

N° d'ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministry of Higher Education and Scientific Research



معهد العلوم البيطرية

Institute of Veterinary
Sciences

جامعة البليدة 1

University Blida-1



Mémoire de Projet de Fin d'Etudes en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

**Contribution à l'étude du profil biochimique
de la lapine de souche synthétique en période
de reproduction**

Présenté par

GUERMI Nihed

MESBAH Ferial

Soutenu le : Juillet 2023

Présenté devant le jury :

Présidente :	CHERGUI Nadia	MCA	ISV/Blida 1
Examinatrice :	EZZEROUG Rym	MCA	ISV/Blida 1
Promotrice :	BETTAHAR Samia	MCB	ISV/Blida 1

Année universitaire 2022/2023

N° d'ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministry of Higher Education and Scientific Research



معهد العلوم البيطرية

Institute of Veterinary
Sciences

جامعة البليدة 1

University Blida-1



Mémoire de Projet de Fin d'Etudes en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

**Contribution à l'étude du profil biochimique
de la lapine de souche synthétique en période
de reproduction**

Présenté par

GUERMI Nihed

MESBAH Ferial

Soutenu le : Juillet 2023

Présenté devant le jury :

Présidente :	CHERGUI Nadia	MCA	ISV/Blida 1
Examinatrice :	EZZEROUG Rym	MCA	ISV/Blida 1
Promotrice :	BETTAHAR Samia	MCB	ISV/Blida 1

Année universitaire 2022/2023

Remerciements

Au terme de ce travail, Nous tenant a remercié Tout d'abord Allah le tout puissant,
de nous avoir donné la volonté, la force et la patience pour

Réaliser ce modeste travail.

Et exprimer nous sincère considérations et remerciements à notre promotrice

Docteur BETTAHAR pour ses conseils, son aide et son orientation et sa

Générosité qu'elle veuille

Bien agréer notre profonde gratitude.

Egalement les membres de jury d'accepter **Docteur CHERGUI** de présider notre travail et

Docteur EZZEROUG pour le temps consacré à l'évaluation de notre mémoire.

Nous tenons également à remercier **Docteur Guermi Ali** pharmacien spécialiste en biologie clinique qui nous a donné libre accès à l'utilisation de matériel nécessaire pour notre travail Ainsi que les explications et le mode de fonctionnement des appareils.

Aussi, nous tenons à remercier le Directeur de l'Institut Technique des Elevages de Baba-Ali d'avoir accepté la réalisation de cette essai expérimental.

Merci à toutes et à tous !

Dédicaces

Avec l'expression de ma reconnaissance je Dédie ce modeste travail à ceux qui quels que soient les termes embrassés je n'arriverais jamais à leur exprimer notre amour sincère.

A mes parents (**Ali et Souad**) qui ont toujours été là pour moi et m'ont soutenu à chaque étape de mon parcours universitaire. Votre amour et votre soutien inconditionnels ont été la force motrice qui m'a permis de persévérer et de réussir. Je ne serais pas où je suis aujourd'hui sans eux. Leurs conseils et leur soutien ont été inestimables tout au long de mon parcours. Je vous suis éternellement reconnaissant pour tout ce que vous avez fait pour moi, et je vous aime plus que tout au monde.

A mes sœurs (**Manel et Lamia**) et mes frères (**Mustapha, Rostom, Souleymene et lamine**) Leur amour, leur soutien et leur amitié ont été un phare dans ma vie, m'aidant à naviguer dans les moments difficiles et à célébrer les moments heureux. Je suis tellement chanceux d'avoir des frères et des sœurs aussi merveilleux et je ne sais pas ce que je ferais sans eux.

A mon grand père **Yahia** paix à son âme je ne t'oublierai jamais et tu resteras toujours dans mon esprit et mon cœur.

A toute ma famille ainsi que mes cousins et cousines.

A toutes mes copines (**Selsabil, Amina, Amira, Ferial, Dalila et Camilia**)

qui ont été des compagnons de route formidables tout au long de mes études. Votre soutien et votre amitié ont été une source de force et d'inspiration pour moi, et je ne pourrais pas être plus reconnaissant pour tout ce que vous avez fait pour moi. Votre présence dans ma vie m'a aidé à grandir, à surmonter les obstacles et à célébrer les victoires. Vous êtes des amies fidèles, aimantes et attentionnées, et je suis tellement chanceuse de vous avoir dans ma vie. Vous êtes toujours là pour moi, que ce soit pour rire ensemble ou pour me soutenir dans les moments difficiles. Inconditionnellement, vous êtes des personnes incroyables et je suis fier de vous appeler mes amies.

Nihad

Dédicaces

De profond de mon cœur, je dédie ce travail a tous ceux qui me sont chers,

A mes parents, Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction et mon bien être

Je vous remercie pour le soutien et l'Amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours que dieu puisse vous accorder sante, bonheur et longue vie

A mes frères : **Amine, Bachir. Mes belles sœurs : Yasmine et Rania**

A mes tantes : **Mimi, Nachida, Zahida et Fouzia** et Mes cousines et cousins sans exception

A mes copines : **Lynda, Khadidja, Rania, Nihad, Dalila, Camélia**

A ma famille et toutes les personnes que J'aime merci pour votre soutien plus que précieux

Feriel

Guermi Nihed & Mesbah feriel

Université de Blida- 1 / Institut des Sciences Vétérinaires

Promoteur : Dr. Bettahar Samia

Contribution à l'étude du profil biochimique de la lapine de souche synthétique en période de reproduction.

Résumé :

Les paramètres biochimiques chez la lapine font référence aux mesures des différents composés biochimiques dans le sang, tels que les enzymes, les protéines, les lipides, les glucides, les électrolytes, les hormones, les gaz sanguins, etc. Les valeurs des paramètres biochimiques chez la lapine peuvent varier en fonction de l'âge, du sexe, de l'état physiologique, de la race, de l'alimentation et de l'environnement. Il est important d'évaluer les paramètres biochimiques sanguins chez la lapine pour diagnostiquer et traiter les troubles de santé.

Notre étude a lieu au niveau du clapier de l'Institut Technique des Elevages de Baba-Ali, Alger. L'étude expérimentale a porté sur 14 lapines avec un taux de gestation de 100%. Les performances de reproduction lors de la deuxième parité, ainsi que l'influence du stade physiologique sur divers paramètres métaboliques ont été examinés. Les résultats ont montré une prolificité moyenne de 7, avec une mortalité à la naissance de 6%. Pour les paramètres métaboliques, nous avons noté une glycémie entre 1.2 et 1.4g/l, une cholestérolémie entre 0.32 et 0.46g/l, une Triglycéridémie entre 0.29 et 0.65g/l, les protéines totales entre 43 et 59g/l, l'albumine entre 27 et 38g/l, l'urée entre 0.35 et 0.53g/l, et une créatinine entre 9 et 11 g/l, une calcémie entre 63 et 88g/l. La Phosphorémie et la Magnésémie ont également été examinés. Cette étude a permis de montrer que les périodes tel que la fin de gestation et de lactation demandent une vigilance à l'éleveur afin de ne pas avoir de baisse de productivité de son élevage

Mots clés : Paramètre biochimique, Performance de reproduction, Souche synthétique, Stade physiologique.

Abstract

Biochemical parameters in rabbits refer to measurements of different biochemical compounds in rabbit's blood or tissues, such as enzymes, proteins, lipids, carbohydrates, electrolytes, hormones, blood gases, etc. The values of biochemical parameters in rabbits can vary according to age, sex, physiological state, breed, diet and environment. It is important to know the reference values of biochemical parameters in rabbits to diagnose and treat health disorders. Our study takes place at the hutger of the Institut Technique des Elevages de Baba-Ali, Algiers. The livestock building used is built hard, oriented in the East-West direction. The experimental study involved 14 rabbits with a gestation rate of 100%. The weight of the rabbits was recorded during the second fertilization and at birth, as well as their productivity, and the influence of the physiological stage on various metabolic parameters was examined. The results showed an average proificity of 7, with a birth mortality of 6%. Metabolic parameters we noted a blood sugar level between 1.2 and 1.4g/l, a cholesterolemia between 0.32 and 0.46g/l, Triglyceridemia between 0.29 and 0.65g/, total proteins between 43 and 59g/l, albumin between 27 and 38g/l, urea between 0.35 and 0.53g/l, and a creatinine between 9 and 11 g/l, a calcemia between 63 and 88g/l. Phosphoraemia and Magnesemia were also examined. This study has shown that periods such as the end of gestation, at the time of parturition and during lactation require vigilance on the part of the farmer in order to avoid a drop in productivity on his farm.

Key words : Synthetic strain ; Reproductive performance ; Biochemical parameter ; physiological stage.

ملخص

تشير المعلمات الكيميائية الحيوية في الأرانب إلى قياسات المركبات الكيميائية الحيوية المختلفة في دم الأرانب أو أنسجته، مثل الإنزيمات والبروتينات والدهون والكربوهيدرات والإلكتروليتات والهرمونات وغازات الدم وما إلى ذلك. يمكن أن تختلف قيم المعلمات الكيميائية الحيوية في الأرانب وفقا للعمر والجنس والحالة الفسيولوجية والسلالة والنظام الغذائي والبيئة. من المهم معرفة القيم المرجعية للمعلمات الكيميائية الحيوية في الأرانب لتشخيص الاضطرابات الصحية وعلاجها. تجري دراستنا في مكان معهد تقنيات المرتفعات في بابا علي، الجزائر العاصمة. تم بناء مبنى الثروة الحيوانية المستخدم بقوة، موجه في الاتجاه الشرقي الغربي. شملت الدراسة التجريبية 14 أرنا بمعدل حمل 100%. تم تسجيل وزن الأرانب خلال الإخصاب الثاني وعند الولادة، وكذلك إنتاجيتها، وتم فحص تأثير المرحلة الفسيولوجية على المعلمات الأيضية المختلفة. أظهرت النتائج متوسط قيمة 7، مع وفيات عند الولادة بنسبة 6%. كما تم فحص المعلمات الأيضية مثل جلوكوز الدم 1.2-1.4 غ/ل والكوليسترول 0.32-0.46 غ/ل والدهون الثلاثية 0.29-0.65 غ/ل والبروتينات الكلية 43-59 غ/ل والألبومين 27-38 غ/ل واليوريا 0.35-0.53 غ/ل والكرياتينين 9-11 غ/ل والكالسيوم 63-88 غ/ل والفوسفوريميا والمغنيسيوم. أظهرت هذه الدراسة أن فترات مثل نهاية الحمل ووقت الولادة وأثناء الرضاعة تتطلب يقظة من جانب المزارع لتجنب انخفاض الإنتاجية في مزرعته.

الكلمات المفتاحية: سلالة اصطناعية ; الأداء التناسلي ; المعلمة البيو كيميائية ; المرحلة الفيزيولوجية

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE.....	2
1. Filière cunicole en Algérie	3
2. Espèces cunicoles	4
Lapin kabyle	4
2.1. Population blanche	4
2.2. Souche synthétique	5
3. Systèmes d'élevage.....	5
3.1. Système traditionnel.....	5
3.2. Système rationnel.....	6
CHAPITRE II :	7
REPRODUCTION CHEZ LA LAPINE.....	7
CHAPITRE II : REPRODUCTION CHEZ LA LAPINE.....	8
1. Anatomie de l'appareil reproducteur femelle.....	8
2. Physiologie de la reproduction.....	9
2.1. Ovogénèse	9
2.2. Cyclicité de la reproduction.....	9
2.3. Régulation hormonale	10
3. Fonction de reproduction	11
3.1. Saillie.....	11
3.2. Gestation	12
3.3. Mise bas	13
4. Effet de l'environnement sur les performances de reproduction	13
4.1. Effet de la saison, rôle de l'éclairage	13
4.2. Influence de la température.....	14
4.3. Influence de l'alimentation.....	14
5. Rythme de reproduction	16
5.1. Rythme extensif	16
5.2. Rythme semi-intensif.....	16
5.3. Rythme intensif ou post-partum	16
6. Lactation.....	17
6.1. Anatomie de la glande mammaire	17
6.2. Fonctionnement de la glande mammaire	18
6.3. Régulation hormonale de la sécrétion lactée	19

6.4. Evolution de la composition du lait chez la lapine.....	20
CHAPITRE III : PARAMETRES BIOCHIMIQUES SANGUINS.....	23
1. Paramètres de métabolisme énergétique	23
1.1. Glucose.....	23
1.2. Cholestérol.....	23
1.3. Triglycéride	24
2. Paramètres du métabolisme protéique	24
2.1. Protéines totales.....	24
2.2. Urée	25
2.3. Créatinine.....	25
2.4. Albumine	25
3. Paramètres du métabolisme minéral.....	26
3.1. Calcium	26
3.2. Phosphore	26
3.3. Magnésium.....	27
PARTIE EXPÉRIMENTALE	29
1. Matériel et Méthodes :	30
1.1 Objectif de l'expérimentation : l'objectif de notre travail est d'étudier les valeurs plasmatiques des paramètres biochimiques de la lapine en période de reproduction, en vue d'une surveillance biologique.	30
1.2 Logement et matériel d'élevage.....	30
1.3 Matériel biologique	30
1.4 Alimentation.....	31
1.5 Conduite de l'élevage	31
1.6 Programme de prophylaxie.....	31
1.7 Prélèvements sanguins	32
1.8 Protocole expérimental et paramètres mesurés	32
1.9 Analyse de laboratoire	33
2. Résultats et discussion	39
2.1 Paramètres de reproduction.....	39
2.2 Influence du stade physiologique sur les paramètres du métabolisme énergétique 40	
2.3 Influence du stade physiologique sur les paramètres du métabolisme azoté	43
2.4 Influence du stade physiologique sur les paramètres du métabolisme minéral ..	46
CONCLUSION	50
Références bibliographiques.....	53

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Composition comparée du lait de vache, de chèvre, de brebis et de lapine.....	20
Tableau 2 : tableau comparatif des paramètres biochimiques courants chez les lapins, les rats et les souris.....	28
Tableau 3 : Résultats de productivité des lapines nullipares.	39

Liste des Figures

Figure 1 : Evolution de la production de viande de lapin en Algérie.....	3
Figure 2 : Le lapin kabyle	4
Figure 3 : Population blanche	5
Figure 4 : Schéma de l'appareil génital de la femelle	8
Figure 5 : Régulation hormonale du réflexe ovulatoire chez la lapine	11
Figure 6 : Évolution au cours de la gestation du poids d'un placenta maternel et de celui du placenta foetal correspondant.....	12
Figure 7 : Répartition des périodes de gestation, lactation et repos chez des lapines soumises à divers rythmes de reproduction.....	17
Figure 8 : Schéma d'une glande mammaire.....	18
Figure 9 : Batiment d'élevage de l'ITELV	30
Figure 10 : Pesée de la lapine et de sa portée lors de la mise bas	32
Figure 11 : Automate de biochimie	34
Figure 12 : Concentration de la glycémie par stade physiologique de reproduction chez les lapines de souche synthétique (n=14)	40
Figure 13 : Concentration du cholestérol par stade physiologique de reproduction chez les lapines de souche synthétique (n=14)	41
Figure 14 : Concentration des triglycérides par stade physiologique de reproduction chez les lapines de souche synthétique (n=14)	42
Figure 15 : Concentration des protéines totales par stade physiologique de reproduction chez les lapines de souche synthétique (n=14)	43
Figure 16 : Concentration de l'albumine par stade physiologique de reproduction chez les lapines de souche synthétique (n=14)	44
Figure 17 : Concentration de l'urée par stade physiologique de reproduction chez les lapines de souche synthétique (n=14).....	45
Figure 18 : Concentration de la créatinine par stade physiologique de reproduction chez les lapines de souche synthétique (n14)	46
Figure 19 : Concentration du calcium total par stade physiologique de reproduction chez les lapines de souche synthétique (n=14)	47
Figure 20 : Concentration du phosphore par stade physiologique de reproduction chez les lapines de souche synthétique (n14)	48
Figure 21 : Concentration du magnésium par stade physiologique de reproduction chez les lapines de souche synthétique(n=14)	49

Liste des abréviations

FSH : Hormone folliculo -stimulante

LH : Hormone lutéinisante

GnRH : gonadotrophine -releasing hormone

PGF2alpha : prostaglandine F2 alpha

GOD : Glucose oxydase

POD : peroxydase

H2O2 : peroxyde d'oxygène

GPO : glycérophosphate déshydrogénase

GK : glycérol kinase

G3P : Glycérol 3 phosphate

ADP : l'adénosine 5-diphosphate

DAP : dihydroxyacétone-phosphate

ATP : adénosine triphosphate

LPL : Lipoprotein lipase

CHE : Cholinoestérase

CHOD : Cholestérol oxydase

NH3 : Formule chimique de l'ammoniac

pH : est une mesure de l'acidité ou de l'alcalinité d'une solution

BCG : Bromcresol Green

Nm : nanomètre

Cm : Centimètre

INTRODUCTION

L'élevage des lapins occupe une place importante actuellement dans les pays en développement. En effet, Le lapin est utilisé comme source précieuse de protéines animales dans les communautés rurales et comme modèles biologiques pour les expériences in vivo de laboratoire dans les institutions académiques [1].

Il occupe une place de choix comme espèce animale d'élevage à cycle court et prolifique. Une femelle peut produire 25 à 30 lapins vendus par an à l'âge de 4mois et pesant 2 à 2,5 kg par animal [2]. Mais pour atteindre ces objectifs de reproduction, l'état nutritionnel de la femelle et l'état de santé doivent faire l'objet de surveillance sur un plan biologique. L'évaluation des paramètres biochimiques constituent un moyen fiable pour l'évaluation des performances de la lapine [3].

Les progrès de la biochimie mettent à la disposition de la médecine vétérinaire, des méthodes de plus en plus précises permettant non seulement de préciser un diagnostic dans des cas pathologiques mais encore de contrôler le comportement physiologique des animaux et de prévoir dans une certaine mesure les effets possibles de leur ration ou les troubles susceptibles de venir à brève échéance compromettre leur rendement [4].

L'évaluation des paramètres biochimiques des animaux permet de faire une surveillance du niveau des apports alimentaires [5]. De même, le profil biochimique sanguin est extrêmement important dans la gestion de la santé des animaux [6], et est un outil commun pour le diagnostic précoce, ou la correction de troubles nutritionnels et métaboliques avant l'apparition de symptômes plus graves [7].

Ainsi, l'objectif de notre travail est d'étudier les valeurs plasmatiques des paramètres biochimiques de la lapine en période de reproduction, en vue d'une surveillance biologique.

Ce travail est divisé en deux partie :

- La première partie est consacrée à la synthèse bibliographique qui a donné des généralités sur le lapin, la physiologie de reproduction et une connaissance sur les paramètres biochimiques
- La deuxième partie présente la méthodologie de l'expérimentation ainsi que les résultats obtenus et la discussion et conclusion .

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I :

GÉNÉRALITÉS SUR LA CUNICULTURE

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS SUR LA CUNICULTURE

1. Filière cunicole en Algérie

En Algérie, l'élevage de lapin de chair a connu depuis quelques années un développement considérable. En milieu rural, la cuniculture traditionnelle est ancienne comparativement à l'élevage rationnel qui reste une pratique récente dans notre pays qui est apparu à partir des années 1980. En Algérie, la production de viande de lapin est estimée à 27 000 tonnes par an [8].

L'Algérie est classée en dixième position à l'échelle mondiale, avec une production estimée de 8250 tonnes en 2013, ce qui représente 0,7 % de la production mondiale globale. Cette production est particulièrement concentrée au centre du pays notamment dans la région de Tizi-Ouzou. La production nationale a connu une évolution remarquable durant les cinq dernières années suite aux différents programmes et projets de développement et de rationalisation de cet élevage (Figure 1).

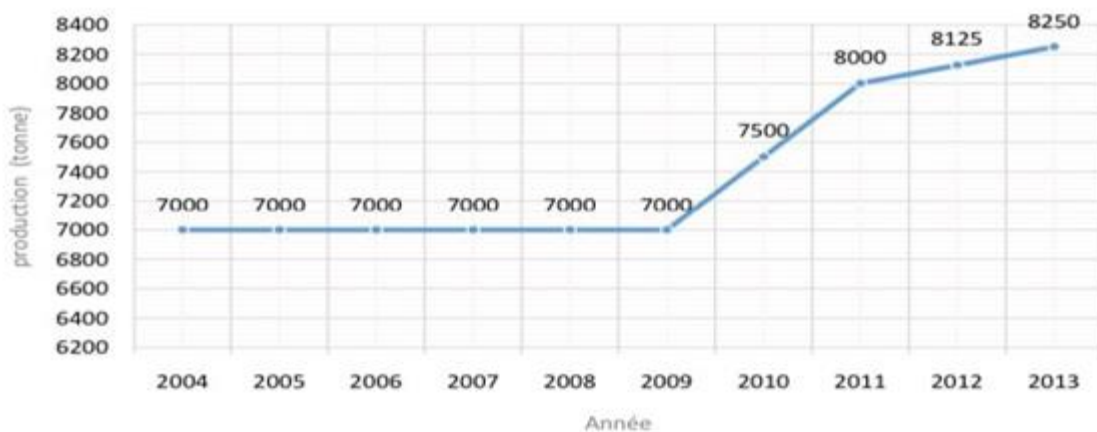


Figure 1 : Evolution de la production de viande de lapin en Algérie [9]

2. Espèces cunicoles

Lapin kabyle

Appartenant à la population locale de la Kabylie (région de Tizi Ouzou), c'est un lapin caractérisé par un poids adulte moyen de 2,8 kg. Ce poids permet de le classer dans le groupe des races légères, comme les lapins Hollandais et Himalayen [10].

Le lapin kabyle possède un corps de longueur moyenne (type arqué), descendant en courbe progressive de la base des oreilles à la base de la queue et de bonne hauteur, porté sur des membres de longueur moyenne. Sa partie postérieure est bien développée avec des lombes bien remplies et une queue droite. La tête est convexe portant des oreilles dressées. Son pelage est doux, présentant plusieurs phénotypes de couleurs, conséquence de la Contribution des races importées : Fauve de Bourgogne, blanc Néozélandais, Californien [11](Figure 02). Cette population présente une bonne adaptation aux conditions climatiques locales, elle est utilisée principalement dans la production de viande. La productivité numérique enregistrée chez les femelles de cette population est de l'ordre de 25 à 30 lapins sevrés /femelle /an [12].

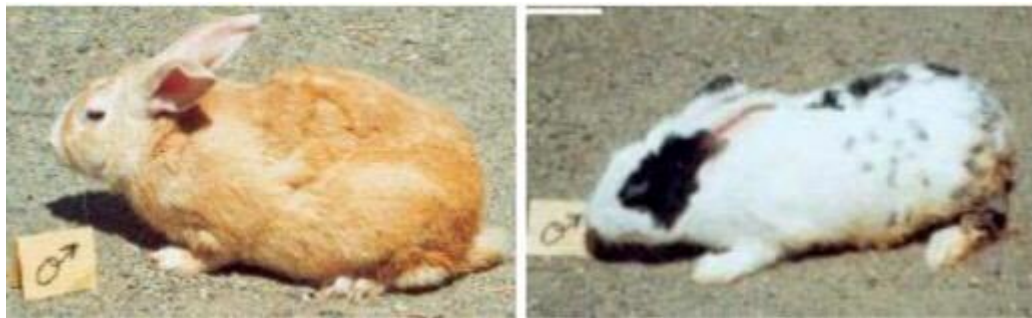


Figure 2 : Le lapin kabyle [11]

2.1. Population blanche

Le lapin de population blanche se caractérise par un phénotype de type « Albinos » dominant (Figure 3). Cette souche est plus lourde et plus prolifique que la population locale [13].



Figure 3 : Population blanche [14]

2.2. Souche synthétique

Appelée « ITELV 2006 » a été créée en 2003 pour améliorer le potentiel génétique des lapins destinés à la production de viande en Algérie. Elle a été obtenue par un croisement initial entre la population locale et la souche INRA2666. Elle est plus lourde et plus productive que les lapins de population locale [15].

3. Systèmes d'élevage

3.1. Système traditionnel

L'élevage traditionnel est généralement constitué d'un nombre restreint de lapins. Selon [16] les éleveurs du secteur traditionnel possèdent entre 5 à 8 lapines, plus rarement entre 10 à 20 lapines. Ce type d'élevage se trouve en milieu rural ou à la périphérie des villes [17] Dans ce type d'élevage, les animaux consomment le plus souvent des déchets ménagers, quelques produits des cultures (feuilles et collets de betteraves) et céréales au moment de la récolte.

Dans le système traditionnel, le lapin est considéré comme une réserve de sécurité alimentaire. Il est essentiellement pratiqué par les femmes, la vente des produits leur assurant des revenus réguliers.

Selon [16], les animaux utilisés sont de races locales, ils sont logés dans des vieux locaux récupérés et quelquefois dans des bâtiments traditionnels aménagés spécialement à cet élevage

3.2. Système rationnel

Dans ce type d'élevage, les animaux sont logés dans des constructions adéquates divisées en compartiment spécifique de maternité et d'engraissement. Les femelles et les mâles sont élevés dans des cages individuelles et les lapereaux ensembles. Les cages de maternité sont pourvues de boîte à nid. Ce type d'élevage dispose d'aliment spécifique qui est distribué sous forme de granulé commercial [18].

L'objectif de ce système est d'améliorer les performances du lapin et d'assurer une maîtrise des techniques d'élevage afin d'augmenter les rendements et la productivité.

CHAPITRE II :

REPRODUCTION CHEZ LA LAPINE

CHAPITRE II : REPRODUCTION CHEZ LA LAPINE

1. Anatomie de l'appareil reproducteur femelle

L'organisation de l'appareil génital est identique à celui des autres mammifères (Figure 4). Chez la lapine, le vestibule vaginal est très long (4 cm) et fait suite au vagin. C'est à ce niveau que se situent les deux glandes préputiales.

Le vagin est plat (4 cm) et le col est double (2 cm). L'utérus est également double, les deux parties sont distinctes, sans communication. Elles ont 10 à 12 cm de long, en cylindre. Chaque utérus a une corne de 6 à 8 cm de long et très fine (2 à 4 mm). Les oviductes sont longs (10 à 16 cm), le pavillon est très développé. On peut trouver des polypes à la jonction utéro-tubaire.

Les ovaires sont à la hauteur de la quatrième lombaire. Il n'y a pas de bourse ovarique. L'ovaire de la lapine augmente constamment de volume et sa forme est celle d'une graine d'avoine.

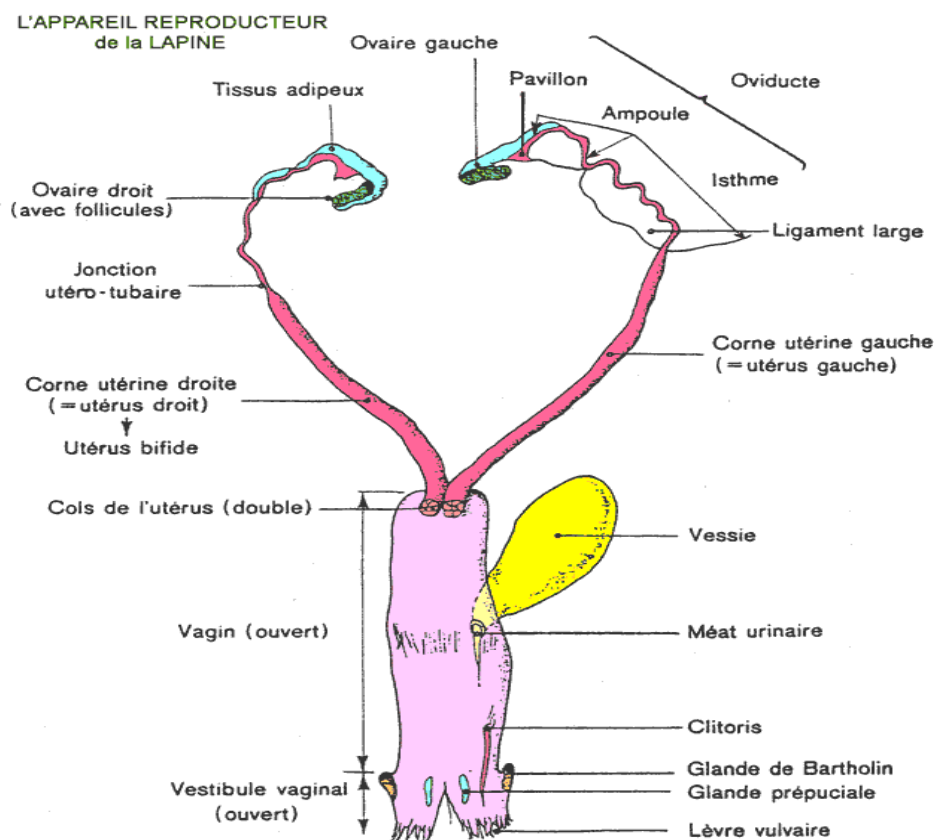


Figure 4 : Schéma de l'appareil génital de la femelle [19].

2. Physiologie de la reproduction

2.1. Ovogénèse

Elle se définit comme une succession de phases qui permettent de passer d'une cellule souche à un gamète femelle ou ovule apte à être fécondé. L'ovogénèse diffère notablement de la spermatogénèse par le fait que le stock d'ovogonies est définitif dès la naissance.

2.2. Cyclicité de la reproduction

Il n'y a pas véritablement de cycle de reproduction chez les lapins sachant que la femelle connaît de grandes périodes de réceptivité de 4 à 6 jours durant lesquelles elle peut s'accoupler. Cette phase s'alterne avec des périodes de repos de 10 jours environ.

Chez la lapine, l'ovulation nécessite un stimulus (accouplement). On parle alors "d'ovulation provoquée". Il est difficile alors de parler d'un cycle œstral et répétitif chez la lapine, en dehors de la période de gestation.

Plusieurs hypothèses ont été émises sur le déroulement de la cyclicité chez la lapine. [20] pensent que la croissance folliculaire est continue. Quand un nombre suffisant de follicules en croissance atteint le stade pré-ovulatoire (diamètre 900 μm), il y aurait atresie d'autres follicules dont le diamètre serait inférieur (700 μm). Cette inhibition serait levée avec l'ovulation et d'autres follicules pourraient croître à nouveau. S'il n'y a pas d'ovulation, les follicules pré-ovulatoires régressent et un nouveau cycle recommence.

Selon [21], les follicules mûrs ne restent pas indéfiniment dans l'ovaire mais suivent un processus de régression après une période de 7 à 10 jours. D'autres auteurs estiment qu'il n'y a pas de cycle œstral au sens strict mais plutôt d'un rythme de réceptivité sexuelle de la femelle. Cette réceptivité correspondrait à la présence, à la surface de l'ovaire, de follicules prêts à ovuler.

2.3. Régulation hormonale

On distingue deux étapes : la phase de maturation et l'ovulation qui font intervenir des mécanismes différents (Figure 5) [22].

Sous l'action de la GnRF, l'hypophyse élabore et libère la FSH et la LH responsables au départ de la croissance d'un certain nombre de follicules. Un phénomène de régulation intra-ovarienne mal connu inhibe le développement des follicules de réserves.

La croissance finale des follicules fait intervenir la FSH et la LH déjà citées. La première permet de mûrir le follicule alors que la seconde induit la formation de cellules sécrétrices des stéroïdes ovariens : des œstrogènes sécrétés en quantité importante, des androgènes et des progestérones.

Le comportement sexuel de la lapine est lié au taux de stéroïdes circulant dans le sang. Le comportement d'œstrus est induit par les œstrogènes et certains androgènes. L'ablation de l'ovaire entraîne une disparition rapide du comportement d'œstrus qui réapparaît juste après une injection d'œstrogènes. La progestérone semble donc inhiber le comportement d'œstrus mais de manière insuffisante, puisque des lapines en cours de gestation acceptent le mâle, ce qui explique le comportement de la femelle par effet retour vers le centre nerveux des stéroïdes.

L'ovulation est induite par l'accouplement en saillie naturelle. On parle de réflexe ovulatoire qui fait intervenir deux voies successives [22]:

* *la voie afférente* : c'est une voie nerveuse qui transmet le stimulus du coït au système nerveux central.

**la voie efférente* : c'est la transmission de l'ordre d'ovulation du système nerveux central à l'ovaire.

Le centre nerveux transmet l'ordre à l'hypothalamus qui convertit le flux en message hormonal en libérant un "releasing factor" dans le système sanguin. Ce "releasing factor" agit sur la partie antérieure de l'hypophyse qui libère à son tour la FSH et la LH. La FSH provoque la maturation folliculaire finale. Les follicules mûrs subissent la méiose conduisant à la formation des ovules.

La LH permet de déclencher la ponte ovulaire qui intervient 10 à 12 heures après l'accouplement, suite à la rupture des follicules de DeGraff.

En outre, suite à l'accouplement, l'hypothalamus induit la libération d'ocytocine par la post-hypophyse. Cette hormone facilite la ponte ovulaire. Il y aurait également une sécrétion au niveau des tissus ovariens de prostaglandines lors de la ponte ovulaire [23].

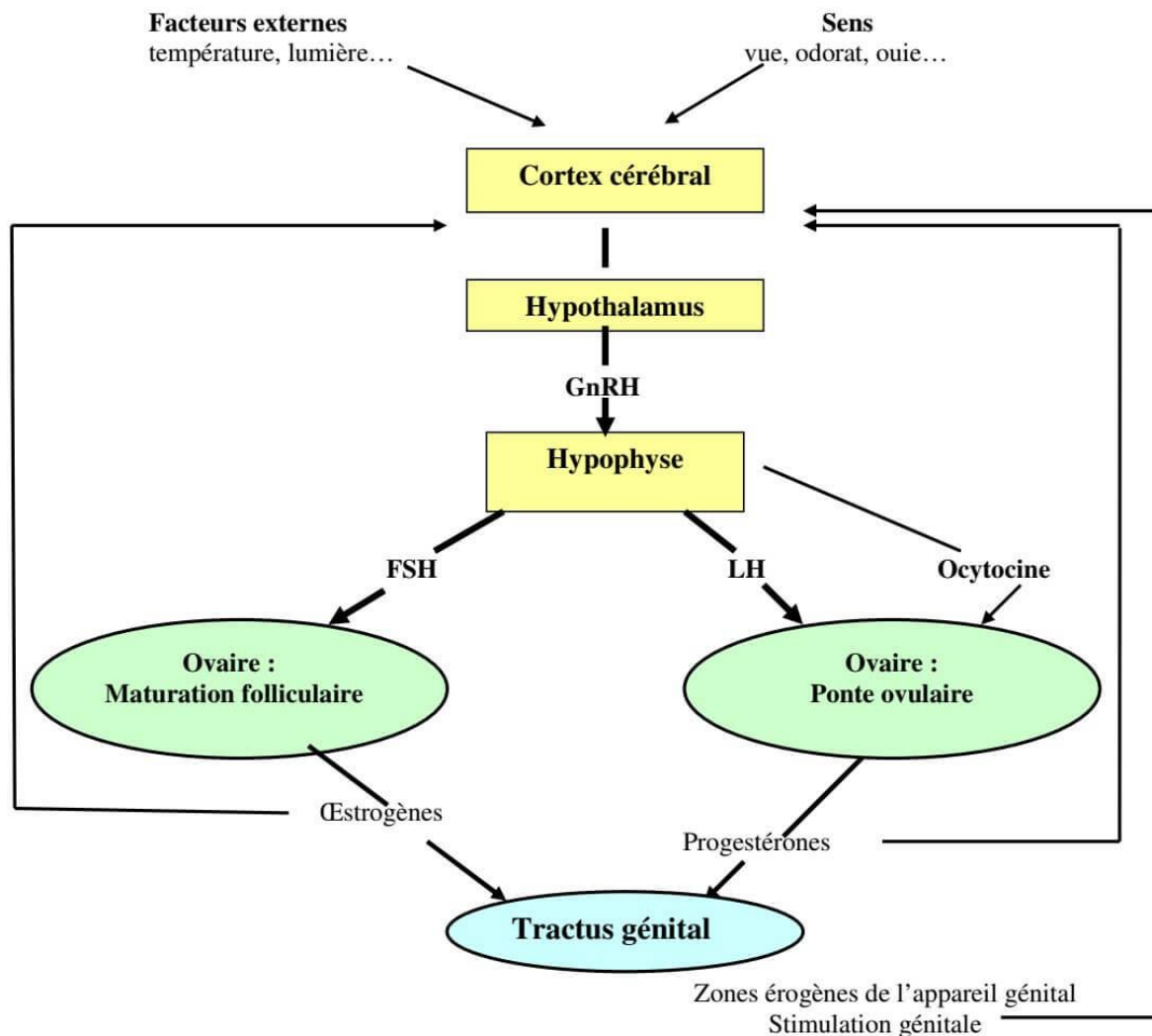


Figure 5 : Régulation hormonale du réflexe ovulatoire chez la lapine [22].

3. Fonction de reproduction

3.1. Saillie

L'âge à la maturité sexuelle est variable selon les races, souches et populations. En général, il faut attendre que le poids moyen des animaux corresponde à peu près à 75-80% du poids adulte [24]. La femelle de population locale est mise à la reproduction à partir de 4

à 4,5 mois [25] dont le poids moyen adulte est 2 kg. Pour les mâles l'âge est déterminé à partir de 6 mois.

En élevage rationnel, la saillie s'effectue dans la cage du mâle, le coït déclenche l'ovulation (par stimuli du cortex cérébral) permettant ainsi la libération des ovules par les follicules de DeGraff, qui a lieu entre 10 et 12 heures après le coït.

3.2. Gestation

Chez la lapine, la durée de gestation varie entre 30 et 32 jours [26]. Cette durée varie en fonction de l'effectif de la portée, plus courte pour les portées de grande taille [18]. Le diagnostic de gestation est effectué par une palpation abdominale pratiquée 10 à 12 jours après la saillie [19]. La lapine peut accepter l'accouplement tout en étant gestante mais sans conséquence sur la portée et sur l'ovulation [27].

Parallèlement au développement du fœtus, le placenta maternel se développe d'abord pour atteindre son poids maximal vers le 16e jour de gestation. Vers le 10e jour, le placenta foetal est visible et, jusqu'à la mise bas, il prend une importance de plus en plus grande (figure 6). Les pertes embryonnaires mesurées par comparaison du nombre de corps jaunes et du nombre d'embryons vivants sont en moyenne très importantes. En général, seulement 60-70 pour cent des ovules pondus donnent finalement des lapereaux vivants à la naissance.

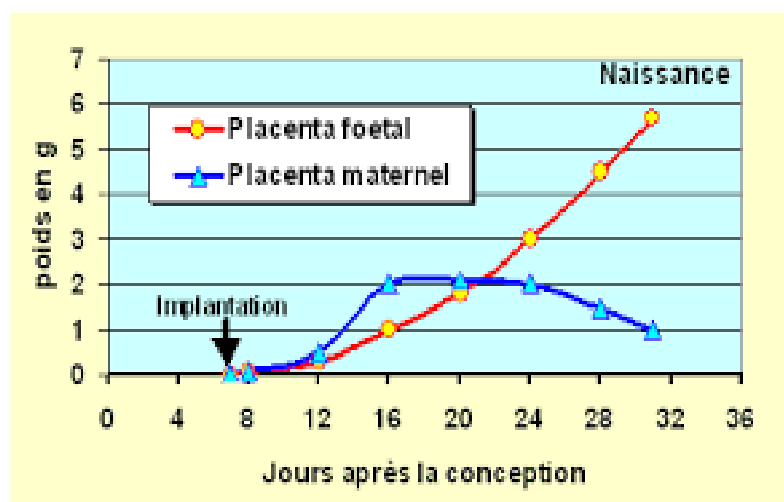


Figure 6 : Évolution au cours de la gestation du poids d'un placenta maternel et de celui du placenta foetal correspondant d'après [28].

3.3. Mise bas

Le mécanisme de la parturition est assez mal connu. Il semble toutefois que le niveau de sécrétion des corticostéroïdes par les surrénales des jeunes lapereaux joue un rôle, comme c'est le cas dans d'autres espèces, pour donner le signal de la parturition. Les prostaglandines type PGF2a jouent également un rôle dans le déclenchement du part. A la fin de la gestation, la lapine construit un nid avec des poils et la litière (paille, copeaux, etc.) mise à sa disposition. Ce comportement est lié une augmentation du rapport œstrogène/progestérone et à la sécrétion de prolactine.

La mise-bas dure d'un quart d'heure à une demi-heure, en fonction de l'effectif de la portée. Le nombre de lapereaux par mise bas peut varier dans les cas extrêmes de 1 jusqu'à 20 lapereaux. Les portées le plus fréquemment rencontrées vont de 3 à 12 lapereaux ; les moyennes dans les élevages se situent entre 7 et 9 lapereaux par portée, mais cela reste très variable.

Après la mise bas, l'utérus involue très rapidement et perd plus de la moitié de son poids en moins de 48 heures.

4. Effet de l'environnement sur les performances de reproduction

Le milieu extérieur et ses composantes (saison, alimentation, mode et rythme de reproduction) jouent un rôle important dans la variation des performances de reproduction des lapines.

4.1. Effet de la saison, rôle de l'éclairement

La saison ainsi que la lumière ont un effet sur la reproduction du lapin comme chez toutes les espèces animales.

Chez la femelle, le comportement d'œstrus ainsi que le taux d'ovulation sont ralentis en automne [29], le facteur principal de cette variation est la durée de l'éclairement en plus de la température. Des expériences menées sur des lapines reproductrices ont montré qu'un

passage de 8 heures à 16 heures de lumière par jour améliore le pourcentage de femelles réceptives [30].

[31] ont observé sur des lapines de race Néo-Zélandaise Blanche que le taux de conception était différent pour chaque saison : l'hiver est la saison où ils enregistrent un taux de fertilité le plus élevé (89%) par rapport au printemps où le taux de fertilité est de 76,3%. En automne et en été le taux de conception diminue puisqu'ils enregistrent respectivement un taux de 68,9% et de 63,3%. Les mêmes constatations ont été faites par [32] sur la population locale en Algérie.

Selon les mêmes auteurs d'autres paramètres de productivité sont influencés par l'effet de la saison, ils observent que le taux de mortinatalité et de mortalité pré sevrage sont les plus élevés au printemps et que la meilleure taille de portée à la naissance et au sevrage est observée en hiver.

4.2. Influence de la température

La zone de confort chez le lapin se situe à une température ambiante de 21°C [33] Lorsque la température s'élève, les performances du lapin sont altérées :

- La fertilité de la femelle est inhibée par inhibition de l'œstrus
- La mortalité embryonnaire est plus élevée et à un stade assez précoce

Les femelles saillies en été acceptent moins le mâle que celles saillies en automne et en hiver [34] Aussi, La saison de mise bas influe sur la viabilité de lapereaux, l'hiver représente la saison la plus favorable pour la mortalité par contre la viabilité sous la mère est meilleure au printemps [35].

De plus, la mortalité avant sevrage est plus importante en hiver, probablement en raison du froid et une mauvaise préparation des boîtes à nid. L'été a surtout un effet très sensible sur la mortalité après sevrage qui peut atteindre des valeurs très élevées [34][36] rapportent une influence significative de la saison de mise bas sur la mortalité des lapereaux et enregistre un taux élevé en été (19.2%) et un taux de mortalité naissance- sevrage le plus élevé en automne (19.5%).

4.3. Influence de l'alimentation

L'alimentation joue un rôle prépondérant sur les performances zootechniques du lapin. A cet effet, les besoins de la lapine en différents constituants ont été établis. Les auteurs s'accordent pour considérer le taux de protéines brutes à 17%, acceptable pour optimiser l'ensemble du cycle de reproduction [37].

Un taux élevé (21%) de protéines semble défavorable à la fécondation des femelles [37], alors que ce n'est pas le cas pour un taux réduit.

Les besoins en acides aminés font l'objet d'un nombre réduit de travaux de recherche. Ainsi, avec des rations contenant 17% de protéines brutes, [38] cité par [37] n'ont observé aucune différence entre les performances obtenues avec 0,42% ou 0,77% d'acides aminés soufrés. A l'inverse, [39] mentionnent une amélioration du poids et de la taille de portée après addition de lysine (0,23%) à des aliments contenant 15% ou 18% de protéines. Par ailleurs, [40] observent une amélioration de la production laitière à la 3^{ème} semaine avec une ration contenant 0,63% d'acides aminés soufrés (DL-méthionine).

Un apport énergétique est essentiel lorsque les besoins de production sont élevés. En effet, [41] observe chez la population locale tunisienne que le plus faible taux de fertilité et de prolificité est rencontré chez les lapines qui ont disposées d'une ration composée exclusivement de fourrage de vesce avoine par rapport aux lapines qui ont reçu en plus du fourrage d'un aliment concentré soit sous forme de déchets de triticale, soit sous forme d'aliment complet.

Selon le même auteur, c'est une restriction de l'alimentation énergétique qui affecte les paramètres de productivité de la femelle. Une hypothèse similaire a été émise par [25] sur nos élevages traditionnels où les animaux enregistrent une prolificité de seulement 5,04 et un nombre de nés vivants de 4,79. D'autres travaux concernent la détermination du besoin énergétique de la lapine selon le rythme de reproduction auquel elle est soumise. Ainsi l'augmentation de la teneur en énergie de l'aliment des lapines gestantes et allaitantes n'améliorait pas le développement embryonnaire, ni la survie des fœtus, contrairement à la production laitière [42].

Les besoins en minéraux de la lapine se situent aux environs de 1,5% pour le calcium et de 0,22% pour le phosphore [37]. Un apport excessif en calcium ne semble pas entraîner d'altération grave de la productivité des lapines lorsque l'aliment est normalement pourvu en phosphore [43]. Par contre, un apport supplémentaire de phosphore (1,13% MS) dans un

aliment riche en calcium ne réduit pas les effets de l'excès calcique, mais diminue très significativement la taille de la portée au sevrage par double action sur l'effectif de lapereaux nés et sur leur viabilité [43].

5. Rythme de reproduction

Le rythme de reproduction qui constitue l'intervalle entre deux mises bas, influence sur la productivité d'une lapine dans un élevage cunicole. Selon la durée de cet intervalle on distingue trois types de rythmes de reproduction (Figure 7)

5.1. Rythme extensif

Les femelles sont saillies après le sevrage. La fertilité et la réceptivité sont les plus élevées ; mais c'est un rythme peu adopté car il ne permet qu'une productivité très limitée par unité de temps et n'utilise pas toutes les possibilités de la lapine [19].

5.2. Rythme semi-intensif

La mise à la reproduction se fait 10 à 12 jours après la mise bas. Ce rythme est aujourd'hui le plus fréquemment utilisé car il s'accompagne d'une bonne productivité. Toutefois, la réceptivité des lapines est plus faible qu'après le sevrage [44].

La fécondité des femelles est plus élevée lorsqu'elles sont inséminées à partir 11 jours après la mise bas malgré des réserves corporelle plus faibles [45].

5.3. Rythme intensif ou post-partum

La mise en reproduction est effectuée 0 à 2 jours après la mise bas. La quasi-totalité des lapines sont en œstrus à ce moment et acceptent l'accouplement [46].

Des travaux de [47] réalisés sur la race Géante d'Espagne ont montré que le rythme intensif induisait de faibles performances de reproduction notamment pour la prolificité et le nombre de nés vivants.

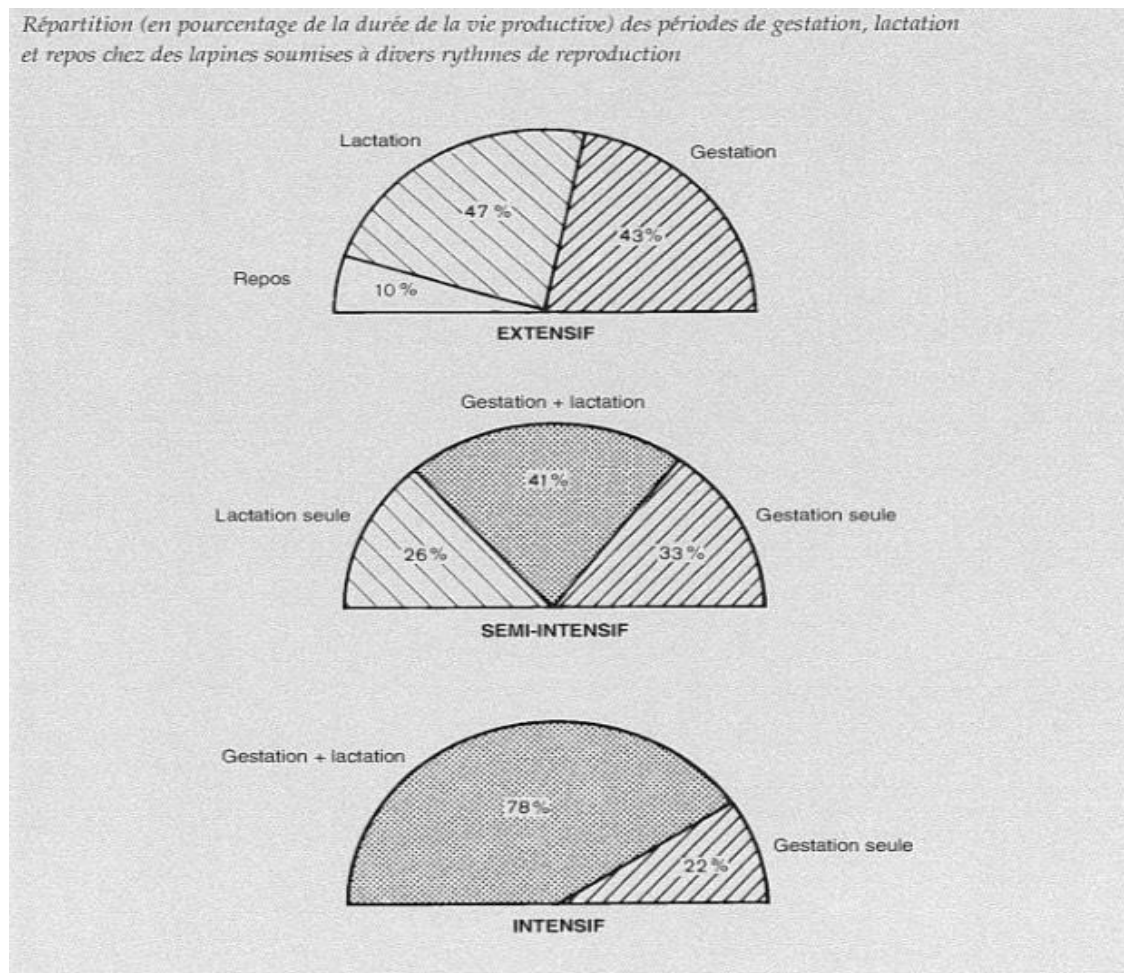


Figure 7 : Répartition des périodes de gestation, lactation et repos chez des lapines soumises à divers rythmes de reproduction [44].

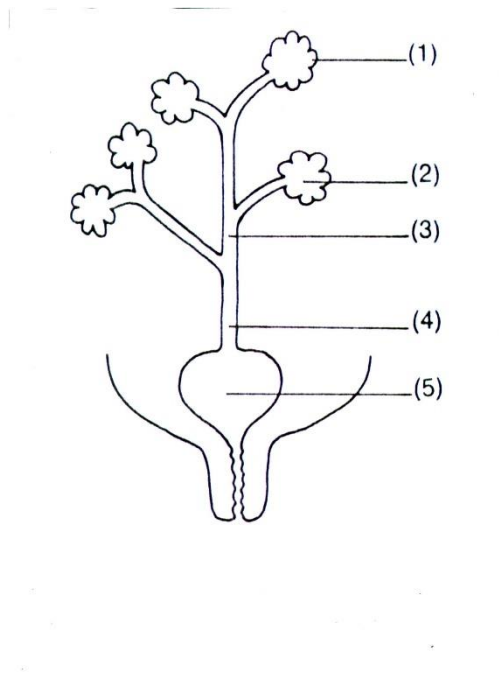
6. Lactation

6.1. Anatomie de la glande mammaire

D'origine ectodermique, la glande mammaire offre l'aspect d'une glande en grappe dont le parenchyme est formé de l'agglomération de lobes indépendants séparés les uns des autres par des cloisons conjonctives dans lesquelles circulent vaisseaux, nerfs et lymphatiques. Chaque lobe est subdivisé en lobules qui se subdivisent eux-mêmes en acini sécrétants.

Chaque acinus est formé d'une membrane propre ou vitrée, tapissée d'une double assise de cellule ; une assise externe faite de cellules allongées, cellules myoépithéliales, qui jouent un rôle dans l'excrétion et une assise interne constituée de cellules cubiques, éléments nobles

chargés de la sécrétion. Cette dernière s'élimine par les canaux excréteurs qui aboutissent aux canaux galactophores, lesquels s'ouvrent finalement au niveau du ou des sinus (Figure8)



1.Acinus- 2. Lobule- 3. Canal lobulaire- 4. Canal galactophore- 5. Sinus galactophore

Figure 8 : Schéma d'une glande mammaire [48]

6.2. Fonctionnement de la glande mammaire

Bien constituée et peu volumineuse à la naissance, la glande mammaire subit peu de changements jusqu'à la puberté, à partir de cette époque et sous l'influence de facteurs hormonaux, elle subit un développement plus important correspondant à la préparation de son fonctionnement.

Dans les derniers temps de la gestation, les cellules épithéliales alvéolaires commencent à sécréter : le chondriome devient actif, les cellules se chargent de granules lipidiques et protéiques qui s'accumulent dans la lumière alvéolaire pour former le colostrum. La sécrétion colostrale dure 3 à 4 jours après la mise bas, suivi par la phase lactogène proprement dite [48].

Une série de modifications biochimiques et histologiques témoignent de l'état sécrétoire de la glande. Les cellules épithéliales se chargent en acide ribonucléique, véritable témoin de la sécrétion protéique et présentent un aspect histologique qui se caractérise par l'hypertrophie des éléments épithéliaux, la raréfaction du tissu conjonctif interstitiel et la disparition du tissu graisseux. Cet aspect histologique varie en fonction du stade physiologique de pré-excrétion, d'excrétion ou de réparation [48]:

* Au stade de *pré-excrétion* la cellule épithéliale est énorme et sous tension : elle renferme deux noyaux dont l'un est rapproché de la partie basale tandis que l'autre voisine le centre de la cellule. Le chondriome est très abondant autour du noyau, tandis que le cytoplasme de la partie apicale de la cellule renferme de très nombreuses gouttelettes graisseuses.

* *L'excrétion holo-méocrine* consiste en la décapitation de la cellule dont la partie apicale se détache pour tomber dans la lumière du canal excréteur et la cellule binuclée perd le noyau le plus éloigné de la basale. La partie basale reste accolée à la vitrée et le protoplasme, réduit à une simple bande, renferme le noyau profond et le chondriome.

* A la période de *reconstitution*, la cellule régénère son cytoplasme, le noyau se divise et le chondriome reprend son activité : un autre cycle peut recommencer.

Ces diverses phases n'apparaissent pas en même temps dans tous les acini de sorte que des alvéoles voisines peuvent présenter des aspects histologiques différents [48].

6.3. Régulation hormonale de la sécrétion lactée

Le déclenchement de la lactation semble être sous la dépendance de la diminution du taux d'hormones stéroïdes au moment de la mise bas et qui rendrait la glande mammaire sensible à l'action des hormones lactogéniques : prolactine et glucocorticoïdes [48].

Le maintien de la sécrétion lactée est dépendant de la vidange de la mamelle et de la tétée. L'excitation du mamelon par la succion est transmise par voie nerveuse au niveau de la région hypothalamo-hypophysaire qui y répond par voie humorale en sécrétant la prolactine, l'ACTH et l'ocytocine qui sont déversées dans le milieu intérieur d'où elles agissent sur la glande mammaire.

Le lait sécrété au niveau des acini, s'accumule dans ces derniers, dans les canaux galactophores et dans la citerne ; son éjection est commandée par réflexe neuro-hormonal qui entraîne la libération d'ocytocine par le lobe postérieur de l'hypophyse. L'ocytocine

déversée dans le sang agit au niveau des cellules myoépithéliales des acini qui en se contractant poussent le lait dans les canaux galactophores [48].

6.4. Evolution de la composition du lait chez la lapine

La composition du lait de lapine a fait l'objet de nombreuses études et de très nombreux composés ont pu être identifiés et caractérisés. Une analyse comparative du lait de quelques mammifères a démontré que le lait de la lapine est plus riche en protéines, en matières grasses et en minéraux (surtout le calcium et le phosphore), cependant, il est plus pauvre en lactose (Tableau 1).

Tableau 1 : Composition comparée du lait de vache, de chèvre, de brebis et de lapine [18].

Composants en g/kg de lait	Vache	Chèvre	Brebis	Lapine
Matière sèche	129	114	184	284
Lactose	48	43	44	6
Matières grasses	40	33	73	133
Protéines	33,5	29	58	153
Minéraux totaux (cendres)	7,5	8	9	24
Calcium	1,25	1,30	1,90	5,60
Phosphore	0,95	0,90	1,50	3,38
Magnésium	0,12	0,12	0,16	0,37
Potassium	1,50	2,00	1,25	2,00
Sodium	0,50	0,40	0,45	1,02

À partir de la 4^{ème} semaine de lactation, le lait s'enrichit en protéines et surtout en lipides. En revanche, sa teneur en lactose, déjà faible, diminue encore et devient nulle au-delà du

30ème jour de lactation [18]. En revanche, les teneurs en minéraux, surtout en calcium et en phosphore, tendent à s'accroître tout au long de la lactation [18].

CHAPITRE III :
PARAMETRES BIOCHIMIQUES SANGUINS

CHAPITRE III : PARAMETRES BIOCHIMIQUES SANGUINS

1. Paramètres de métabolisme énergétique

1.1. Glucose

Le glucose est la source principale d'énergie [49], il a deux origines : soit exogène par l'absorption intestinale du glucose à partir de l'amidon et aussi de glucosanes microbiens. Il représente environ 15% du glucose total [50], soit endogène ; provient principalement de la néoglucogenèse hépatique. Il joue un rôle important dans le métabolisme des lapines. Il est utilisé pour fournir de l'énergie aux cellules du corps, y compris les cellules du cerveau et les muscles. Le glucose est également utilisé pour la production de lait chez les lapines allaitantes. Il est stocké sous forme de glycogène dans le foie et les muscles, où il peut être utilisé plus tard pour fournir de l'énergie.

Il provient chez les ruminants en majeure partie de la néoglucogenèse hépatique et non de l'absorption directe par le tube digestif. La valeur usuelle chez la lapine est 7.3-0.60 mmol/l [51].

1.2. Cholestérol

Le cholestérol est la substance lipidique la plus abondante du monde animal et la plus importante du point de vue métabolique et d'intérêt médical. Il est important dans le métabolisme, dans lesquelles, il joue un rôle important sur la fluidité, la stabilité et la perméabilité [52]. C'est aussi le précurseur des hormones stéroïdiennes et des acides biliaires [53], Ces hormones sont importantes pour la reproduction chez les lapines et pour la croissance du fœtus. Le cholestérol est nécessaire à la production de la vitamine D3. Il est transporté dans les tissus par les lipoprotéines VLDL (Very Low Density Lipoprotéines) et LDL (Low Density Lipoprotein) et se trouve sous deux formes estérifiées, et non estérifiée [52].

Dans la majorité des cas, l'hypercholestérolémie est secondaire à une maladie métabolique telles que l'hypothyroïdie, le syndrome néphrotique, obésité, pathologie hépatique (Cholestase), les variations hormonales du cycle œstral, les troubles d'origine iatrogène (œstrogènes, progestagènes, corticoïdes, ...). Lors d'une insuffisance hépatique, on observe une hypocholestérolémie par défaut de synthèse. Chez les ruminants, le cholestérol sérique est important pour la fonction lutéale, car son augmentation est nécessaire pour l'élévation

des concentrations sériques en progestérone durant la phase lutéale [54]. La valeur usuelle chez les lapins est 0.1-2.00 mmol/l [55].

1.3. Triglycéride

Les triglycérides sont des esters, ils ont deux origines : soit à partir de l'alimentation soit par la synthèse hépatique. Les triglycérides sont stockés dans les tissus adipeux et constituent une réserve d'énergie facilement mobilisable. Ils sont transportés vers les cellules de l'organisme par les lipoprotéines du sang [52]. Chez les lapines, les triglycérides sont utilisés comme source d'énergie pour le métabolisme et la production de lait pendant la lactation. Les lapines ont une grande capacité à mobiliser les graisses stockées pour répondre à leurs besoins énergétiques, ce qui est important pendant la gestation et la lactation. Les niveaux de triglycérides dans le sang peuvent être utilisés pour évaluer la santé métabolique et le statut nutritionnel des lapines.

L'hypertriglycéridémie est souvent associée à une hypercholestérolémie, et il y a une augmentation physiologique au cours de l'exercice. On peut remarquer une diminution du taux de Triglycéridémie (hypotriglycéridémie) dans le cas de malnutrition.

2. Paramètres du métabolisme protéique

2.1. Protéines totales

Les protéines sont largement réparties dans l'organisme, elles fonctionnent comme des éléments structurels et de transport. Les protéines sont divisées en deux fractions, albumines et globulines [52]. Chez l'adulte à l'entretien, la synthèse et la dégradation des protéines sont égales. Chez un animal en croissance, la dégradation est proportionnellement plus importante mais la synthèse est encore plus, laissant un solde positif permettant l'accroissement corporel [56].

Les protéines totales sont importantes pour de nombreuses fonctions biologiques chez les lapines, notamment la croissance, la reproduction, l'immunité et la production de lait.

Une augmentation de la concentration sérique des protéines totales (hyperprotéïnémie) est le signe d'une inflammation, elle peut être aussi le signe d'une déshydratation, d'une maladie infectieuse chronique, de maladies auto-immunes, d'hémolyse, ou de néoplasies [57].

2.2. Urée

L'urée est le produit final du métabolisme des protéines dans le corps, synthétisée par le foie à partir d'ammoniac, provient pour l'essentiel soit des fermentations ruminales soit du catabolisme des protéines dans l'organisme [58]. Chez les monogastriques, l'urée est entièrement excrétée par les urines par contre Chez les ruminants elle est soit excrétée dans les urines et donc perdue ou recyclée dans le rumen via la salive, et à moindre degré via la paroi du rumen où elle est convertie à nouveau en ammoniac et peut servir pour la croissance bactérienne [59]. Lorsque la ration est pauvre en protéines, beaucoup d'urée est recyclée dans le rumen, et peu d'azote est perdu. Cependant, lorsque le contenu protéique de la ration augmenté, moins d'urée est recyclée et la perte d'azote urinaire est plus importante [60].

2.3. Créatinine

La créatinine est le résultat de la dégradation de la créatine, c'est la source d'énergie pour les cellules [52]. Chez les lapines, la créatinine est utilisée comme indicateur du fonctionnement des reins et de la santé rénale. Les niveaux de créatinine dans le sang peuvent être utilisés pour évaluer la fonction rénale et détecter les problèmes rénaux chez les lapines. Les lapines ayant une fonction rénale altérée peuvent présenter des niveaux élevés de créatinine dans le sang, ce qui peut indiquer une maladie rénale ou une insuffisance rénale. Elle est éliminée par le rein ce qui en fait un très bon marqueur de la fonction rénale [52].

2.4. Albumine

L'albumine est une protéine synthétisée dans le foie. Elle est très hydrophile et est responsable de 80% environ de la pression oncotique du plasma grâce à son abondance et à son petit poids moléculaire [61]. Chez les lapines, l'albumine est utilisée comme indicateur du statut nutritionnel et de la santé hépatique. Les niveaux d'albumine dans le sang peuvent être utilisés pour évaluer la qualité de l'alimentation des lapines et leur capacité à répondre aux besoins métaboliques pendant la gestation et la lactation. Les niveaux d'albumine peuvent également être utilisés pour évaluer la fonction hépatique et détecter les problèmes hépatiques chez les lapines. Elle sert aussi au transport du calcium, des acides gras non estérifiés, des hormones thyroïdiennes, des vitamines liposolubles et de la bilirubine [54].

3. Paramètres du métabolisme minéral

3.1. Calcium

Le calcium (symbole Ca dans le tableau périodique des éléments) est le sel minéral le plus abondant dans l'organisme ;99 % du calcium est localisé dans l'os, assurant la solidité du squelette et la dureté des dents.

Le calcium extra-osseux a de multiples fonctions : il contribue à la contraction musculaire, à la conduction nerveuse, à la coagulation sanguine, à l'activation de certaines enzymes¹, la croissance, la reproduction chez les lapines. Il intervient dans la production du lait[62], Il intervient aussi dans le déclenchement de la réponse immunitaire. Les lapines ont des besoins élevés en calcium pendant la gestation et la lactation pour produire du lait et soutenir la croissance des petits.

Les niveaux de calcium dans le sang peuvent être utilisés pour évaluer les niveaux de calcium chez les lapines et détecter les problèmes de santé liés au métabolisme du calcium, tels que l'hypocalcémie (niveaux de calcium anormalement bas) ou l'hypercalcémie (niveaux de calcium anormalement élevés).

La calcémie (taux de calcium sanguin) est régulée par trois hormones : la parathormone, la calcitonine et le calcitriol (ou 1,25 dihydroxyvitamine D). La vitamine D sous forme active augmente l'assimilation du calcium et sa fixation sur les os.

3.2. Phosphore

Le phosphore (symbole P dans le tableau périodique des éléments) est un sel minéral abondant dans l'organisme. Environ 85 % du phosphore de l'organisme est situé au niveau des os et des dents, dont il assure la solidité, associé à du calcium.

C'est aussi un constituant de l'ensemble des cellules, présent notamment dans leur membrane. Le phosphore intervient dans la mise en réserve et la libération d'énergie. Il active de nombreuses enzymes en se liant à elles. Il contribue au maintien de l'équilibre acidobasique dans le sang. La concentration en phosphore dans le muscle est de 2 à 3g/Kg alors que celle du calcium n'est que de 0,1g/Kg. Ceci explique pourquoi un déficit chronique en calcium reste longtemps insidieux cliniquement, même s'il peut se traduire ensuite par des troubles osseux. Au contraire, la carence en phosphore se traduit plus rapidement chez les jeunes animaux par un mauvais état général et un retard de croissance et ce n'est qu'après une longue période de carence qu'apparaissent les troubles osseux [63].

Le phosphore est un élément essentiel impliqué non seulement dans le développement Des os, la croissance et la productivité mais aussi dans la plupart des processus Métaboliques de l'organisme animal. Chez les ruminants, le phosphore présent dans le rumen doit être sous forme soluble (orthophosphates) pour pouvoir être utilisé par les microorganismes surtout les bactéries cellulolytiques. Une carence en P des bactéries du rumen se traduit principalement par une diminution de leur activité cellulolytique [64].

3.3. Magnésium

Le magnésium (symbole Mg dans la table périodique des éléments) compte parmi les sels minéraux essentiels au bon fonctionnement de l'organisme. Le corps d'un adulte en renferme environ 25 g, dont plus de la moitié se situe au niveau osseux et le reste principalement au sein des muscles.

- Le magnésium est impliqué dans l'activité de plus de 300 enzymes et dans un grand nombre de fonctions cellulaires fondamentales.
- Il participe ainsi au métabolisme des lipides (graisses), à la synthèse de protéines, à la dégradation du glucose (sucre) pour libérer de l'énergie, à l'activité de certaines hormones, telles que l'insuline.
- Il est essentiel à la transmission neuro-musculaire de l'influx nerveux et à la régulation du rythme cardiaque.

A titre indicatif le tableau ci-dessous donne une synthèse des paramètres biochimiques usuelles chez les lagomorphes et petits rongeurs

Tableau 2 : Tableau comparatif des paramètres biochimiques courants chez les lapins, les rats et les souris [52].

Paramètres biochimique	Lapins	Rats	Souris
Glucose	80-100 mg/dL	60-110 mg/dL	80-120 mg/dL
Cholestérol	10-40 mg/dL	50-80 mg/dL	40-80 mg/dL
Triglycéride	< 30 mg/dL	30-150 mg/dL	40-200 mg/dL
Protéines totales	5.5-7.5 g/dL	5.5-7.5 g/dL	5.5-7.5 mg/dL
Urée	15-30 mg/dL	15-40 mg/dL	20-40 mg/dL
Créatinine	0.4-1.4 mg/dL	0.3-1.2 mg/dL	0.2-0.8 mg/dL
Albumine	2.5-3.5 g/dL	3.5-5.0 g/dL	2.5-4.5 g/dL
Calcium	8.5-10.5 mg/dL	8.5-11 mg/dL	8.5-10.5 mg/dL
Phosphore	2.5-4.5 mg/dL	2.5-5.5 mg/dL	3.0-2.0 mg/dL
Magnésium	1.5-2.5 mg/dL	1.5-2.5 mg/dL	0.8-2.0 mg/dL

PARTIE EXPÉRIMENTALE

1. Matériel et Méthodes :

1.1 Objectif de l'expérimentation : l'objectif de notre travail est d'étudier les valeurs plasmatiques des paramètres biochimiques de la lapine en période de reproduction, en vue d'une surveillance biologique.

1.2 Logement et matériel d'élevage

Notre étude a lieu au niveau du clapier de l'Institut Technique des Elevages de Baba-Ali, Alger (Figure9). Le bâtiment d'élevage utilisé est construit en dur, orienté dans le sens Est-Ouest. La toiture est de type métallique, recouverte à l'intérieur d'un faux plafond en tôles. Le clapier est séparé en deux pièces isolées l'une de l'autre ; la maternité regroupant l'ensemble des reproducteurs (mâles et femelles) ainsi que les futurs reproducteurs dans le même local. L'engraissement, où les lapereaux sont transportés juste après leur sevrage jusqu'à l'abattage.

Les cages sont individuelles disposées en deux rangées parallèles sur un seul niveau (type *flat-deck*), placées au-dessus des fosses à déjection.



Figure 9 : Bâtiment d'élevage de l'ITELV

1.3 Matériel biologique

Les animaux sont de souche synthétique [65] reproduits à la station de Baba-Ali. Les femelles primipares mises à la reproduction pour notre étude sont au nombre 14. Le matériel biologique présentait une diversité morphologique tant du point de vue format que couleur (albinos, noir, noir tacheté, marron, fauve, gris, gris tacheté).

1.4 Alimentation

Tous les animaux reçoivent le même aliment sous forme de granulé spécial lapin, composé de : luzerne (44%), orge (14%), maïs (10%), gros son (21%), tourteau de soja (8%), CMV lapin (3%).

Les reproducteurs sont rationnés (100g/j), les femelles en gestation reçoivent 250g/j d'aliment après que le diagnostic de gestation soit confirmé. Les allaitantes sont alimentées à volonté.

1.5 Conduite de l'élevage

Les femelles sont mises à la reproduction dès l'âge de 6 mois. La saillie s'effectue après le sevrage des lapereaux, dans la cage du mâle, celui-ci tombe sur le côté ou sur son arrière-train révélant le coït. Tant que ce comportement n'a pas été observé, la saillie n'a pas eu lieu, la femelle est donc représentée au mâle.

Le diagnostic de gestation est réalisé par palpation de l'abdomen au 14/15^{ème} jours après la saillie. Lorsque la lapine est pleine, de petites boules rondes et fermes roulent sous la peau au cours de la palpation. Si le diagnostic est négatif, la femelle est représentée au mâle, ou bien éliminée du cheptel et remplacée.

La gestation dure en moyenne 30 jours, des variabilités sont observées lors de l'essai, certaines femelles ont mis bas après 32 à 33 jours de gestation.

Trois jours avant la date théorique de mise bas, les boîtes à nid sont placées après désinfection et le fond est garnie de copeaux de bois. Normalement, chaque lapine prépare le nid en s'arrachant des poils de l'abdomen et le dispose au fond de la boîte.

Chaque jour, l'enregistrement des mortalités des petits est effectué, ainsi que l'ouverture et fermeture des portillons pour l'allaitement quotidien.

1.6 Programme de prophylaxie

Lors de l'essai, les animaux sont vaccinés contre la maladie hémorragique virale avec les deux souches vaccinales à savoir la souche classique (RHDV) et le nouveau variant (RHDV2).

1.7 Prélèvements sanguins

Les prélèvements de sang sont prélevés au niveau de la veine marginale de l'oreille à l'aide d'une aiguille 23 G. Une quantité de 4 ml est récoltée dans un tube héparine. Le plasma après centrifugation est stocké dans des micro tubes et conservé au congélateur à -20°C . Un total de 5 prélèvements de sang sont récoltés pour chaque lapine durant ses 5 stades physiologiques de reproduction à savoir ; au moment de la saillie positive, après confirmation de gestation, à la mise bas, au pic de lactation et en fin de lactation (au moment du sevrage).

1.8 Protocol expérimental et paramètres mesurés

Un total de 14 lapines de souche synthétique en deuxième parité sont mises à la reproduction durant la période de Mai à Juin 2021 à la station expérimentale de Baba-Ali. Au moment de la saillie fécondante, chaque lapine est pesée puis un prélèvement de sanguin est réalisé. Après confirmation de la gestation par palpation abdominale (12 jours après la saillie), une pesé est effectuée après le prélèvement sanguin.

A la mise base, une pesé et un prélèvement de sang de la lapine sont également réalisés (figure 10). L'opération est répétée au pic et fin de lactation. Aussi, les poids des lapereaux sont enregistrés aux mêmes périodes



Figure 10 : Pesée de la lapine et de sa portée lors de la mise bas

Au cours des cinq périodes de reproduction des lapines, les enregistrements ont permis le calcul des paramètres tels que les mortinatalités et mortalités des lapereaux sous la mère.

1.9 Analyse de laboratoire

1.9.1 Analyseur

Les échantillons sont analysés au moyen de l'automate de biochimie (AU480 Biosystème) dont les caractéristiques sont les suivantes (Figure 11) :

- Compartiment des réactifs réfrigéré et module STAT dédié aux tests prioritaires
- Cuvettes permanentes en quartz
- Micro-échantillonnage de haute précision,
- Zone de chargement en continu acceptant 80 échantillons
- Calibration et code-barres en 2D
- Méthodes analytiques : Chimie clinique, tests immunologiques, point final et cinétique, module ISE
- Tests à bord : 48 tests photométriques et 51 avec l'unité ISE
- Cadence : 400 tests photométriques par heure et 800 tests avec ISE
- Chargement des échantillons : 8 racks flexibles de 10 positions chacun, avec chargement continu
- Volume échantillon : 22 1 à 25 μL par pas de 0.1 μL
- Rotors réactifs : 1 rotor réfrigéré (4°C - 12°C) 76 positions pour R1 et R2
- Volume réactif : Réactif R1 : 25- 300 μL , Réactif R2 : 25- 300 μL (par pas de 1 μL)
- Volume réactionnel : 150- 550 μL
- Cuvettes réactionnelles : Cuvettes en quartz recyclables
- Temps réactionnel : Jusqu'à 8 min, 40 secondes
- Température : 37° C

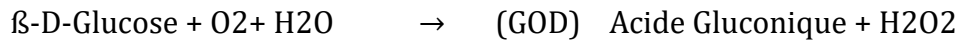


Figure 11 : Automate de biochimie (Beckman Coulter AU480)

1.9.2 Méthode de dosage des paramètres biochimiques

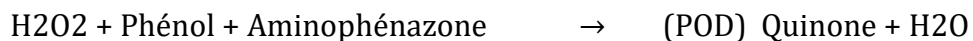
▪ Glucose

Il est déterminé par la méthode colorimétrique enzymatique Trinder GOD-POD selon le principe suivant : En présence de glucose-oxydase, le glucose est oxydé par l'oxygène de l'air en acide gluconique



L'eau oxygénée formée réagit, dans une réaction catalysée par la peroxydase, avec le Aminophénazone et le phénol avec la formation d'un dérivé coloré rose

POD



La lecture se fait par spectrophotométrie du produit coloré en rose à 505 nm

▪ Triglycéride

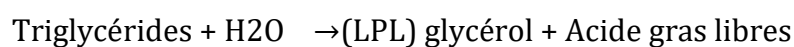
Il est déterminé par la méthode colorimétrique enzymatique :

Les triglycérides incubent avec de la lipoprotéine-lipase libère du glycérol et des acides gras libres.

Le glycérol est phosphorylé par du glycérophosphate déshydrogénase (GPO) et de l'ATP en présence du glycérol kinase (GK) pour produire du glycérol 3-phosphate (G3P) et de l'adénosine 5-diphosphate (ADP).

le glycérol-3-phosphate est transformé en dihydroxyacétone-phosphate (DAP) et en peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) par le GPO.

Au final, le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) réagit avec du 4-aminophénazone et du p-chlorophénol, réaction catalysée par la peroxydase (POD), ce qui donne une couleur rouge.

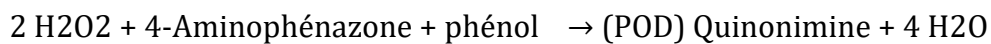
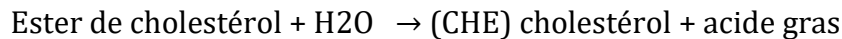




L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de triglycérides présents dans l'échantillon testé.

▪ **Cholestérol :**

Il est déterminé par le test colorimétrique enzymatique :



L'intensité de la coloration développée est proportionnelle à la concentration en cholestérol dans l'échantillon.

▪ **Urée :**

L'urée dosée par méthode colorimétrique à l'uréase (réaction de Berthelot) selon le principe suivant : L'urée de l'échantillon est hydrolysée enzymatiquement, sous l'action catalytique de l'uréase en ammoniac et CO_2 .



Les ions ammonium, en présence de salicylate et d'hypochlorite de sodium réagissent en

Formant un composé de couleur verte (Dicarboxylindophenol) dont l'intensité est

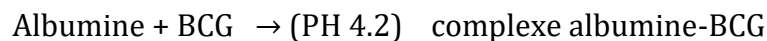
Proportionnelle à la concentration en urée.

▪ **Créatinine :**

Elle est déterminée par méthode de Jaffé sans déprotéinisation, en milieu alcalin, la créatinine forme avec le picrate un complexe coloré rose-rouge. On mesure la vitesse de développement de la coloration (Cinétique). La lecture se fait au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 492 nm.

- **Albumine :**

Le sérum albumine est dosé par la technique au vert de Bromo- crésol. La solution de vert de Bromo- crésol est ajoutée à l'échantillon du sérum pour former le complexe albumine-vert de Bromo- crésol. Le pH du milieu est maintenu à 4.2 par un tampon contenu dans le réactif de vert de Bromo- crésol. Le complexe est agité pendant 30 secondes. La lecture se fait à 600 nm.



- **Protéines totales :**

Il est déterminé par la méthode colorimétrique :

En milieu alcalin les protéines donnent une couleur violette\ bleu en présence de sels de cuivre ces sels qui contiennent d'iodure qui agit comme un antioxydant.

L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de protéines totales dans l'échantillon testé.

- **Calcium :**

Calcium avec Arsenazo III (acide 1,8-dihydroxy-3,8-disulfo-2,7-naphtalène-bis(azo)-dibenzèneearsonique). À pH naturel, donne un complexe de couleur bleue.

L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de Calcium dans l'échantillon testé.

- **Magnésium :**

Le magnésium forme un complexe coloré lorsqu'il réagit avec le sulfonate de Magon en solution alcaline.

L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de Magnésium dans l'échantillon testé.

- **Phosphore :**

Le phosphore inorganique réagit avec l'acide molybdique formant un complexe phosphémolybdique. Sa réduction ultérieure en milieu alcalin donne une couleur bleue de molybdène.

L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de phosphore inorganique dans l'échantillon testé.

1.9 Analyse statistique

Les données ont été saisies dans le fichier Excel et elles ont été analysées à l'aide du logiciel XLSTAT (version 2023). Les résultats ont été considérés comme significatifs lorsque $P < 0,05$.

2. Résultats et discussion

2.1 Paramètres de reproduction

Sur un effectif de 14 femelles, âgées d'environ 42 mois, nous avons enregistré un taux de gestation de 100%. Après mise bas, les lapines ont enregistré un poids moyen à la deuxième saillie fécondante et à la mise bas de 4249,4 g et de 4294,6 g respectivement.

Le tableau regroupe les résultats de productivité obtenus lors de la période d'élevage.

Tableau 3 : Résultats de productivité des lapines nullipares.

Performances zootechniques	Femelles de souche synthétique
- Effectif des femelles	14
- Age moyen à la première saillie (mois)	42
- Poids à la première saillie fécondante (g)	4249,4 ± 509
- Poids à la mise bas (g)	4294 ± 396
- Prolificité	7 ± 2
- Nombre de nés vivants par lapine	6.6 ± 3
- Mortinatalité (%)	6
- Nombre de sevrés par lapine	6,6 ± 3
- Mortalité naissance-sevrage (%)	2,2

Dans le système rationnel les animaux sont élevés de façon individuelle. Des locaux d'élevage leur sont aménagés répondant aux exigences de cette espèce. Les animaux sont logés dans des cages grillagées et alimentés à base d'aliment complet granulé. La reproduction est menée de manière semi intensive ou intensive. Nous avons mené nos essais en milieu contrôlé, selon le système moderne. Nos résultats ont montré une prolificité moyenne de 7, cette valeur est restée légèrement inférieure à ce qui a été enregistrée par différents auteurs [66]. Le taux de mortalité enregistré à la naissance chez souche synthétique est de 6%. Cependant nos résultats sont nettement inférieurs à ceux présentés par [67] qui se situent à 12,8% chez la population locale et aux résultats de [68] qui enregistrent une mortinatalité dans les portées "Argenté de Champagne" de 14,95%.

2.2 Influence du stade physiologique sur les paramètres du métabolisme énergétique

2.2.1 Glycémie :

Chez l'ensemble des lapines, nous avons noté des glycémies tout au long des périodes de reproduction variant entre 1,2 g/l à 1,4 g/l. Nous avons noté une légère augmentation de la glycémie en période de mise bas de 0.2 g/l qui signifie une augmentation de 14.2 % comparativement autres périodes mais non significative ($p>0.05$). En revanche chez la population locale, la glycémie est légèrement élevée. Chez les lapines de race Néo-Zélandaise et Californienne, les mêmes observations ont été relevées. Aussi, il est connu que le glucose augmente en cas de stress thermique et cette légère augmentation peut diminuer la capacité des cellules à métaboliser les glucides, ce qui s'accompagne d'une protéolyse comme procédé alternatif pour la production énergie. Un taux de glucose plasmatique élevé chez les lapines est généralement dû aux divers facteurs de stress, comme la collecte de sang [69].

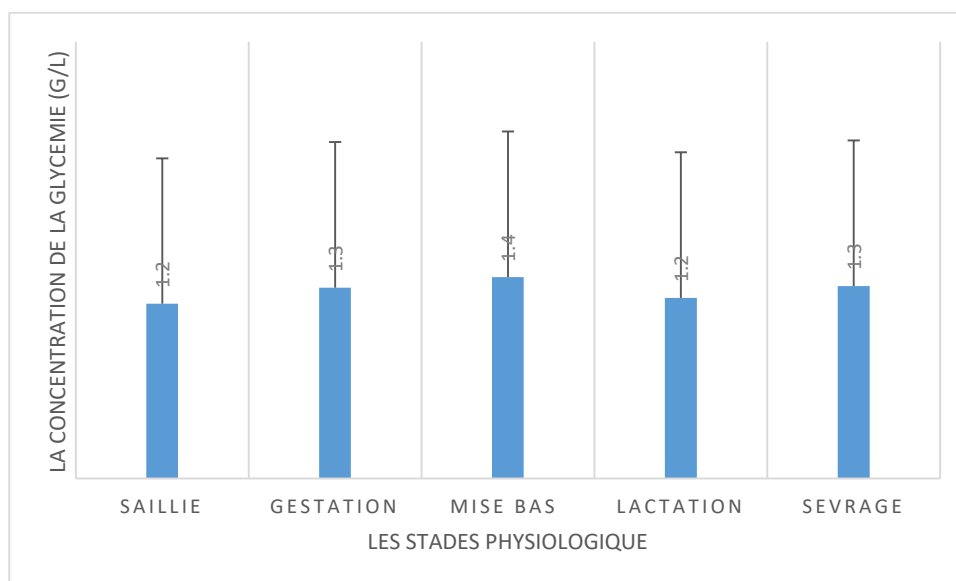


Figure 12 : Concentration de la glycémie par stade physiologique de reproduction chez les lapines de souche synthétique (n=14)

2.2.2 Cholestérolémie :

Le cholestérol intervient comme précurseur des hormones stéroïdes et des acides biliaires, ainsi que dans la composition des membranes cellulaires [52]. Nous avons noté une légère baisse du cholestérol en période de lactation de 0.14 g/l (30%) mais non significative ($p>0,05$). Selon [71] chez la lapine New Zélandaise, ce paramètre augmente à J19 pour diminuer à J28 après la mise bas.

Pendant la lactation, les glandes mammaires utilisent le cholestérol pour la production de lait, ce qui peut entraîner une diminution des niveaux de cholestérol dans le sang de la lapine.

Aussi, de multiples facteurs peuvent influencer les niveaux de cholestérol chez la lapine tel que la production des hormones stéroïdes indispensables en période de gestation.

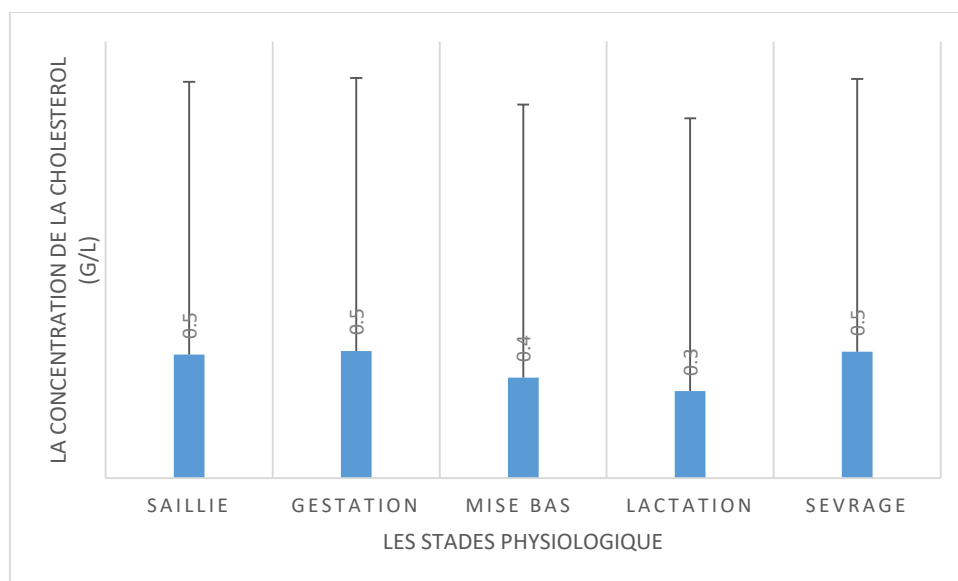


Figure 13 : Concentration du cholestérol par stade physiologique de reproduction chez les lapines de souche synthétique (n=14).

2.2.3 Triglycéridémie :

La figure 14 regroupe les résultats des concentrations des triglycérides des lapines durant les 5 stades physiologiques de reproduction. Nous avons noté une augmentation de triglycéride en période de mise bas de 0.25 g/l qui signifie un pourcentage de 62.5%. Aussi, nous avons enregistré une fluctuation des concentrations plasmatiques tout au long des périodes de reproduction. La concentration plasmatique en triglycérides a augmenté à la fin de de la période de gestation. Par la suite, elle a diminué significativement durant la lactation ($p < 0,05$).

La quantité de triglycérides dans le sang, peut varier chez les lapines tout au long des stades de reproduction selon les besoins énergétiques. En période de lactation, les besoins énergétiques sont élevés en raison de la production de lait. La glande mammaire produit du lait qui contient des graisses et des sucres nécessaires à la croissance des lapereaux. La lapine doit mobiliser des réserves d'énergies, y compris les graisses stockées dans le tissu adipeux. Ces graisses sont libérées dans la circulation sanguine sous forme de triglycéride et transportées vers les glandes mammaires pour fournir de l'énergie pour la production de lait. Cette mobilisation accrue des réserves de graisses peut entraîner une diminution des triglycérides [52].

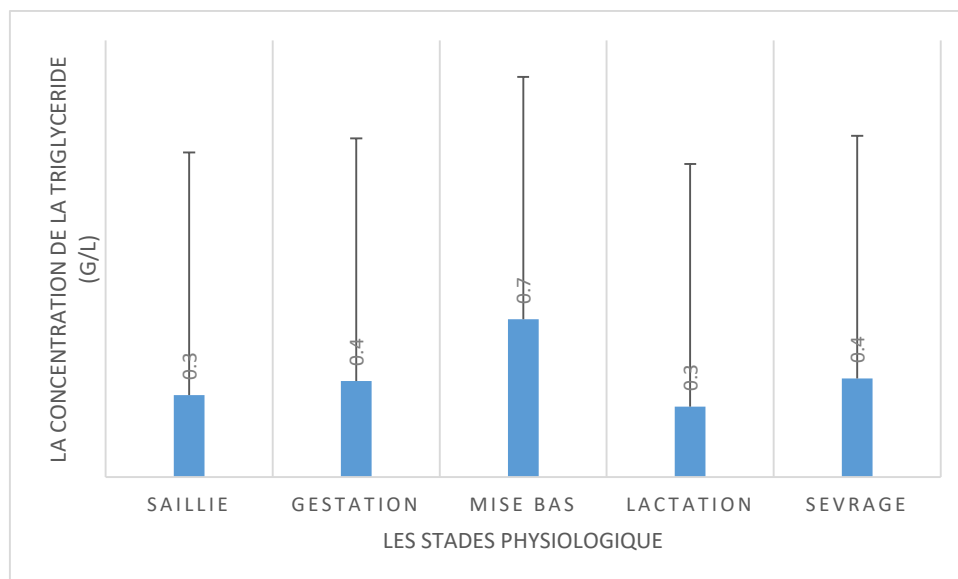


Figure 14 : Concentration des triglycérides par stade physiologique de reproduction chez les lapines de souche synthétique (n=14).

2.3 Influence du stade physiologique sur les paramètres du métabolisme azoté

2.3.1 Protéines totales :

Nous avons noté une baisse de la protidémie en période de fin de gestation de 27% comparativement aux autres stades physiologiques.

La diminution de la protéinémie durant la fin de gestation pourrait être attribuée au fait que le fœtus synthétise ses protéines à partir des acides aminés de sa mère, et que sa croissance surtout musculaire atteint un niveau maximal pendant la fin de gestation [73]. Pendant la gestation, la diminution de protéine totale pourrait être la conséquence d'une augmentation des exigences en éléments nutritifs pour le placenta et le fœtus en croissance [74]. En plus, le transfert de l'albumine, des immunoglobulines et des acides aminés de la circulation sanguine vers la glande mammaire pour la synthèse du colostrum [75]. Les mêmes observations ont été décrites chez les lapines de race Néo-Zélandaise [72].

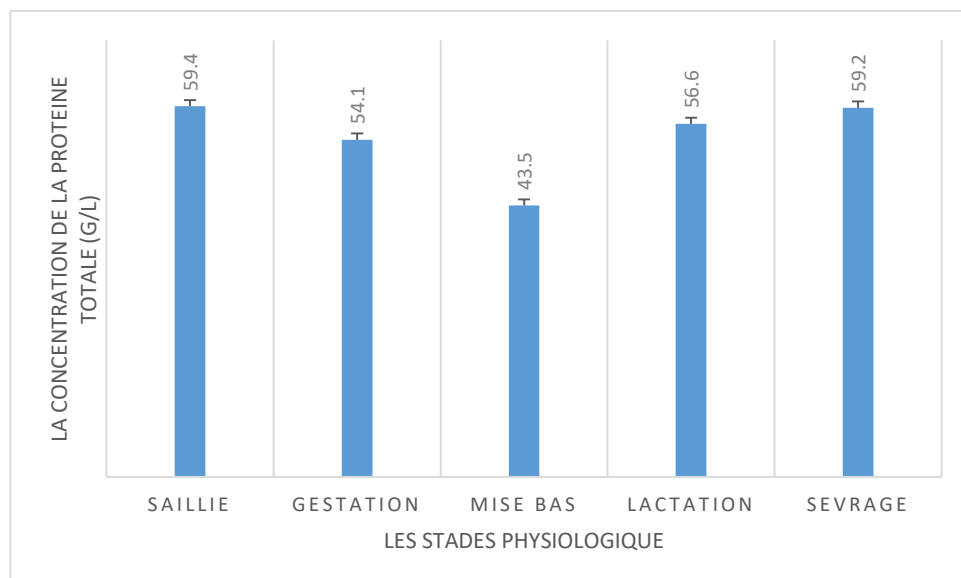


Figure 15 : Concentration des protéines totales par stade physiologique de reproduction chez les lapines de souche synthétique (n=14).

2.3.2 Albumine

La figure 16 représente les concentrations de l'albumine selon les stades physiologiques des lapines de souche synthétique. Nous avons enregistré une baisse de 26% de l'albumine en période de fin de gestation mais non significative ($p > 0,05$).

Au même titre que les protéines totales, la lapine utilise l'albumine pour couvrir les exigences en éléments nutritifs du fœtus en croissance ainsi que les besoins de lactation.

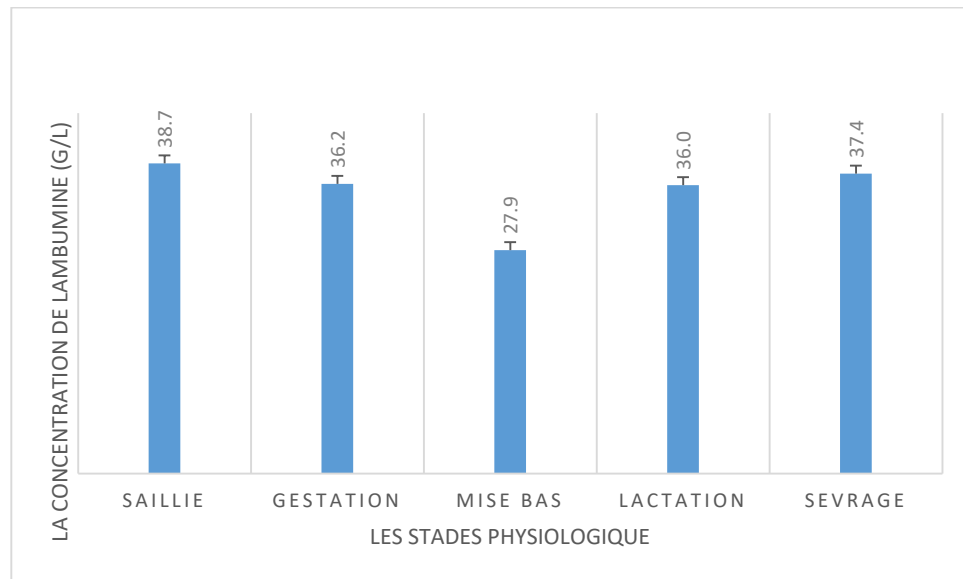


Figure 16 : Concentration de l'albumine par stade physiologique de reproduction chez les lapines de souche synthétique (n=14).

2.3.3 Urée :

L'urée est un déchet produit par le métabolisme des protéines et éliminé par les reins dans l'urine. Lors de notre étude, nous avons noté une diminution de l'urémie en période de mi et fin lactation (sevrage).

Nous avons enregistré une diminution de l'urée de 0.18 g/l (34%) en période de lactation et sevrage par rapport aux autres périodes. En revanche, chez les lapines de population locale, les auteurs ont observé une augmentation [69].

Chez les ruminants, [76] ont constaté que l'urémie commence à augmenter à partir de la 10ème semaine de gestation pour atteindre une concentration maximale au moment de la parturition. [77] ont rapporté que pendant la gestation et dans certaines situations de stress, l'urée est un meilleur indicateur du niveau des réserves corporelles. La diminution de l'urémie reflète son utilisation pour la synthèse des protéines microbienne par le cycle hépato-ruminal pour la compensation des manques d'apport alimentaires en protéines.

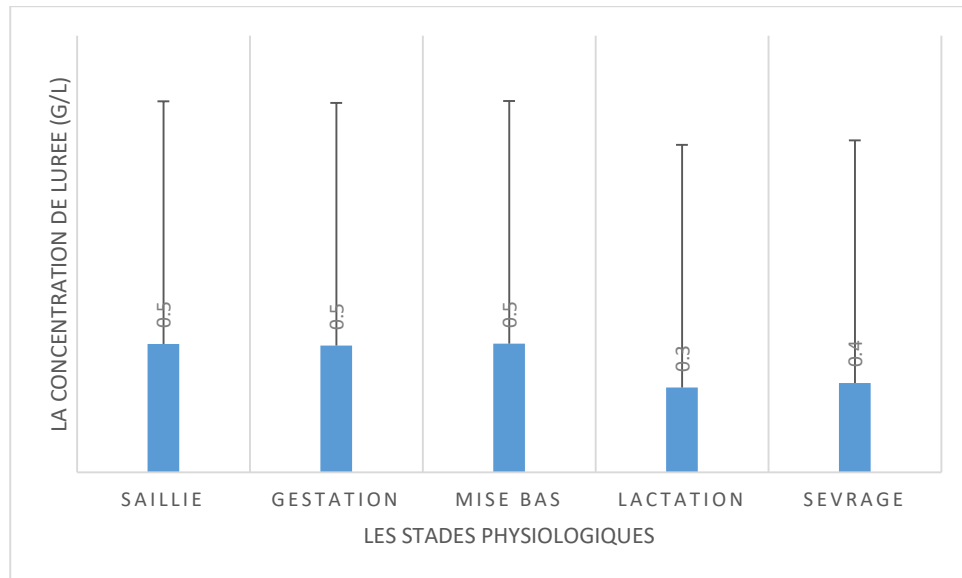


Figure 17 : Concentration de l'urée par stade physiologique de reproduction chez les lapines de souche synthétique (n=14).

2.3.4 Créatinine :

La figure 18 représente les concentrations de la créatinine chez les lapines à différents stades physiologiques de reproduction. La créatinine est le produit de la dégradation de la créatine ; celle-ci est stockée au niveau musculaire (sous forme libre et surtout sous forme de créatine phosphatase). Lors de la dégradation, il y a la libération de la créatinine et formation de l'ATP (adénosine triphosphate) [52].

Nous avons noté lors de notre étude une légère diminution de la créatinine de 2 mg/l en période de fin de gestation et en période de lactation ce qui signifie un pourcentage de 18 %. En général, les niveaux normaux de créatinine chez la lapine se situent entre 0,6 et 1,6 mg/dl, ce qui correspond à une plage de 6 à 16 mg/L. Il est important de noter que les niveaux de créatinine peuvent varier en fonction de plusieurs facteurs, tels que l'âge, le sexe, le poids et la race de l'animal, ainsi que de son régime alimentaire, de ses niveaux d'hydratation. La créatinine, tout en étant un paramètre de choix dans l'évaluation de la fonction rénale, est aussi impliquée dans les métabolismes énergétiques musculaires [58].

Son taux sérique n'est affecté ni par la ration, ni par le dysfonctionnement hépatique, ni par le cycle hépatique de l'urée [79].

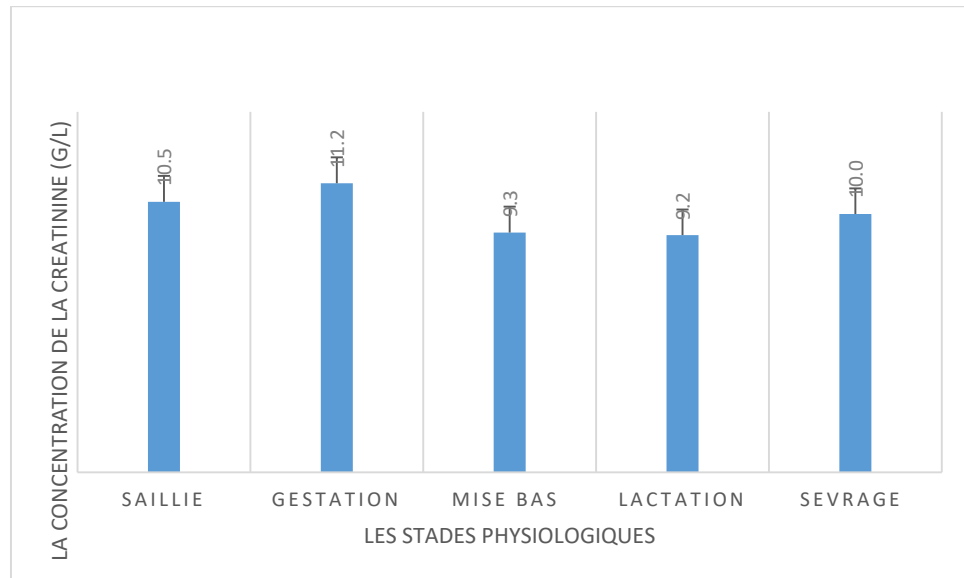


Figure 18 : Concentration de la créatinine par stade physiologique de reproduction chez les lapines de souche synthétique (n=14).

2.4 Influence du stade physiologique sur les paramètres du métabolisme minéral

2.4.1 Calcémie :

Le taux normal de la calcémie chez la lapine est généralement compris entre 8.5 mg/dl et 12 mg/dl. La figure 19 regroupe les valeurs de la calcémie chez les lapines à différents stades physiologiques de reproduction. Nous avons noté une baisse de la calcémie de 30g/l en période de mise bas qui signifie un pourcentage de 32% cependant nous n'avons pas enregistré de différence significative entre les différentes périodes de reproduction. Il semblerait que la lapine est un excédant en calcium [80].

Aucune différence significative de la calcémie et de la phosphatémie et du rapport phosphocalcique n'est notée en fonction de sexe car est plus élevée chez les femelles que chez les mâles dans la population adulte [78].

[54] ont noté que les brebis gestantes ont des calcémies plus faibles comparativement aux brebis allaitantes. Le même constat rapporté par [81]. Ces derniers suggèrent que le mécanisme de régulation de la calcémie est en partie inactif chez les brebis en fin de gestation par rapport à celle en lactation. Cette situation en fin de gestation serait due aux besoins intenses en calcium pour le passage vers le ou les fœtus pour la minéralisation osseuse du squelette [82].

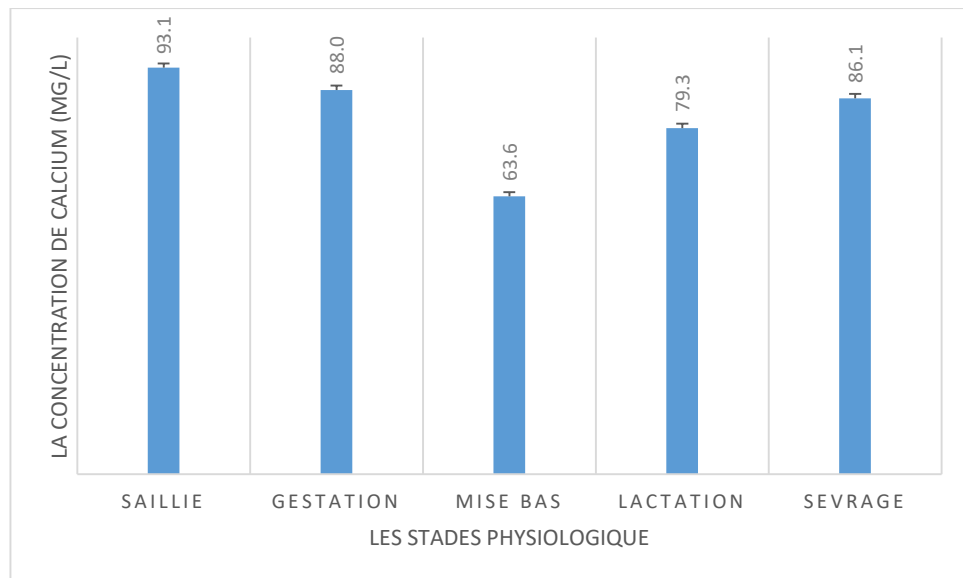


Figure 19 : Concentration du calcium total par stade physiologique de reproduction chez les lapines de souche synthétique (n=14).

2.4.2 Phosphorémie :

Chez les lapins, les niveaux de phosphore sont importants pour la croissance et la régulation de la fonction musculaire et nerveuse. En général, les niveaux normaux de phosphore chez les lapins sont compris entre 25 à 45 mg/L.

Lors de notre étude, nous avons constaté que la concentration du phosphore inorganique est légèrement basse de 10mg/l en période de lactation comparativement aux autres périodes ce qui signifie un pourcentage de 27 % mais non significatif (figure 20). Chez les ruminants, La baisse de la phosphatémie notée en fin de la gestation et en période de lactation seraient d'origine alimentaire selon [83]. Chez les ruminants, des valeurs plus faibles de phosphore ont été rapportées par [84] au début de lactation par rapport au milieu de lactation, et une augmentation après la mise bas par [85]. Des variations non significatives en fin de gestation et au début de lactation par rapport à avant la gestation ont également été rapportées par [86].

Aucune différence significative de la phosphatémie et du rapport phosphocalcique n'est notée en fonction du sexe car elle est plus élevée chez les femelles que chez les mâles dans la population adulte [78].

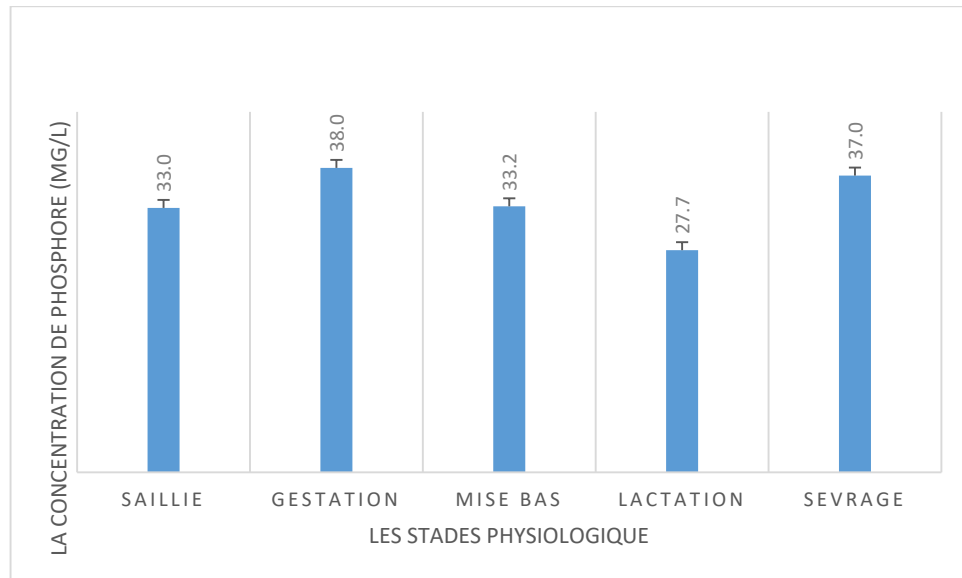


Figure 20 : Concentration du phosphore par stade physiologique de reproduction chez les lapines de souche synthétique (n=14).

2.4.3 Magnésémie :

Les niveaux de magnésium chez les lapines peuvent fluctuer en fonction de plusieurs facteurs, tels que l'âge, le sexe, la race, le régime alimentaire et la phase de la vie de l'animal.

La figure 21 regroupe les valeurs de la concentration du magnésium plasmatique chez les lapines à différents stades physiologiques de reproduction

Pendant la période de saillie, de gestation, de mise bas, de lactation et de sevrage, les niveaux de magnésium peuvent varier en raison des différents besoins en magnésium du corps de la lapine. En général, les niveaux normaux de magnésium chez les lapins sont compris entre 16 à 26 mg/L. Nous avons noté une diminution du magnésium plasmatique en fin de gestation de 4mg/l ce qui signifie un pourcentage de 16% mais non significatif.

Le magnésium est plus élevé chez les femelles que chez les mâles dans la population adulte. Aucune différence significative de la Magnésémie n'est notée en fonction de sexe [78].

Chez les ruminants, des changements similaires de la Magnésémie sont rapportés après la parturition [87]. Les besoins accrus du part seraient à l'origine d'une mobilisation importante de la lapine.

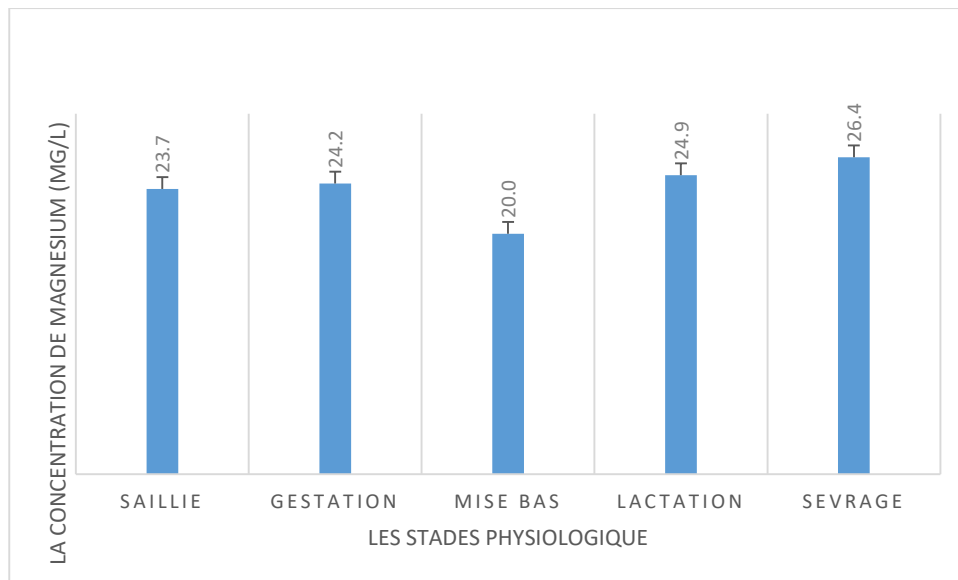


Figure 21 : Concentration du magnésium par stade physiologique de reproduction chez les lapines de souche synthétique (n=14).

CONCLUSION

Conclusion

Les paramètres biochimiques chez les lapins font référence aux mesures des différentes substances chimiques présentes dans le sang, l'urine ou d'autres fluides biologiques, qui fournissent des informations sur le métabolisme et la santé de l'animal.

La présente étude expérimentale s'est concentrée sur l'analyse des paramètres métaboliques sanguins chez la lapine à différents stades physiologiques de reproduction. Il ressort de cette recherche que les concentrations des différents paramètres biochimiques et minéraux étudiés ont été influencées en partie par le stade physiologique chez la lapine de souche synthétique. Les lapines ont puisé en partie dans leurs réserves notamment en période de lactation où les besoins augmentent durant cette période.

En ce qui concerne le métabolisme énergétique, les résultats ont montré des variations non significatives des niveaux de glucose tout au long des différentes étapes physiologiques. On note une légère augmentation de la glycémie pendant la gestation et la mise bas, suggérant une augmentation des demandes énergétiques pour soutenir ces périodes critiques. Pendant la lactation, on observe une mobilisation accrue des réserves d'énergie, notamment des graisses stockées, pour la production de lait.

Nos résultats soulignent l'importance de prendre en compte les différents stades physiologiques de reproduction chez les lapines par une alimentation adaptée selon les périodes de reproduction afin d'optimiser les performances des lapines élevées rationnellement.

En conclusion, cette étude expérimentale met en évidence l'importance de l'évaluation des paramètres métaboliques au cours de la reproduction de la lapine. Ces connaissances peuvent être utilisées pour améliorer les pratiques de gestion et de nutrition, favorisant ainsi une reproduction réussie et une santé optimale chez les lapines.

Références bibliographiques

- [1] : Fielding, 1991 ; Okzan et al., 2012 :Lapins. CTA Macmillan Education Ltd, Macmillan Publishers, Londres, Royaume- Uni, 16-17
- [2] : Djago et Kpodekon, 2000
- [3] : Gupta et al., 2007
- [4] : Tournut et Le Bars, 1976 :Les normes biochimiques sanguines chez le mouton, le porc, le chien, les volailles et les animaux de laboratoire; Physiologie et Pathologie. Annales de Recherches Vétérinaires (2): 139-149, INRA Editions7
- [5] : Sawadogo, 1998 ; Ouédraogo et al., 2008 ; Sow et al., 2015 : Contribution à l'étude des conséquences nutritionnelles subsahariennes sur la biologie du GOBRA au Sénégal. Th. Doctorat. Toulouse-202p.
- [6] : Quintavalla et al., 2001 ; Kudair et al-Hussary, 2010
- [7] : Miranda et al., 2008 ; Shen et al., 2008 :Serum biochemistry of 4-day old ostriches (*Struthio camelus*). *Pesq Vet Braz*, 28 (9) Rio de Janeiro.
- [8] : FAO, 2017 : Annuaire statistique de la FAO
- [9] : FAOSTAT, 2013
- [10] : Zerrouki et al., 2001 ; 2004
- [11] : Berchiche et Kadi, 2002 : The Kabyle rabbits (Algeria). *Rabbit Genetic Resources in Mediterranean Countries. Options méditerranéennes, Série B: Etudes et recherches*, 38:11-20.
- [12] : Berchiche et Kadi, 2002 ; Gasem et Bolet, 2005 ; Zerrouki et al, 2005)
- [13] : Zerrouki (2007).
- [14] : Lebas et al. ,2000 : Biologie générale du lapin. INRA-SRC édit., 90 pages.
- [15] : Gacem et Bolet, 2005 ; Gacem et al,2008 ; Bolet et al, 2012 : Création d'une lignée issue du croisement entre une population locale et une souche européenne. 11èmes Journées de la Recherche Cunicole, 29-30 novembre 2005, Paris 15-18.
- [16] : Berchiche (1992),
- [17] : Barkok;1992 : The Zemmouri Rabbits (Morocco), *Rabbit genetic resources in Mediterranean countries. Zaragoza, CIHEAM-IAMZ, 2002. Options Méditerranéennes, Série B, Etudes et Recherches*, n° 38, 175-185.
- [18] : Lebas 2000 : : Biologie générale du lapin. INRA-SRC édit., 90 pages.
- [19] : Lebas et al., 1996 : Le lapin, élevage et Pathologie (nouvelle édition révisée). FAO éditeur, Rome, 227p
- [20] : Kranzfelder et al. (1984)
- [21] : Diaz et al. (1987),
- [22] : BOUSSIT D. (1989) : Reproduction et insémination artificielle en cuniculture. Edit. Association Française de Cuniculture. 234 pages
- [23] : Gallas, 1988.

- [24] : Perrier et al., 1984
- [25] : Berchiche et al., 2000
- [26] : Prud'hon, 1975 ; Rodriguez et al., 1985
- [27] : Prud'hon, 1975 ; Lebas, 1994
- [28] : Challis et al. (1973)
- [29] : Kennou, 1990
- [30] : Theau-Clement et al., 1991
- [31] : Yamani et al. (1993)
- [32] : Remas K (2001) : Caractéristiques zootechniques et hormones sexuelles chez les populations locales du lapin domestique, *Oryctolagus cuniculus*. Thèse de magister ; Ecole Nationale Vétérinaire d'El Harrach.
- [33] : Fayez et al., 1987
- [34] : Zerrouki, 2006 : Caractérisation d'une population locale de lapins en Algérie : évaluation des performances de reproduction des lapines en élevage rationnel. THESE DE DOCTORAT, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 131 p.
- [35] : Abdelli et Berchiche, 2009
- [36] : Bergaoui et Kriaa, 2001
- [37] : Lebas, 1984 : Alimentation des lapines reproductrices. Revue avicole, avril / n°4, 131-134.
- [38] : Schlolaut et al. (1981)
- [39] : Pomytko et al. (1978)
- [40] : Taboada et al. (1996)
- [41] : Kennou (1990)
- [42] : Fortun-Lamothe et Lebas, 1996 et Xiccato, 1995) : Influence of the number of the sucking young and the feed level on foetal survival and growth in rabbit does. Ann. Zootech., 43, 163-171.
- [43] : Lebas et Jouglar, 1984,
- [44] : Theau-Clément et Roustan, 1992, Theau-Clément 1994, Lebas et al., 1996, Theau-Clément et Fortun-Lamothe, 2005 : Influence du mode de reproduction, de la réceptivité et du stade physiologique sur les composantes de la taille de portée des lapines. 6 èmes Journées de la Recherche Cunicole, La Rochelle, France, 6-7 Décembre 1994, Vol 1, 187-194.
- [45] : Theau-Clément et Fortun-Lamothe, 2005
- [46] : Theau-Clément 1994, : Influence du mode de reproduction, de la réceptivité et du stade physiologique sur les composantes de la taille de portée des lapines. 6 èmes Journées de la Recherche Cunicole, La Rochelle, France, 6-7 Décembre 1994, Vol 1, 187-194.
- [47] : Lopez et al. (1987)
- [48] : Derivaux et Ectors, 1980 : Physiologie de la gestation et obstétrique vétérinaire. Edit. Du Point Vétérinaire. 273 pages.

- [49] : Baril et al., 1993
- [50] : Piccione et al., 2009
- [51] : Chiericato et Rizzi 1999
- [52] : Titaouine, 2015 : Approche de l'étude zootechnico sanitaire des ovins de la race Ouled Djellal dans l'est Algérien. Evolution des paramètres biochimique et hématologiques en fonction de l'altitude. Thèse de doctorat, Université El-Hadj Lakhdar, Batna, 100 p.
- [53] : Caldeira et Portugal, 1991
- [54] : Bouzenzana, 2015 : Etude des profils biochimique et minéral des brebis de la race Ouled Djellal en fonction des différents stades physiologiques et la taille des portées. Thèse de magistère, université El-Hadj Lakhdar, Batna, 106 p.
- [55] : Chiericato et Rizzi (1999)
- [56] : Jarrige, 1988 : Azote. In : R. Jarrige (ed), Alimentation des ruminants, chapitre 3, 89-128. INRA Paris
- [57] : kadja, 2016
- [58] : Dias et al., 2010
- [59] : Yokus et Cakir, 2006 : Seasonal and physiological variations in serum chemistry and mineral concentrations in cattle. Biol Trace Elem Res. 109: 255-266.
- [60] : Meziane, 2001; JeanBlain, 2002
- [61] : Obidilke et al., 2009
- [62] : Jean-Blain, 2002 ; Meschy, 2010
- [63] : Payne, 1983
- [64] : Bravo et Meschy, 2003; Meschy et Ramirez-Perez, 2005
- [65] : ITEL2006
- [66] : Gacem et al.2000 ; Zerrouki et al. 2012
- [67] : Berchiche et al. (2000)
- [68] : Perrier et Chevalier (1984)
- [69] : Belabbas et al, 2019
- [70] : Revue Agrobiologia (2018) 8(2): 1001-1008.
- [71] : Wells et al. ,
- [72] : Coates (1964), Hall (1971)
- [73] : Jainudeen et Hafez, 1994 ; Antunovic et al., 2002
- [74] : Bell, 1995 ; Brozostowski et al., 1996 ; Ghanem et al. , 2012
- [75] : Capucco et al., 1997 ; Braun et al., 2010
- [76] : El sherif et Assad (2001) : Changes In Some Blood Constituents Of Barki Ewes During Pregnancy And Lactation Under Semi Arid Conditions. Small Ruminant Research, 40(3), 269-277.
- [77] : Siedel et al., (2006) et Yokus et al., (2006)

- **[78]** : Farougou et al, 2007
- **[79]** : Piccione et al ., 2009
- **[80]** : Lebas et al. 2001
- **[81]** : Antunovic et al. (2011)
- **[82]** : Yokus et al., 2004
- **[83]** : Underwood et Suttle (1999)
- **[84]** : Ahmed et al. (2000) : Functional analysis of eight open reading frames on chromosomes XII and XIV of *Saccharomyces cerevisiae*. *Yeast* 16(16):1457-68
- **[85]** : Tanritanir et al. (2009).
- **[86]** : Azab et Abdel-Maksoud (1999).
- **[87]** : (Tanritarin et al. 2009).
-

. Annexe : RESUME EN ANGLAIS

Contribution to the study of the biochemical profile of synthetic strain rabbits during the reproductive period.

Introduction

Rabbits are utilized as a valuable source of animal protein in rural communities and as biological models for in vivo laboratory experiments in academic institutions [1].

The progress of biochemistry provides veterinary medicine with increasingly precise methods that not only help to establish a diagnosis in pathological cases but also allow for the monitoring of physiological behavior in animals. Furthermore, these methods enable the prediction, to some extent, of the potential effects of their diet and the potential disorders that may compromise their performance in the near future [4].

The evaluation of biochemical parameters in animals allows for monitoring the level of dietary intake [5]. Similarly, the blood biochemical profile is extremely important in animal health management [6] and serves as a common tool for early diagnosis or correction of nutritional and metabolic disorders before the onset of more serious symptoms [7].

Therefore, the objective of our study is to investigate the plasma values of biochemical parameters in female rabbits during the reproductive period, with the aim of biological monitoring.

1. Material and Methods

1.1. Housing and breeding equipment

Our study took place at the rabbitry of the Technical Institute of Livestock in Baba-Ali, Algiers . The breeding facility used is a solid structure oriented in an East-West direction. The roof is made of metal and is covered on the inside with a false ceiling made of sheets. The rabbitry is divided into two separate rooms; the maternity room houses all the breeding rabbits (males and females) as well as the future breeding rabbits in the same area. The fattening room is where the weaned rabbits are transported until they are ready for slaughter.

The cages are individual and arranged in two parallel rows on a single level (flat-deck type), positioned above the waste pits.

1.2 Biological Material

The animals used in the study are of a synthetic strain [65] bred at the Baba-Ali station. There are a total of 14 primiparous females included in the reproduction for our study. The biological material exhibited morphological diversity in terms of body shape and color (albino, black, spotted black, brown, fawn, gray, spotted gray).

1.3 Feeding

All animals receive the same feed in the form of specialized rabbit pellets, composed of: alfalfa (44%), barley (14%), corn (10%), wheat bran (21%), soybean meal (8%), and rabbit premix (3%). The breeding rabbits are rationed (100g/day), the pregnant females receive 250g/day of feed after confirming the pregnancy diagnosis. The lactating rabbits are fed ad libitum.

1.4 Blood Sampling

Blood samples are collected from the marginal vein of the ear using a 23 G needle. Approximately 4 ml of blood is collected in a heparin tube. After centrifugation, the plasma is stored in microtubes and kept in the freezer at -20°C. A total of 5 blood samples are collected for each doe during her 5 physiological stages of reproduction, namely: at the time of positive mating, after confirming pregnancy, at birth, at peak lactation, and at the end of lactation (at the time of weaning).

1.5 Experimental Protocol and Measured Parameters

A total of 14 second-parity female rabbits from a synthetic strain were used for reproduction from May to June 2021 at the Baba-Ali experimental station. At the time of fertilization, each rabbit was weighed, and a blood sample was taken. After confirmation of pregnancy through abdominal palpation (12 days after fertilization), another weighing was performed after the blood sample collection.

At the time of kindling, the weight of the doe and a blood sample were also taken. The same procedure was repeated at the peak and end of lactation. Additionally, the weights of the kits (baby rabbits) were recorded during the same periods.

1.6 Laboratory Analysis

1.6.1 Analyzer

The samples are analyzed using the biochemistry analyzer (AU480 Biosystem)

1.6.2 Method for measuring biochemical parameters

The table below summarizes the method of measurement for different biochemical parameters.

Biochemical parameters	Measurement method
Glucose	It is determined by the enzymatic colorimetric method Trinder GOD-POD.

Triglyceride	It is determined by the enzymatic colorimetric method .
Cholesterole	It is determined by the enzymatic colorimetric method .
Urea	Urea is measured by the colorimetric method using urease (Berthelot reaction).
Creatinine	It is determined by the Jaffé method without deproteinization.
Albumine	Serum albumin is measured using the bromocresol green technique.
Calcium	It is determined by the colorimetric method
Total proteins	Total proteins are determined using the colorimetric method
Magnesium	It is determined by the colorimetric method
Phosphore	It is determined by the colorimetric method

2. Résultats et discussion :

2.1 Reproductive Parameters :

In a sample of 14 approximately 42-month-old females, we observed a gestation rate of 100%. After giving birth, the does had an average weight of 4249.4 g at the second fertilizing mating and 4294.6 g at parturition.

In the intensive system, animals are individually raised. They are provided with specially designed housing facilities that meet the requirements of the species. The animals are housed in wire cages and fed a complete pelleted feed. Reproduction is conducted in a semi-intensive or intensive manner. Our experiments were carried out in a controlled environment, following modern practices. Our results showed an average litter size of 7, which is slightly lower than what has been reported by various authors[66]. The recorded neonatal mortality rate in the synthetic strain is 6%. However, our results are significantly lower than those reported by [67], who observed a mortality rate of 12.8% in the local

population, and the findings of [68], who reported a stillbirth rate of 14.95% in "Argenté de Champagne" litters.

2.2. Influence of physiological stage on parameters of energy metabolism

2.2.1. Blood glucose level :

In the group of female rabbits, we observed blood glucose levels throughout the reproductive periods ranging from 1.2 g/l to 1.4 g/l. We noted a slight increase in blood glucose during the birthing period of 0.2 g/l, indicating a 14.2% increase compared to other periods, but it was not statistically significant ($p > 0.05$). However, in the local population, blood glucose levels are slightly elevated. The same observations were made in New Zealand and Californian rabbit breeds. Additionally, it is known that glucose levels increase in case of thermal stress, and this slight increase can impair the cells' ability to metabolize carbohydrates, leading to an alternative process of protein breakdown for energy production. Elevated plasma glucose levels in rabbits are generally attributed to various stress factors, such as blood collection [69].

2.2.2. Cholesterol levels:

Cholesterol acts as a precursor for steroid hormones and bile acids, as well as being involved in the composition of cell membranes [52]. We observed a slight decrease in cholesterol levels during lactation of 0.14 g/l (30%), but it was not statistically significant ($p > 0.05$). According to [71], in New Zealand rabbits, this parameter increases on day 19 and decreases on day 28 after giving birth.

During lactation, the mammary glands utilize cholesterol for milk production, which can lead to a decrease in cholesterol levels in the rabbit's blood. Additionally, multiple factors can influence cholesterol levels in rabbits, such as the production of essential steroid hormones during the gestation period.

2.2.3. Triglyceride levels:

We observed an increase in triglyceride levels during the birthing period of 0.25 g/l, representing a percentage increase of 62.5%. Additionally, we recorded fluctuations in plasma concentrations throughout the reproductive periods. The plasma concentration of triglycerides increased towards the end of the gestation period, followed by a significant decrease during lactation ($p < 0.05$).

The quantity of triglycerides in the blood can vary in rabbits throughout the reproductive stages according to their energy requirements. During lactation, energy demands are high due to milk production. The mammary gland produces milk that contains fats and sugars necessary for the growth of the offspring. The mother rabbit needs to mobilize energy reserves, including fat stored in adipose tissue. These fats are released into the bloodstream in the form of triglycerides and transported to the mammary glands to provide energy for milk production. This increased mobilization of fat reserves can result in a decrease in triglyceride levels [52].

2.3.1. Total Proteins:

We observed a decrease in serum protein levels during the late gestation period by 27% compared to other physiological stages.

The decrease in protein levels during late gestation could be attributed to the fact that the fetus synthesizes its proteins from the amino acids derived from its mother. During this stage, the fetus experiences maximum muscular growth [73]. Throughout gestation, the decrease in total protein could be a consequence of increased nutrient requirements for the placenta and growing fetus [74]. Additionally, there is a transfer of albumin, immunoglobulins, and amino acids from the bloodstream to the mammary gland for colostrum synthesis [75]. Similar observations have been described in New Zealand rabbit breeds [72].

2.3.2. Albumin:

We observed a 26% decrease in albumin during late gestation, but this decrease was not statistically significant ($p > 0.05$).

Just like total proteins, rabbits utilize albumin to meet the increasing nutritional demands of the developing fetus as well as the requirements of lactation.

2.3.3. Urea:

Urea is a waste product produced by protein metabolism and eliminated by the kidneys in urine. In our study, we noted a decrease in urea levels during mid and late lactation (weaning) periods.

We observed a decrease in urea of 0.18 g/l (34%) during lactation and weaning compared to other periods. However, in the local rabbit population, the authors observed an increase [69].

In ruminants, [76] found that urea levels start to increase from the 10th week of gestation and reach their maximum concentration at the time of parturition. [77] reported that during gestation and in certain stress situations, urea is a better indicator of body reserve levels. The decrease in urea reflects its utilization for microbial protein synthesis through the hepato-ruminal cycle to compensate for protein deficiencies in the diet.

2.3.4. Créatinine:

Creatinine is the product of creatine degradation, which is stored in muscle tissue (in both free form and as creatine phosphate). During degradation, creatinine is released and ATP (adenosine triphosphate) is formed [52].

In our study, we observed a slight decrease of 2 mg/l in creatinine levels during late gestation and lactation, representing an 18% decrease. In general, normal creatinine levels in rabbits range between 0.6 and 1.6 mg/dl, which corresponds to a range of 6 to 16 mg/L. It is important to note that creatinine levels can vary based on several factors, such as age, sex, weight, breed of the animal, as well as its diet and hydration levels. Creatinine, while being a key parameter in assessing renal function, is also involved in muscle energy metabolism [58].

Its serum level is not affected by diet, liver dysfunction, or the hepatic urea cycle [79].

2.4 Influence of physiological stage on mineral metabolism parameters.

2.4.1 Calcium level:

The normal range of calcium level in rabbits is generally between 8.5 mg/dl and 12 mg/dl. Figure 19 displays the calcium values in rabbits at different physiological stages of reproduction. We observed a decrease of 30 g/l in calcium level during the birthing period, representing a 32% decrease. However, we did not record any significant differences between the various reproductive periods. It appears that rabbits have an excess of calcium [80].

No significant difference in calcium level, phosphatemia, and the calcium-to-phosphate ratio was noted based on gender, as it is higher in females than in males in the adult population [78].

[54] noted that pregnant ewes have lower calcium levels compared to lactating ewes. The same observation was reported by [81]. They suggest that the calcium regulation mechanism is partially inactive in ewes towards the end of gestation compared to those in lactation. This situation at the end of gestation is believed to be due to the intense calcium requirements for fetal passage and bone mineralization of the skeleton [82].

2.4.2. Phosphorus level:

In rabbits, phosphorus levels are important for growth and the regulation of muscle and nerve function. Generally, normal phosphorus levels in rabbits range from 25 to 45 mg/L.

In our study, we found that the concentration of inorganic phosphorus was slightly lower by 10 mg/l during lactation compared to other periods, representing a 27% decrease, but it was not statistically significant (Figure 20). In ruminants, the decrease in phosphatemia observed during late gestation and lactation is believed to be related to dietary factors according to [83]. In ruminants, lower phosphorus values have been reported by [84] during early lactation compared to mid-lactation, with an increase after parturition reported by [85]. Non-significant variations during late gestation and early lactation compared to pre-gestation have also been reported by [86].

No significant difference in phosphatemia and the phosphorus-to-calcium ratio was observed based on gender, as it is higher in females than in males in the adult population [78].

2.4.3. Magnesium levels :

in rabbits can fluctuate depending on several factors such as age, gender, breed, diet, and the life stage of the animal.

During the mating, gestation, birthing, lactation, and weaning periods, magnesium levels can vary due to the different magnesium requirements of the rabbit's body. Generally, normal magnesium levels in rabbits range from 16 to 26 mg/L. We observed a decrease in plasma magnesium during late gestation by 4 mg/l, representing a 16% decrease, but it was not statistically significant.

Magnesium levels are higher in females than in males in the adult population. No significant difference in magnesium level was observed based on gender [78].

In ruminants, similar changes in magnesium levels are reported after parturition [87]. The increased needs during birth are believed to be responsible for significant mobilization in rabbits.

Conclusion

Biochemical parameters in rabbits refer to the measurement of various chemical substances present in the blood, urine, or other biological fluids, which provide information about the metabolism and health of the animal.

The present experimental study focused on the analysis of blood metabolic parameters in rabbits at different physiological stages of reproduction. The findings of this research indicate that the concentrations of the different biochemical and mineral parameters studied were influenced in part by the physiological stage in synthetic breed rabbits. The rabbits partly drew from their reserves, especially during the lactation period where the demands increase.

Regarding energy metabolism, the results showed non-significant variations in glucose levels throughout the different physiological stages. There was a slight increase in blood glucose during gestation and birthing, suggesting increased energy demands to support these critical periods. During lactation, there was an increased mobilization of energy reserves, particularly stored fats, for milk production.

Our findings highlight the importance of considering the different physiological stages of reproduction in rabbits and providing appropriate nutrition according to the reproductive periods to optimize the performance of rabbits raised under controlled conditions.

In conclusion, this experimental study emphasizes the importance of evaluating metabolic parameters during rabbit reproduction. This knowledge can be utilized to improve management and nutrition practices, thereby promoting successful reproduction and optimal health in rabbits.

Guermi Nihed & MESBAH Ferial

Université de Blida- 1 / Institut des Sciences Vétérinaires

Promoteur : Dr. BETTAHAR Samia.

Contribution à l'étude du profil biochimique de la lapine de souche synthétique en période de reproduction.

RESUME :

Les paramètres biochimiques chez la lapine font référence aux mesures des différents composés biochimiques dans le sang, tels que les enzymes, les protéines, les lipides, les glucides, les électrolytes, les hormones, les gaz sanguins, etc. Les valeurs des paramètres biochimiques chez la lapine peuvent varier en fonction de l'âge, du sexe, de l'état physiologique, de la race, de l'alimentation et de l'environnement. Il est important d'évaluer les paramètres biochimiques sanguins chez la lapine pour diagnostiquer et traiter les troubles de santé.

Notre étude a lieu au niveau du clapier de l'Institut Technique des Elevages de Baba-Ali, Alger. L'étude expérimentale a porté sur 14 lapines avec un taux de gestation de 100%. Les performances de reproduction lors de la deuxième parité, ainsi que l'influence du stade physiologique sur divers paramètres métaboliques ont été examinés. Les résultats ont montré une prolificité moyenne de 7, avec une mortalité à la naissance de 6%. Pour les paramètres métaboliques, nous avons noté une glycémie entre 1.2 et 1.4g/l, une cholestérolémie entre 0.32 et 0.46g/l, une Triglycéridémie entre 0.29 et 0.65g/l, les protéines totales entre 43 et 59g/l, l'albumine entre 27 et 38g/l, l'urée entre 0.35 et 0.53g/l, et une créatinine entre 9 et 11 g/l, une calcémie entre 63 et 88g/l. La Phosphorémie et la Magnésémie ont également été examinés. Cette étude a permis de montrer que les périodes tel que la fin de gestation et de lactation demandent une vigilance à l'éleveur afin de ne pas avoir de baisse de productivité de son élevage

Mots clés : Paramètre biochimique, Performance de reproduction, Souche synthétique, Stade physiologique