustos et al., 1999).

2.2.2 Pratique alimentaire

La modification du régime alimentaire affecte la qualité du lait (Lebas, 1971). La quantité de lipides incorporés dans l'aliment maternel influent sa composition en acides gras du lait de lapine. En effet, des études (Hue Beauvais, 2001 ;2015) ont montré qu'un régime obésogène est à l'origine d'une glande mammaire envahie par le tissu adipeux et d'une production de lait dont la teneur en lipides est très importante. Ces deux paramètres seraient la cause du fort taux de mortalité observée sur la descendance. Par ailleurs, une augmentation de la teneur en protéines de l'aliment au dessus de 21% permet une augmentation de la production laitière et le lait s'enrichit autant en lipide qu'en protéines (Fortun-Lamothe,2003).

Pour mieux illustrer les facteurs qui peuvent influencés la composition biochimique du lait de lapine, un schéma récapitulatif est présenté dans la figure 9.

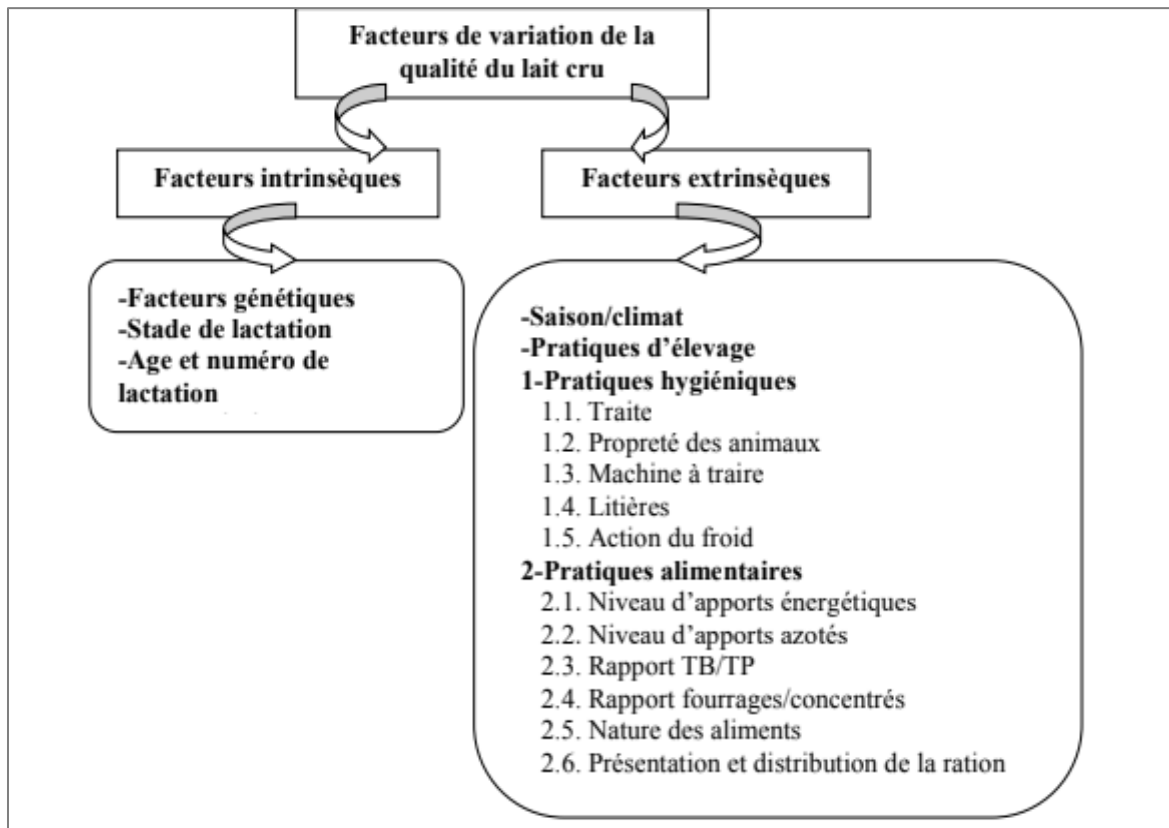


Figure 9 : Schémas récapitulatif des principaux facteurs de variation de la qualité du lait cru. (Delouis et al.,2001).

**ETUDE
EXPERIMENTALE**

**MATERIEL
ET
METHODE**

1. Période et lieu de l'expérimentation

L'expérimentation s'est déroulée au niveau du clapier privé localisé dans la région de Tizirt (36° 53' 20'' N et 5° 7' 30'' E), plus précisément à Agnirehan, route de Tifra, village situé à 43km au nord du chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou (2024).

La région de Tizirt se caractérise par un climat méditerranéen, chaud et doux en été, froid et humide en hiver. Les données climatiques enregistrées tout au long du mois sont rapportées dans les figures 10,11 et 12.

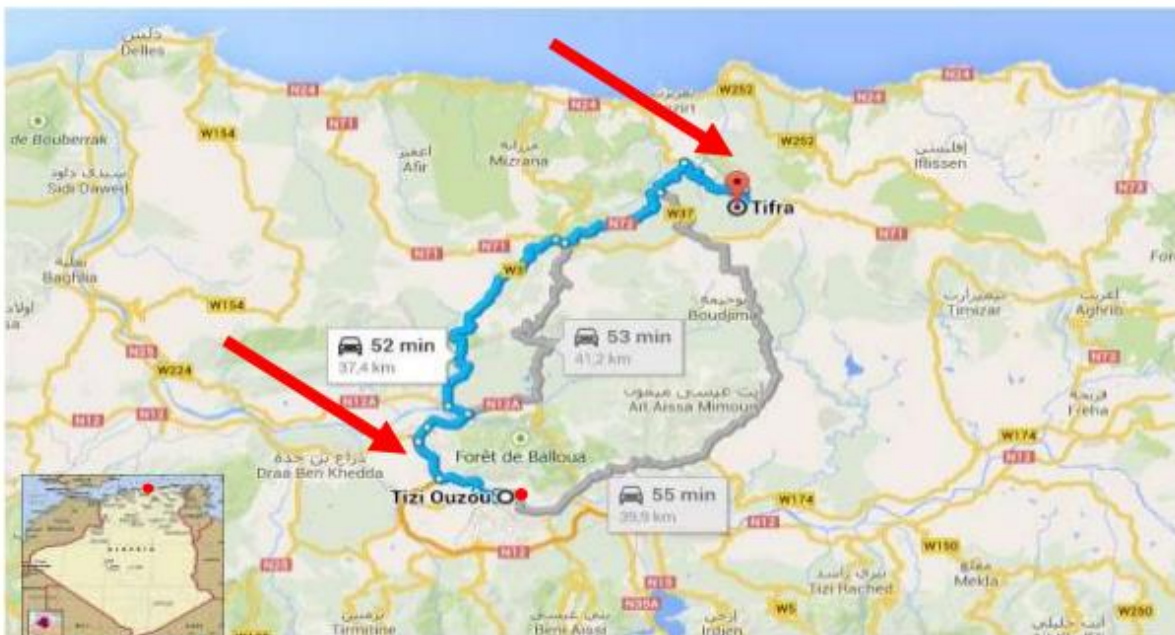


Figure 10: Situation géographique de la région de Tizirt.

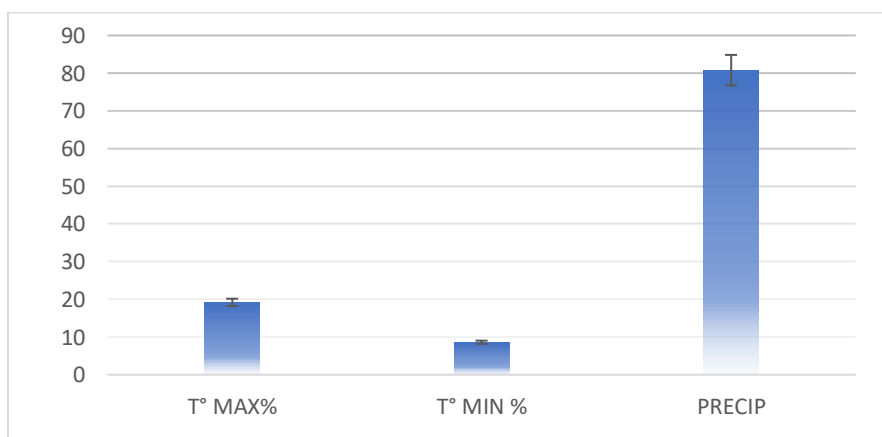


Figure 11: Conditions climatiques du mois de mars caractérisant la région de Tizirt (office national de météorologie de Tizi Ouzou).

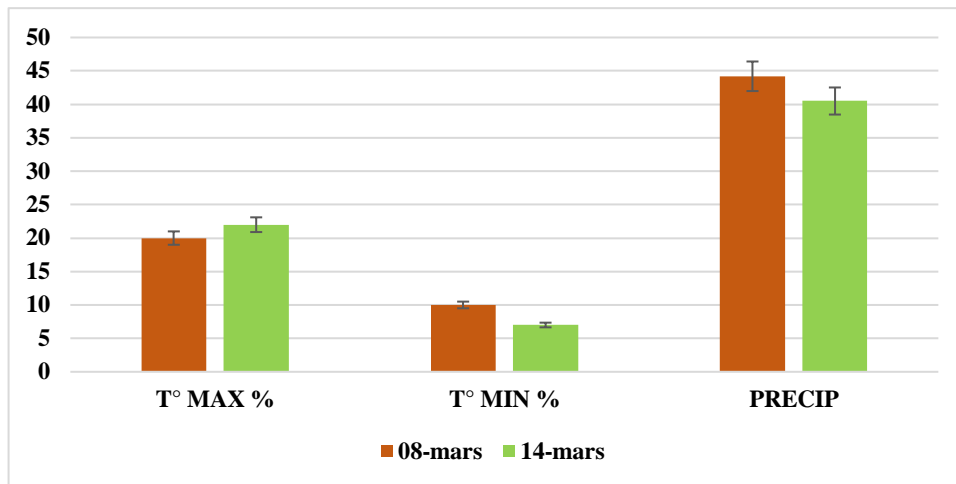


Figure 12: Conditions climatiques de la région de Tizirt au début et fin de lactation (Office national de météorologie de Tizi Ouzou).

- **Bâtiment d'élevage**

Le bâtiment comprend deux salles : engraissement et maternité, et un magasin de stockage d'aliments. La bâtisse est pourvue de fenêtres assurant un éclairage et une aération naturelle avec un programme lumineux de 16 heures / jour. En revanche, il n'y a pas de système de ventilation électrique, de chauffage, ni de refroidissement. Cependant, les animaux sont à l'abri des vents violents et des fortes températures grâce à un faux plafond (**Figures 13,14**).



Figure 13 : Vue extérieure de la station d'élevage de Tizirt.

La maternité referme 200 cages grillagées disposées en flact-decket réparties en 2 rangées dont 160 cages mères munies de boîtes à nids métalliques. Chaque cage est dotée d'une pipette pour l'eau et d'une mangeoire commune pour deux cages.



Figure 14 : Vue intérieure du bâtiment d'élevage.

2. Animaux

Le cheptel est composé par deux types génétiques d'animaux : les lapins de la population blanche (PB) et les lapins de la souche synthétique (SS).

Il comprend en moyen 200 femelles/année (120 SS et 80 PB) et 40 males (20 SS et 20 PB).

Les lapines PB sont les descendants d'hybrides commerciaux, importé de France dans les années 1980-1987 (Zerrouki et al., 2007).

Les lapines SS sont issues d'un croisement entre la population local et la souche INRA2666, sélectionné pour sa prolificité (Gacem et al.,2008 ; Gacem et al.,2009) (**Figure 15**).

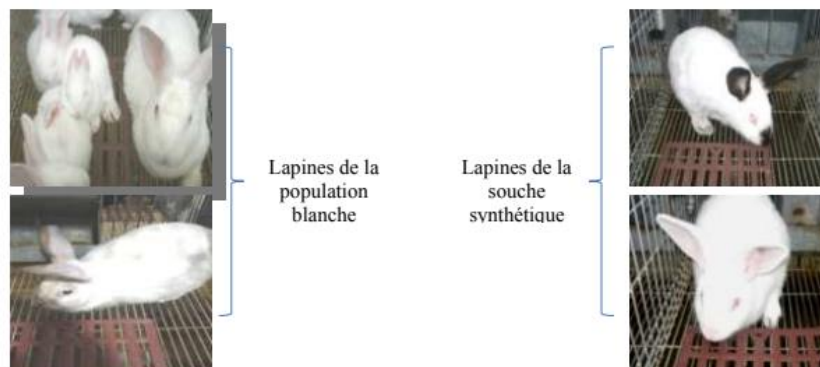


Figure 15 : Différents phénotypes des lapines de la population blanche et de la souche synthétique.

2.1. Conduite de reproduction

Les femelles sont mises en reproduction à l'âge de 3 à 4 mois avec la mise en place de laboratoire au sein du clapier, les lapines ont été fécondées par insémination artificielle (IA) suivant un rythme de reproduction extensif. Ce rythme consiste à inséminer les femelles 25 jours après la mise bas (**Figure 16**).

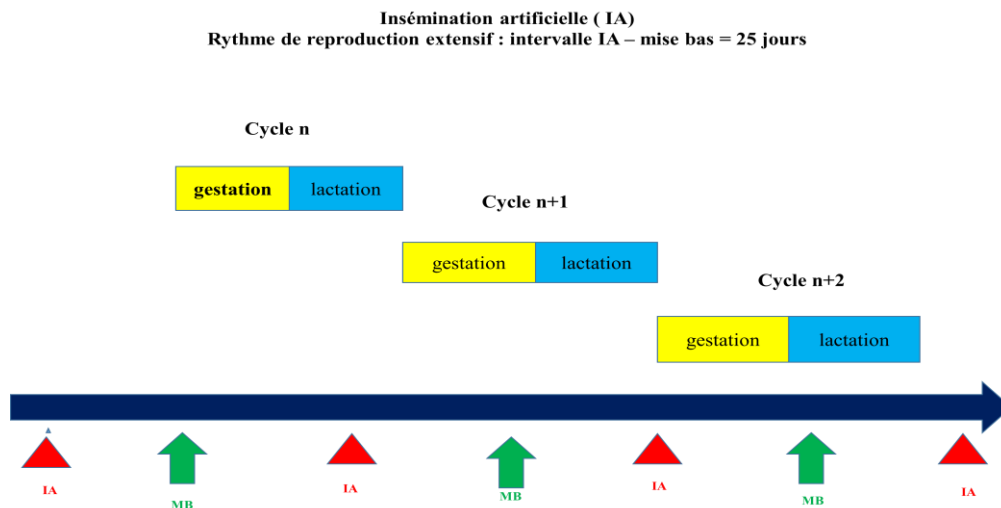


Figure 16 : Illustration du rythme de reproduction extensif avec insémination artificielle (IA).

2.2. Suivi des animaux

Les lapines ont été suivies durant leurs cycle de reproduction jusqu'à la fin de la période d'allaitement de leurs portées. Une fiche de reproduction individuelle a été établie, caractéristiques de chaque femelle, ou sont enregistrée toutes les informations relatives au cycle de reproduction, mis bas. De même, y sont notées toutes les informations portant sur les portées. Les données enregistrées sont représentées sur la (**Figure 17**).

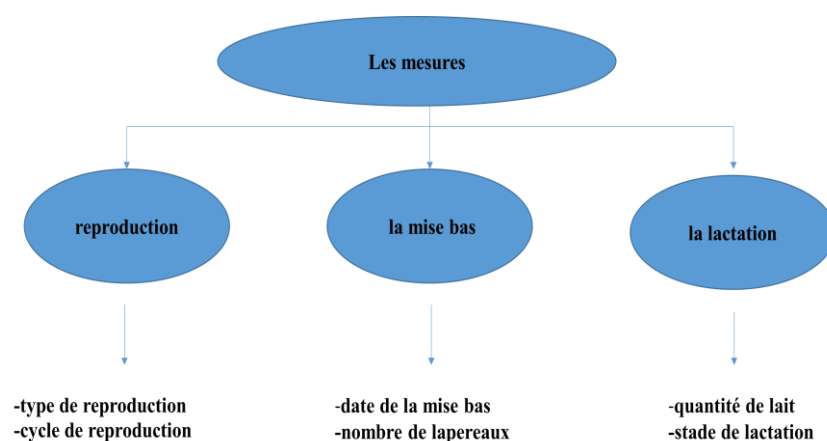


Figure 17 : Paramètres mesurés au cours du cycle de reproduction et de lactation.

2.3. Hygiène de prophylaxie

L'hygiène du bâtiment d'élevage est assurée par un nettoyage et une désinfection quotidienne du sol, des cages des mangeoires, des abreuvoirs et des boîtes à nid, ainsi que les supports des cages. Le nettoyage est complété par le passage des cages au chalumeau pour éliminer les poils. Une fois par an, un vide sanitaire est pratiqué ainsi qu'une vaccination des lapines principalement contre la maladie hémorragique virale (VHD) et la myxomatose. En cas de diarrhée isolée, du vinaigre est additionné à l'eau de boisson. A l'entrée du clapier, un pédiluve est installé pour éviter les contaminations venues de l'extérieur.

3. Les échantillons du lait

La traite manuelle des femelles à été effectuée sans addition d'ocytocine et dans des conditions d'hygiène rigoureuse, nécessitant le nettoyage des mains entre chaque traite. Le lait à été collecte auprès de 10 lapines SS et 10 lapines PB, dans des tubes coniques stériles.

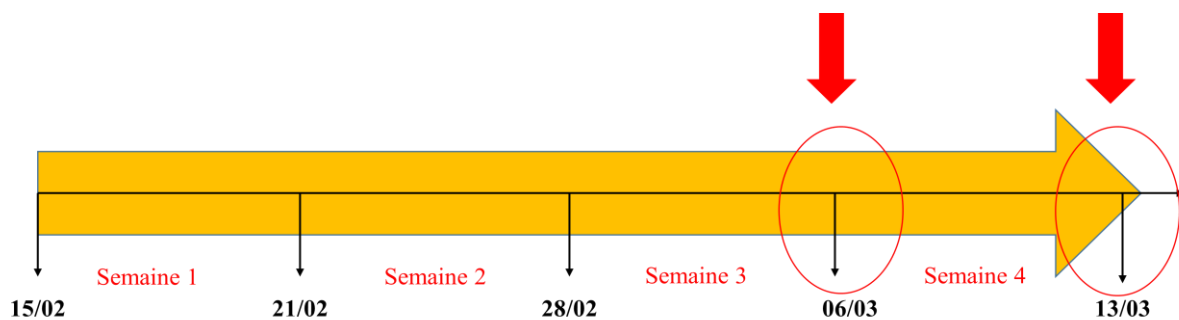


Figure 18 : Schéma représentatif pour la période de récolte des échantillons.

3.1. Conservation et acheminement des échantillons

Les échantillons collectés ont été conservés à -20°C , ils ont servi à des analyses biochimiques, tels que la teneur en matière sèche (MS), la teneur en matière grasse (MG) et en protéines.

- **Analyses physico-chimiques du lait**

Les données bibliographiques actuelles ne font pas mention des constantes physico-chimiques propres au lait de lapine. Il s'agit notamment du pH, la densité, l'acidité Dornic ...ext

L'évaluation des paramètres physico-chimiques sur des échantillons fraîchement collectés permet de fixer des repères en termes de conservation des échantillons à savoir la qualité des échantillons de lait.

➤ **Le pH**

Les mesures du pH ont été effectuées par le pH-mètre, le principe repose sur une mesure de la différence de potentiel entre une électrode de mesure et une référence. Avant d'entreprendre la mesure, l'électrode du pH-mètre doit être nettoyé avec de l'eau de robinet puis rincé à l'eau distillé et séché. Le pH-mètre doit être étalonné avec des solutions tampon de pH 1,4 et 9 avant de procéder à la manipulation. La manipulation se fait par l'émersion du bout d'électrode dans le lait jusqu'à stabilisation de la valeur du pH qui s'affiche sur l'écran, et nettoyer l'électrode après chaque manipulation (**Figure 19**).



Figure 19: pH-mètre.

➤ **Acidité Dornic**

L'acidité Dornic est résultante de l'acidité naturelle du lait liée à sa richesse en protéines et en minéraux à la quelle vient s'ajouter l'acidité développée grâce à l'action des ferments lactiques qui transforme le lactose du lait en acide lactique. L'acidité Dornic est un indicateur de degré de conservation du lait. Naturellement le lactose contenu dans le lait se dégrade progressivement en acide lactique par les bactéries. La quantité d'acide lactique contenu dans un échantillon du lait est inversement proportionnelle à la fraîcheur du lait (**Figure 20**).

Protocole est présenté dans **annexe1**.



Figure 20 :Titrage acido-basique pour la mesure de l'acidité titrable (D°).

➤ **La densité**

Le paramètre densité est en rapport direct avec la richesse du l'échantillon du lait en matière grasse et extrait sec. La mesure de la densité des différents échantillons s'est faite via le calcul de la masse volumique de ses derniers. La mesure à été effectuée à l'aide d'un pycnomètre (**Figure21**).

La contenance du pycnomètre est de (5ml), il suffit de peser le flacon avant et après remplissage pour calculer la masse volumique de contenu. Le remplissage du pycnomètre donne la masse volumique de l'eau après calcul, et le remplissage de ce dernier par le lait donne après calcul, la masse volumique du lait.

Le rapport entre les deux mesures correspond à la densité du lait en question.



Figure 21: Pycnomètre.

- **Analyses biochimiques du lait**

Les analyses biochimiques des échantillons ont été effectuées par un automate désigné sous le nom de MILK ANALYZER MILKOSCOPE (230V 50/60 Hz 82W) (**Figure 22**).



Figure 22: Lactoscanne (MILK ANALYZER MILKOSCOPE).

Etude expérimentale

1. Echantillons et techniques d'analyses

Deux séries d'échantillons du lait ont été analysés chez les deux types génétiques de lapine PB et SS.

En premier lieu, 10 échantillons de lait mature ont été collectés à la 3^{ème} semaine de lactation.

En deuxième lieu, 10 échantillons de lait mature ont été collectés au dernier jour de lactation.

L'ensemble des échantillons a été soumis à un dosage des protéines totales ainsi que le taux de protéine sérique et les cassines et couple à un spectromètre de masse.

2. Dosage du taux protéiques

Après acidification pour faire précipiter les protéines du lait, on a fait le dosage des protéines sériques.

Le protocole est présenté dans l'**annexe 2**.

3. Ecrémage des échantillons

Un millilitre de chaque échantillon a été mis dans les cuves de centrifugeuse et les centrifugés à 4°C pendant 20 min (1000 tours). Après centrifugation, on enlève la couche flottante de l'échantillon avec une petite spatule. Cette manipulation est pour l'objectif d'enlever les lipides des échantillons.

4. Variables calculées et analysées

Les paramètres mesurés dans les deux types génétiques de lapine (PB et SS) sont les suivants:

- Composition biochimique du lait (g/100g de lait trait).
- Paramètres physicochimiques du lait.

5. Effets considérés

Les effets considérés au cours de cette étude sont :

- Effet de stade de lactation sur la composition biochimique et physicochimique du lait.
- Effet de type génétique sur la composition biochimique et physicochimique du lait.

6. Analyses statistiques

L'ensemble de variables à été soumis à une analyse de moyennes avec le test de Mann & Whitney.

Les résultats obtenus sont présentés sous forme de tableaux et de graphes. Les présentations graphiques sont réalisées à l'aide de Microsoft Excel.

Les significations statistiques sont notées :

-NS : non significatif

-* : significatif au seuil de 5 p100

-** : significatif au seuil de 1 p100

-*** : significatif au seuil 1 p1000

Lorsque l'effet est globalement significatif, les moyennes sont comparées par le test de student, ou le test de man & Whitney lorsque les effectifs sont inférieurs à 10.

CONCLUSION

Notre mémoire sur l'étude de la biochimie et physicochimie du lait de lapine à permis de mettre en évidence l'importance du lait pour la santé des lapereaux sous la mère.

En effet, le lait de lapine est riche en protéines de haute qualité, ce qui en fait un aliment essentiel pour la croissance et le développement des jeunes lapins. De plus les protéines de lait de lapine présentent des propriétés nutritionnelles et fonctionnelles intéressantes (Abadin,2010).

Par ailleurs, notre étude à également mis en lumière l'impact du stade de lactation sur la composition du lait de lapine, en particulier la variation biochimique et physico-chimique du lait entre la population blanche et la souche synthétique ces variations pourraient avoir des implications sur la manière dont les lapereaux assimilent et utilisent les nutriments présents dans le lait de leur mère. Cette variabilité souligne l'importance de prendre en compte les spécificités de chaque population de lapines et poursuivre la recherche dans ce domaine pour optimiser les pratiques d'élevages afin de garantir leur santé et leur bien-être ainsi que leur production laitières et la qualité du lait.

Des études ont montrés que la composition en protéine, lipides et minéraux varie en fonction du stade de lactation avec des concentrations élevées au début de lactation (Martinez et al.,2015). Ces études mettent en évidence que la composition physicochimique et biochimique du lait de lapine varie au cours du stade de lactation, ce qui peut avoir un impact sur la nutrition des lapereaux et sur la qualité du produit (Mellado et al.,2013)

Suites à des analyses qu'on à réalisés sur la variation de la composition biochimique du lait de lapine entre la population blanche et la souche synthétique à la 3^{ème} et 4^{ème} semaine de lactation , on s'est abouties à des résultats montrent que la teneur en lactose dans le lait de lapine des deux populations est très élevée avec une moyenne de (PB :53,82 ± 0,60g/l ; SS :61,60 ± 0,48g/l) par rapport à sa teneur en protéines (PB :30,80 ± 0,80g/l; SS :35,99 ± 0,91g/l) et en lipides (PB :24,50 ± 0,43g/l ; SS : 26,06 ± 0,49g/l) et une très faible teneur en matière sèche avec une moyenne de (PB :104,50 ± 0,91g/l ; SS :120,19 ± 0,83g/l).Ainsi qu'on a constatés une variation dans la composition physicochimique, ou on a évalué que la densité des deux laits est proche (PB : 0,99 ± 0,40g/l ; SS :1,00 ± 0,42g/l), un écart considérable dans leurs acidités avec des moyennes (PB :5±0,40D° et SS :22,47 ± 1,10D°), et un pH variable entre les deux types génétiques des moyennes (PB : 7,38 ± 0,70 et SS : 7,36 ± 0,67).

Cette composition montre une différence significative entre les deux types génétiques ce qui fait que le lait de la souche synthétique est le plus riche, et elle varie en fonction de semaine de lactation ou elle augmente progressivement pendant la 4^{ème} semaine.

En conclusion, notre étude met en évidence l'importance de la composition biochimique et physicochimique du lait de lapine notamment les échantillons collectés sur les animaux de la souche synthétique chez lesquels on enregistre un faible taux de mortalité comparé aux portées de la population blanche (Zerrouki et al.,2014. Amroun et al.,2018), elle souligne également l'impact du stade lactation et du type génétique sur la composition du lait de lapine déterminant la survie des lapereaux sous la mère.

Ces résultats ouvrent de nouvelles perspectives de recherche pour mieux comprendre les mécanismes régulant la production laitière des lapins et optimiser leur élevage dans un soucis de durabilité et de qualité ,ainsi que les interactions des champignons du lait maternel avec la microbiote intestinale des lapereaux. .

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdou H., Marichatou H., Beckers J.-F., Dufrasne I., Hornick J.-L. 2012.** Physiologie de la production et composition chimique du colostrum des grands mammifères domestiques agénéralités. *Ann. Méd. Vét.* 156, 87-98.
- A., Belhadj N., Rahmani M., Khecha A., Haba A. et Ghenim H., 2003.** Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales: Algérie. Chapitre 4: État de la diversité génétique, identification des espèces et races présentes en Algérie, p : 29-31.
- Alvarez-Ordóñez, A., Begley M., Clifford T., Deasy T., Considine K.2013.** Structure-activity relationship of synthetic variants of the milk-derived antimicrobial peptide α 2-casein f (183-207). *Appl. Environ. Microbiol.*79, 5179–5185.
- Amroun, T. (2018).** Impact de la composition du lait sur la mortalité des lapereaux sous la mère dans deux types génétiques de lapines en Algérie: la population blanche et la souche synthétique. THÈSE DE DOCTORAT Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou. 219P
- Amroun T.T., Zerouki Daoudi N., Miranda G., Charlier M., Martin P.2021.** World rabbit sciences.
- Anderson R.R., Sadler K.C., Knauer M.W., Wippler J.P., Marshall R.T.1975.** Composition of cottontail rabbit milk from stomachs of young and directly from gland. *J. Dairy Sci.*, 58 (10): 1449 1452.
- Arveux P. 1988 .**Production cunicole en période estivale. *Cuniculture*, 82, 197-199.
- Ball R.K., Friis R.R., Schoenenberger C.A., Doppler W., Groner B. 1988.** Prolactin regulation of beta-casein gene expression and of a cytosolic 120-kd protein in a cloned mouse mammary epithelial cell line. *Embo. J.* 7, 2089-95.
- Baranyi M., Brignon G., Anglade P., Ribadeau-Dumas B.1995.** New data on the proteins of rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) milk. *Comp. Biochem. Physiol*, 111B (3): 407-415.
- Baziz H. 2013.** La cuniculture fermière en Algérie: une source de viande non négligeable pour les familles rurales. *Livestock Research for Rural Development*. Volume25,Article#138.
- Belagoune N.2021.** Cour d’histologie speciale Glande mammaire.
- Bennett D.,2002.** The composition of milks from different species a review.*Dairy science and technology*,82(1),57-74.

1994, 12-17.

Boucher S., Martin K., Le Bourhis C., Simonneau V., Ripoll P.J. 2007. Evolution de la composition chimique du lait d'une souche de lapines de laboratoire au cours d'une lactation. 12èmes Journées de la Recherche Cunicole, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France.

Calvert D.T., Knight C.H., Peaker M. 1985. Milk accumulation and secretion in the rabbit. Q J Exp. Physiol. 70, 357-63.

HUE-BEAUVAIS C.2016. Thèse doctorat, Période critique pour la croissance et le développement de la glande mammaire.

Cherfaoui-Yami D. 2015. Evaluation des performances de reproduction des lapines d'élevage rationnel en Algérie. THESE DE DOCTORAT, Université Mouloud Mammeri, Tizi-ouzou, 94 p.

Coates M.E., Gregory M.E., Thompson S.Y. 1964. The composition of rabbit's milk. Br. J. Nut., 18, 583-586.

Cowie A.T. 1968. Lactation in the rabbit. Natl. Inst. Res. Dairying, Rep. 1968, 84.

Debnath J., Muthuswamy S.K.,Brugge J.S. 2003. Morphogenesis and oncogenesis of MCF-10A mammary epithelial acini grown in three-dimensional basement membrane cultures. Elsevier, (3):256-268.

De Rochambeau H., Bolet G., Tudela F. 1994. Long term selection-comparison of two rabbit strains. 5th World Congress of Genetics Applied to livestock Production, Guelph, Canada, 7-12August, 1994, Vol XIX, 257-260.

El-Sayiad G.A., Habeeb A.A.M., El- Maghawry A.M. 1994. A note on the effects of breed, stage of lactation and pregnancy status on milk composition of rabbits. Anim. Prod., 58: 153-157.

Feliachi K., Abdelfettah M., Selhab F., Boudjakdji A., Takoucht A., Benani Z., Zemour

Fortun-Lamothe L. 2003. Résumés des communications présentées lors des 10èmes Journées

de la Recherche Cunicole dans la section « Reproduction ». Cuni. Mag. (30), 46 - 51.

Hanzen C.H. 2010. Lait et production laitière2008-2009. Lait et production laitière. INRA, Prod.

Harkey J et al.,2021. Milk production in lactating rabbits :A review, Journal of advanced Veterinary and Animal Research.

- Houdebine L.M. 2007.** Biologie de lactation. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Gynécol.Obstét., 5-008-A-30,2007.France, n° 212, p 38.
- Hovey R.C., McFadden T.B., Akers R.M. 1999.** Regulation of mammary gland growth and morphogenesis by the mammary fat pad: a species comparison. J. Mamm. Gland Biol. Neopla. 4, 53-68.
- Jensen R. 1995.** Handbook of milk composition-General description of milks ,Academic Press,Inc:3 (919 pages)
- Kaouche S.2019.** / Revue Agriculture. 10(1) : 43 – 54.
- Koehl P.F.1994.** Etude comparative d'élevage cunicole à hautes et faibles performances. 6èmes
- Lebas F., Besançon P., Abouyou A. 1971.** Composition minérale du lait de lapine. Variations en fonction du stade de lactation. Ann. Zootech., 20 (4) : 487-495.
- Lebas, F., Coudert, P., De Rochambeau, H., Thébault, R G. 1996.** Le lapin, élevage et Pathologie (nouvelle édition révisée). FAO éditeur, Rome, 227p.
- Lebas F., Coudert P., Rouvier R., De Rechambeau H. 1986.**The rabbit husbandry, health and production. FAO. Anim. Prod. and Health series, Rome.fo
- Lebas F., Coudert P., De Rochambeau H., Thébault R.G. 1996.** Nutrition et alimentation. In : Le lapin : Elevage et pathologie. FAO Eds, Rome, Italie, 21-50.
- Lebas F., Gacem M., Meftah I., Zerrouki N., Bolet G. 2010.** Comparison of reproduction performances of a rabbit synthetic line and of rabbits of local populations in Algeria, in 2 breeding locations First results. The 6th International Conference on Rabbit Production in Hot
- Lebas F., Zerrouki N. 2010.** Méthodes de mesure de la production laitière chez la lapine. 14èmes Journées de Recherche Cunicole, 22-23 Novembre 2011.Le Man, France.
- Lebas F., 1971.** Composition chimique du lait de lapine, évolution au cours de la traite et en fonction du stade de lactation. Ann. Zootech., 20 (2): 185-191.
- Lebas F. 2000.** Overview of rabbit production in the World. Annual WRSA Chinese Branch Meeting, Ningbo (Chine) 22-23 Decembre 2000, 8 pp.Climate, 1- 4 February-Assiut, Egypt.

- Lebas F., 2000.** Systèmes d'élevage en production cunicole. Jornadas Internacionas de Cunicultura, 24-25 Nov.2000, Vila Real (Portugal), 163-170.
- Lu M.H., Anderson R.R. 1973.** Growth of the mammary gland during pregnancy and lactation in the rabbit. Biol. Reprod. 9, 538-43.
- Macias H., Hinck L. 2012.** Mammary gland development. Wiley Interdiscip Rev. Dev. Biol. 1, 533-57.
- Maertens L., Lebas F., Szendro Zs, 2006b.** Rabbit Milk: A review of quantity, quality and non-dietary affecting factor. Wor. Rab. Sci. 14, 205-30.
- Manning J., Herbert L.2005.** « The Biology of the laboratory rabbit »
- Mather I.H., Keenan T.W. 1998.** The cell biology of milk secretion: historical notes. Introduction. J; Mamm.Gland Biol. Neop. 3, 227-32.
- Marai I.F.M., Habeeb A.A.M., Gadb A.E. 2002.** Rabbits productive, reproductive and physiological performance. Traits as affected by heat stress: a Review. Livestock Pro. Sci. 78;7
- Marcus G.E., Shum T.F., Goldman S.L. 1990.** A device for collecting milk from rabbits. Lab. Anim. Sci., 40, 219-2211-90.
- Martinet J., Houdebine L.M. 2006.** Glande mammaire, mammogenèse, facteurs de croissance, lactogenèse. In: Martinet J, Houdebine LM (Eds), Biologie de la lactation, INRA-INSERM, Paris, 1993, p 3-29.
- McClellan H.L., Miller S.J., Hrtmann P.E. 2008.** Evolution of lactation: nutrition.Protection with special reference to five mammalian species. Natur. Res. Rev.97-116.
- Neville M.C., Medina D., Monks J. & Hovey R.C. 1998.** The mammary fat pad. J. Mamm. Gland Biol. Neop. 3, 109-16.
- Patrica V., Turner., Simon J.2001.** The rabbit, Health, husband and production .
- Pélissier J.-P, Ribadeau-Dumas B. 1986.** Synthèse des protéines du lait. Reproduction Nutrition Développement, 26 (2B), pp.563-571.
- Poulsen SB., Sakowski T., Tygsen J., Serjrnsen K.2018.** Effect of parity and genotype on

milk production traits in restricted and libitum fed rabbit does. *World Rabbit Sci* 17 :233-239.

Pascual M., Cervera C., Martinez C., Blas E., Fernàndez-Carmona J.,2015. Milk production and composition in rabbit does suckling large litters under different feeding strategies. *Anim prod sci.* 55 :649-654.

Rachid K.2018. Situation d'élevage cunicole en Algerie : cas de la region de setif, université ferhat abbas.

Saidj D., Aliouat S., Arabi F., Kirouani S., Merzem K., Merzoud S., Merzoud I. Journées de la Recherche Cunicole. Vol. 2, 481- 485.

Sales-Baptista E.2007. Milk composition, lactation yield, and pup growth rates in selected lines of mice. *Nutritional Biochemistry.* 18 :93-99.

Smith P., Smith R.,2006. The rabbit. CABI publishing.

Testud M., Ribadeau-Dumas B. 1973. Etude des caséines du lait de la lapine. *Biochimie* 55, 1085 1093.

Zerrouki N., Lebas F., Berchiche M., Bolet G. 2005. Evaluation of milk production of an Algerian local rabbit population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabylia). *Wor. Rab. Sci.*, 13,39 -47.

Zotte Y et al.,2003. Composition and functional properties of rabbit milk, world rabbit science.

ANNEXES

Annexes

Annexe 1 : détermination de l'acidité Dornic

I. Réactifs

- phénophtaléine a 1%
- NaOH

II. Matériel

- burette
- Becher

III. Mode opératoire

Dans un bécher de 50ml, introduire :

- 10ml du lait
- Ajouter 3 à 4 gouttes de phénophtaléine 1%
- Titrer avec une solution sodique (NaOH) à l'aide d'une burette jusqu'au virage au rose pale
- Lire le volume sur la burette (e millilitre de NaOH)

IV. Calcul

La valeur de l'acidité titrable exprimée en Dornic (D°) est donnée par l'expression suivante :

$$1 D^{\circ} = 0,1 \text{ml de NaOH} / N0,1$$

Teneur e acide lactique est exprimée par la formule suivante :

$$1 D^{\circ} = 0,1 \text{ g d'acide lactique par litre du lait}$$

Annexe 2 : dosage des protéines

I. Réactifs :

- le folin .
- mélange réactionnel : solution C = 50ml de solution A + 1ml de solution B
- BSA

II. Matériel

- Tubes a essaie
- Micropipettes

III. Mode opératoire

Dans un tube a essaie on met :

- 500µl de la protéine sériquediluées a 10^{-2}
- on ajoute 2500 µl de la solution C, on laisse agir pendant 15minutes
- on rajoute le réactif de folin, et on laisse la solution dans l'obscurité pour 30 minutes
- On obtiens une série de couleurs bleues violètes
- Lire l'absorbance par un spectrophotomètre a 540nm

IV. Calcul

La concentration en protéines sériques est déterminée à partir de l'équation donnée par la courbe d'étalonnage (**Figure 1**).

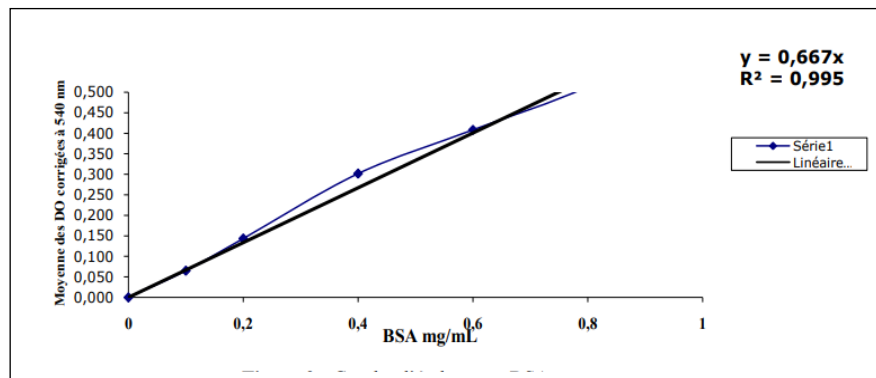


Figure 1 : Courbe d'étalonnage BSA.

RESUMES

Résumé

L'élevage des lapins en Algérie revête une importance significative à plusieurs niveaux. Le lait de lapine est une source nutritionnelle importante pour les nouveau-nés.

L'objectif principal de cette étude est de comparer le lait de lapines de souche synthétique au lait de la population blanche, au cours de la 3^{ème} et 4^{ème} semaine de lactation, aussi bien sur le plan physico-chimique que sur le plan biochimique.

Pour mener à bien cette étude, des échantillons du lait collectés de groupes génétiques souche synthétique et population blanche (SS et PB) dans la région de « Tizirt », et ont été soumis à des analyses spécifiques

Les résultats ont montré des différences significatives en termes de pH (PB : $7,38 \pm 0,70$ et SS : $7,36 \pm 0,67$), acidité (PB : $5 \pm 0,40D^\circ$ et SS : $22,47 \pm 1,10D^\circ$) et de densité (PB : $0,99 \pm 0,40g/l$; SS : $1,00 \pm 0,42g/l$) entre les deux groupes.

De plus, sur le plan biochimique le lait des lapines SS présente des concentrations plus élevées en protéines ($35,99 \pm 0,91g/l$), en matières grasses ($26,06 \pm 0,49g/l$) et en lactose par rapport au lait PB ($61,60 \pm 0,48g/l$). Et cela augmente progressivement pendant la 4^{ème} semaine de lactation.

Les résultats obtenus dans cette étude suggèrent que le type génétique ainsi que le stade de lactations sont des facteurs déterminants dans la composition du lait de lapine pouvant ainsi influencer considérablement la croissance et le développement des nouveau-nés.

Mots clés : *Algérie, Biochimie, Lapine, Lait, Lactation, Stade.*

Abstrat

Rabbit breeding in Algeria is of significant importance on several levels. Rabbit milk is an important nutritional source for newborns.

The main objective of this study is to compare the milk of rabbits of synthetic strain to the milk of the white population, during the 3rd and 4th week of lactation, both on the physico-chemical level and on the biochemical level.

To carry out this study, milk samples collected from synthetic strain and white population genetic groups (SS and PB) in the "Tizirt" region, and were subjected to specific analyses

The results showed significant differences in terms of pH (PB: 7.38 ± 0.70 and SS: 7.36 ± 0.67), acidity (PB: $5 \pm 0.40D^\circ$ and SS: $22.47 \pm 1.10D^\circ$) and density (PB: $0.99 \pm 0.40g/l$; SS: $1.00 \pm 0.42g/l$) between the two groups.

In addition, on a biochemical level, the milk of SS rabbits presents higher concentrations of proteins ($35.99 \pm 0.91g/l$), fats ($26.06 \pm 0.49g/l$) and lactose compared to with PB milk ($61.60 \pm 0.48g/l$). And this gradually increases during the 4th week of lactation.

The results obtained in this study suggest that the genetic type as well as the stage of lactations are determining factors in the composition of rabbit milk which can therefore considerably influence the growth and development of newborns.

Keywords: *Algeria, Biochemistry, Rabbit, Milk, Lactation, Stage.*