

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'El Harrach-Alger

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de
Magistère en Sciences Vétérinaires

Option : Elevage et Pathologie Avicole et Cunicole

Thème :

**Etude des principales composantes biologiques
de la prolificité et facteurs de variation du poids fœtal
chez la lapine de population locale
(*Oryctolagus cuniculus*)**

Présenté par : Dr BELABBAS RAFIK.

Devant le jury composé de :

Dr TEMIM-KESSACI S.	Maître de conférences classe A ENSV Alger	Présidente
Dr AINBAZIZ H.	Maître de conférences classe A ENSV Alger	Promotrice
Dr GHOSLANE F.	Maître de conférences classe A INSA Alger	Examineur
Dr LAMARA A.	Maître de conférences classe B ENSV Alger	Examineur
Dr BOUMAHDHI Z.	Maître-assistant classe A ISV Blida	Examinatrice
Dr REMAS K.	Maître-assistant classe A ENSV Alger	Examinatrice

Année Universitaire 2009/2010

Dédicaces

Je dédie ce modeste mémoire à mes parents

Mes frères et mes sœurs

Remerciements

La réalisation d'une thèse n'est pas seulement un travail de longue haleine mais aussi une formidable expérience scientifique. Bien que délicate, l'écriture des remerciements est un élément indispensable pour témoigner ma profonde reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail. Je tiens tout d'abord à exprimer mes sincères remerciements aux membres du jury :

Dr TEMIM-KESSACI SORAYA, Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire de m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de ce mémoire. Je la remercie également pour sa disponibilité et son écoute. Hommages respectueux.

Dr GHOZLANE Fayçal, Maître de Conférences à l'Institut National Supérieure d'Agronomie pour l'honneur qui m'a fait en acceptant d'être membre de jury. Sincères remerciements.

Dr LAMARA ALI, Maître assistant à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire pour avoir accepté d'examiner ce travail. Sincères remerciements.

Dr REMAS KHADIDJA Maître assistante à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire pour l'intérêt qu'elle a porté à ce mémoire en acceptant d'être membre de jury.

Madame BOUMAHDHI ZOUBIDA, Maître assistante à l'ISV Blida pour avoir accepté d'examiner ce travail, pour le soutien, les conseils avisés et l'attention apportée tout au long de sa réalisation.

Mes remerciements s'adressent également à ma promotrice, Dr AIN BAZIZ HACINA pour avoir accepté de diriger ce travail et assurer mon encadrement et mon initiation à la recherche scientifique.

Je ne peux pas m'en tenir aux remerciements purement académiques et s'il y a une personne que je vous absolument remercier c'est bien Dr ILES IMENE Maître assistante à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire. Si j'en suis là aujourd'hui, vous y avez largement contribué...un grand et sincère merci pour le choix du sujet et tout ce que vous m'avez appris sur la physiologie de la reproduction chez la lapine, pour votre rigueur scientifique et vos conseils précieux. Enfin, merci pour votre confiance et votre disponibilité qui m'ont permis de mener à bien ce travail.

Remerciements

Je tiens à remercier vivement Madame ZENIA SAFIA, Maître assistante à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire pour m'avoir aidé dans le traitement statistique des données. Hommages respectueux.

Je remercie également Monsieur KADDOUR RACHID ingénieur de laboratoire d'histopathologie à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire pour la réalisation des coupes au sein du laboratoire et pour sa gentillesse, et sa disponibilité.

J'exprime toute ma reconnaissance au Dr NABI IBRAHIM pour son aide au cours de la réalisation de ce travail notamment pour l'abattage des lapines.

Ma profonde reconnaissance s'adresse également les ingénieurs de laboratoire de l'ITELV et Madame BENALI NADIA ingénieur de laboratoire à l'ENVS pour leur contribution à la réalisation des analyses alimentaires et Madame BOUDJELAL LOUIZA ingénieur de laboratoire d'HIDAOA à ENVS pour son aide et son soutien moral.

Je tiens à remercier aussi les agents de la bibliothèque de l'ENSV : BENABDEDAIM MERIEM, DERAMI HAMID, TCHIKOU FETHI, BELHOUL DJAMILA. Hommages respectueux.

Un grand et sincère remerciement que j'adresse à Monsieur SAADI AHMED ingénieur de laboratoire de parasitologie à l'ENVS pour son aide, pour son soutien moral durant toutes mes années de la graduation et de la post-graduation. Sincères remerciements.

J'adresse mes remerciements à mes amis de l'ENSV : Dr LAOUADI M. Dr BOULBINA I. et Dr AOUAN N. pour leur soutien moral et leur aide précieuse sans oublier Dr MESSAI SAFIK, Dr HENNEB MINA, Dr KHOUNI FAYCAL, Dr DAHMANI MINA, Dr REGGEUM SOUAD, Dr MESAAD SARA et Dr LEZOUM SARA, Dr ABDELI AMINE, Dr BELABDI IBRAHIM, Dr BENADJILA OTHMANE et BENHOUIA AMINE.

Je veux aussi adresser mes remerciements à tous les enseignants de l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire notamment : Dr SAIDJ D., Dr DERDOUR S. et Dr TENNAH, Dr REBOUH M., BOUABDELLAH R.

Remerciements

Je ne saurais oublier de remercier vivement tous mes confères et consœurs de la post-graduation « Elevage et Pathologie Avicole et Cunicole » et « Nutrition et Reproduction des Bovins » : Dr DOUMENDJI W., Dr DIAFI K., Dr BECHEUR M., et Dr SEBAA F., Dr BENBELKACEM N. Dr OUKACI B.

Comme on dit souvent on garde le meilleur pour la fin et ces remerciements ne seraient pas complets sans remercier Madame GAOUAS Y. enseignante à l'ENSV pour ses conseils pertinents et son soutien moral.

Enfin, je voudrais remercier toutes les personnes qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

Résumé

L'objectif de notre travail était d'étudier, chez la lapine de population locale (*Oryctolagus cuniculus*), la prolificité et ses principales composantes biologiques et quelques facteurs de la variation du poids fœtal (effet de la parité, la position et la vascularisation *in utero*) au cours des deux premières parités. Au total, 20 lapines de population locale ont été réparties en deux groupes (10 nullipares et 10 primipares). Après la saillie, les femelles ont été sacrifiées au 24^{ème} jour de la gestation pour mesurer le taux d'ovulation, la mortalité prénatale et les caractéristiques du fœtus.

Le taux d'ovulation était plus élevé chez les femelles nullipares comparé aux primipares ($9,9 \pm 1,7$ vs $7 \pm 1,6$, $P < 0,01$). La mortalité préimplantatoire était meilleure chez les lapines primipares en comparaison à celle enregistrée chez les nullipares, cependant l'écart n'est pas significatif. Le poids et la longueur du fœtus ainsi que le poids de son placenta fœtal varient significativement en fonction de sa position dans la corne utérine. En effet, les fœtus en position oviductale présentent les meilleures performances. Par contre aucune variation significative n'est révélée pour le poids de placenta maternel et ce pour les trois positions considérées (oviductale, médiane, cervicale).

Le poids moyen du fœtus est similaire chez les femelles des deux parités (13,8 vs 14,5g ; respectivement chez les nullipares et les primipares), cependant, il est significativement influencé par la vascularisation et ce quelque soit la parité (15,9 vs 13,7 et 11,7 g chez les nullipares et 16,2 vs 14,9 et 11,3 g chez les primipares pour les fœtus recevant respectivement plus de 05, entre 04 et 05 et moins de 04 vaisseaux sanguins). De même, l'espace vital, le poids de placenta fœtal et la taille de fœtus ont été les plus élevés lorsque le site d'implantation reçoit un nombre élevé de vaisseaux sanguins.

Mots clés : Composantes biologiques, lapin local, parité, position *in utero*, poids fœtal, vascularisation.

The objective of our work was to study, in the local does, the prolificacy and its principal biological components and some factors of fetal weight variation (effect of parity order, *in utero* position and vascularisation) in the course of the two first parities. In all, 20 does of local population were divided into two groups (10 nulliparous and 10 multiparous). After mating, females were been scarified at 24 days of pregnancy to measure the ovulation rate, the prenatal mortality and the characteristics of fetus.

The ovulation rate was elevated in the nulliparous females compared with the primiparous ($9,9 \pm 1,7$ vs $7 \pm 1,6$, $P < 0,01$). The early mortality was the best in the nulliparous does (no significant difference). The weight and the length of fetus as well as the weight of fetal placenta vary significantly on function of the position in the uterine horns. In fact, fetuses in oviduct position present the best performances. On the contrary, the uterine position did not affect the weight of maternal placenta.

The fetal weight in the females of the two parities was identical (13,8 vs 14,5g; respectively in nulliparous and primiparous) however influenced with a significant manner by the vascularisation in the two parities order (15,9 vs 13,7 et 11,7 g for nulliparous and 16,2 vs 14,9 et 11,3 g for primiparous, for the fetus receiving more than 5 blood vessels, between 4 and 5 and less than 4 blood vessels respectively). Likewise, available uterine space per fetus, the weight of fetal placenta and the fetus size were much elevated when the site of implantation receives a high number of blood vessels.

Key words: *biological components, local does, parity, in utero position, fetal weight, vascularisation.*

المخلص

إن هدف عملنا هذا , القيام بدراسة أنثى الأرنب المحلية, و التي تمحورت حول دراسة القدرة التكاثرية لها و كذا مقوماتها البيولوجية الأساسية , مع بعض عوامل تغيرات وزن الجنين (أثر رتبة الإنجاب, التموقع , إضافة إلى درجة انتشار الأوعية الدموية الرحمية) خلال مرحلتي الإنجاب الأوليتين. بتعداد حاصل جمع الأرناب, قد قسمت 20 أنثى من الفصيلة محلية إلى مجموعتين (10 غير منجبة , 10 منجبة مرة واحدة). قد تم ذبح إناث الأرناب بعد التزاوج في اليوم 24 من الحمل لقياس قيمة التبييض, الوفيات السابقة للولادة و كذا خصائص الجنين.

سجلت الإناث الغير المنجبة قيمة تبييض أعلى من فئة الإناث المنجبة مرة واحدة ($9,9 \pm 1,7$ vs $7 \pm 1,6$, $P < 0,01$). وفيات ما قبل تعشيش الأجنة سجلت قيما عالية عند الإناث المنجبة مرة واحدة مقارنة مع الإناث الغير المنجبة لكن بدون دلالة. إن وزن و طول الجنين و كذا وزن مشيمته تسجل تغيرا ذو دلالة مترابطا مع تموقع الجنين في الرحم. و بالفعل, فإن الاجنة المتوقعة في قرن الرحم يسجل أحسن النتائج. لكن بالمعكس, لا نلاحظ أي تغير دليلي لوزن المشيمة الأم و ايضا للمواقع الثلاثة المعتمدة (قناة الرحم, الموقع الوسط, عنق الرحم).

إن وزن الجنين عند إناث المجموعتين يعتبر متساويا (13.8 مقابل 14.5 غ لغير المنجبة ثم المنجبة مرة واحدة على التوالي). غير ان درجة انتشار الأوعية الدموية تؤثر بطريقة جد دالة على وزن الجنين مهما كانت رتبة الإنجاب (15.9 غ مقابل 13.7 غ و 11.7 غ لغير المنجبة و 16.2 غ مقابل 14.9 غ و 11.3 غ للمنجبة مرة واحدة بلنسبة لاجنة التي تستقبل على التوالي اكثر من خمسة اوعية دموية , ما بين اربعة وخمسة و اقل من اربعة اوعية دموية). مع ذلك, فقيم المجال الحيوي و وزن المشيمة و حجم الجنين تكون عالية عندما يتلقى موقع زرع الأجنة عددا و افرا من الأوعية الدموية.

الكلمات المفاتيح: المقومات البيولوجية, الأرنب المحلي, رتبة الإنجاب, التموقع في الرحم, الوزن الجنيني, انتشار الأوعية الدموية.

La liste des figures :

Figure N°		Page
<i>La partie bibliographique</i>		
01	Appareil génital de la lapine.	5
02	Evolution du poids des deux ovaires.	6
03	Le sexage à 6 semaines d'âge.	6
04	La position de lordose.	10
05	Les différents types de follicules au niveau de l'ovaire d'une lapine.	13
06	Evolution des taux sanguins d'ocytocine et de la prolactine chez la lapine, dans les 45 minutes suivant l'accouplement.	16
07	Le diagnostic de gestation par palpation abdominale.	20
08	La vésicule embryonnaire au 9 ^{ème} jour de gestation chez la lapine.	21
09	La concentration sérique de la progestérone chez des lapines gestantes et pseudogestantes.	22
10	Vaisseaux sanguins arrivant au niveau des sites d'implantation de la corne droite d'une lapine hémiovariectomisée.	35
11	Les performances de reproduction. Ecart entre les lapines allaitantes et les lapines non allaitantes.	40
<i>Matériel et méthodes</i>		
12	Le bâtiment d'élevage.	45
13	Différents phénotypes de lapines locales utilisés.	47
14	L'ovaire d'une lapine gestante.	51
15	Les sites d'implantation au niveau de la corne utérine.	53
16	Les vaisseaux sanguins irrigant les sites d'implantation d'une corne utérine.	55
17	La position des fœtus au niveau de la corne utérine.	56
18	L'espace disponible par fœtus mesuré sur la corne utérine.	57
19	Fœtus vivant et ses placenta (fœtal et maternel).	58
20	Follicule préovulatoire (H&E X400).	61
<i>Résultats</i>		
21	La corrélation entre la longueur de la corne utérine vide et le nombre d'embryons implantés chez les femelles nullipares.	67

22	La corrélation entre la longueur de la corne utérine vide et le nombre d'embryons implantés chez les femelles primipares.	67
23	Effet de la position <i>in utéro</i> sur le poids fœtal moyen à J24 de la gestation chez les femelles nullipares et primipares.	68
24	L'effet de la position <i>in utéro</i> sur l'espace vital, les poids des placentas et la taille des fœtus chez les femelles nullipares.	70
25	L'effet de la position <i>in utéro</i> sur l'espace vital, les poids des placentas et la taille des fœtus chez les femelles primipares.	71
26	La relation entre le poids des placentas fœtaux et le poids des fœtus vivants chez les femelles nullipares.	72
27	La relation entre le poids des placentas maternels et le poids des fœtus vivants chez les femelles nullipares.	72
28	La relation entre le poids des placentas fœtaux et le poids des fœtus vivants chez les femelles primipares.	73
29	La relation entre le poids des placentas maternels et le poids des fœtus vivants chez les femelles primipares.	73
30	L'effet de la vascularisation <i>in utéro</i> sur le poids fœtal à J24 de la gestation chez les nullipares et les primipares.	75
31	L'effet de la vascularisation sur l'espace vital, les poids des placentas et la taille des fœtus chez les femelles nullipares.	76
32	L'effet de la vascularisation sur l'espace vital, la taille des fœtus et les poids de leurs placentas chez les femelles primipares.	78
33	La relation entre le nombre de vaisseaux sanguins pénétrant chaque site d'implantation et le poids des fœtus vivants chez les femelles nullipares.	79
34	La relation entre le nombre de vaisseaux sanguins pénétrant chaque site d'implantation et le poids des fœtus vivants chez les femelles primipares.	79
35	Le poids fœtal à J24 de la gestation chez les femelles nullipares et primipares.	80

La liste les tableaux :

Tableau N°		Page
<i>La partie bibliographique</i>		
01	L'âge et le poids à la première saillie en fonction de l'origine de l'animal.	8
02	Classification des placentas des différentes espèces.	19
03	Taille de la portée en fonction de l'origine de l'animal.	25
04	Variation de la mortinatalité en fonction de l'origine de l'animal.	27
05	Evolution de la taille de la portée (nés vivants par mise bas) à la naissance en fonction de la parité.	28
06	Variation de la prolificité à la naissance en fonction du stade physiologique.	29
07	Variation de la taille de la portée en fonction de la saison chez les lapines de population locale.	30
08	Effet de la parité sur le poids individuel à la naissance chez les lapines de population locale.	33
09	Le nombre d'ovocytes fertilisés au cours du <i>post partum</i> .	38
<i>Matériel et méthodes</i>		
10	La composition chimique de l'aliment granulé utilisé au cours de l'essai	48
<i>Résultats</i>		
11	Les caractéristiques phénotypiques et pondérales des lapines de population locale.	62
12	Le taux d'ovulation et les caractéristiques de l'ovaire au cours des deux premières parités chez la lapine locale.	64
13	Taux de la mortalité précoce et tardive chez les lapines de population locale nullipares et primipares.	65
14	Nombre moyen d'embryons implantés et leur statut chez les femelles nullipares et primipares.	66
15	La relation entre la longueur de la corne utérine vide et le nombre d'embryons implantés chez les lapines nullipares et primipares.	66
16	Effet de la position <i>in utero</i> sur le poids fœtal.	68

Liste des tableaux

17	L'effet de la position <i>in utéro</i> sur l'espace vital, les poids de placentas et la longueur des fœtus chez les femelles nullipares.	69
18	L'effet de la position <i>in utéro</i> sur l'espace vital, les poids des placentas et la taille des fœtus chez les femelles primipares.	70
19	La relation entre les poids des fœtus vivants et les poids de leurs placentas.	71
20	Effet de la vascularisation <i>in utéro</i> sur le poids fœtal à J24 de la gestation.	74
21	L'effet de la vascularisation sur l'espace vital, les poids des placentas et la taille des fœtus chez les femelles nullipares.	76
22	L'effet de la vascularisation sur l'espace vital, les poids des placentas et la taille des fœtus chez les femelles primipares.	77
23	La relation entre le nombre des vaisseaux sanguins arrivant au niveau de chaque site d'implantation et le poids des fœtus vivants.	78
24	Effet de la parité sur le poids fœtal au 24 ^{ème} jour de la gestation chez les femelles nullipares et primipares.	80

Les abréviations :

AFNOR : Association Française de la Normalisation.

°C : Degré Celsius.

CB : Cellulose brute.

cm : Centimètre.

CMV: Complexe minéraux vitamines.

FSH: Follicle Stimulating Hormone.

g: Gramme.

GnRH: Gonadotropin Releasing Hormone.

h: Heure.

H&E: Hématoxyline-Eosine.

INRA: Institut National de la Recherche Agronomique.

ITELV: Institut Technique des Elevages

J: jour.

kg: kilogramme.

km: Kilomètre.

LH: Luteinising Hormone.

m²: Mètre carré

MAT: Matière azotée totale.

MB: Matière brute.

MG: Matières grasses.

ml: Millilitre.

MM: Matière minérale.

mm: Millimètre.

MS: Matière sèche.

n/nb: Nombre.

ng: Nanogramme.

NS: Non significatif.

pg: Picogramme

PGF2 α : Prostaglandine F2 α .

vs : Versus.

Les Symbole :

% : Pourcentage.

°: Degré.

< : Inférieur.

> : Supérieur.

SOMMAIRE

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION CHEZ LA LAPINE.....	4
I. L'appareil génital femelle.....	4
I.1. Anatomie de l'appareil génital femelle.....	4
I.2. Le développement des gonades	5
I.3. Le sexage.....	6
II. L'activité sexuelle de la lapine.....	7
II.1. La puberté et l'âge à la première saille.....	7
II.1.1. La puberté.....	7
II.1.2. L'âge à la première saillie.....	8
II.2. L'œstrus et le cycle œstrien.....	9
II.2.1. Le comportement sexuel.....	9
II.2.2. Modifications anatomiques liées à l'œstrus.....	10
II.2.3. Le contrôle de l'œstrus.....	11
II.2.3.1. L'activité ovarienne chez la lapine.....	11
a. L'ovogénèse.....	12
b. La dynamique folliculaire sur l'ovaire.....	13
c. L'ovulation.....	14
II.3. La mise à la reproduction.....	15
II.3.1. La saillie naturelle.....	15
II.3.2. La fréquence d'utilisation de mâle.....	15
III. La physiologie post ovulatoire.....	15
III.1. La remontée des spermatozoïdes.....	15
III.2. La capacitation.....	16
III.3. La descente de l'ovule.....	17
III.4. La fécondation.....	17
IV. La gestation.....	17
IV.1. Le déroulement de la gestation.....	17
IV.2. La placentation.....	18
IV.3. Le diagnostic de gestation.....	19
IV.3.1. Le diagnostic de gestation par palpation abdominale.....	19

IV.3.2. Le diagnostic de gestation par échographie.....	20
V. La pseudogestation.....	21
VI. Mise bas.....	22
CHAPITRE II : LA PROLIFICITE ET LE POIDS A LA NAISSANCE ET LEURS FACTEURS DE VARIATION.....	24
A. La prolificité et ses facteurs de variation	24
I. La prolificité.....	24
I.1.La taille de portée par mise bas.....	24
I.2. Le nombre de lapereaux vivants par portée.....	25
I.3. La mortinatalité.....	26
II. Facteurs de variation de la prolificité.....	27
II.1. L’effet des composantes de l’état physiologique de la femelle.....	27
II.1.1. La parité.....	27
II.1.2. L’allaitement.....	28
II.1.3. La réceptivité.....	29
II.2. Les facteurs de l’environnement.....	30
II.2.1. La saison.....	30
II.2.2. Eclairage et photopériode.....	30
II.2.3. Alimentation.....	30
II.3. Interaction génotype-milieu.....	31
B. Le poids de la portée à la naissance et ses facteurs de variation.....	31
I. Le poids de la portée à la naissance.....	31
II. Les facteurs de variation du poids à la naissance.....	32
II.1. Effet de la taille de portée.....	32
II.2. Effet de la saison de naissance.....	32
II.3. Effet de la parité.....	33
II.4. Effet de l’allaitement.....	33
II.5. Effet de l’alimentation.....	34
II.6. Effet de la position intra-utérine et le nombre de fœtus par corne.....	34
CHAPITRE III: LES COMPOSANTES BIOLOGIQUES DE LA PROLIFICITE ET LEURS FACTEURS DE VARIATION.....	37
I.Le taux de fertilisation et ses facteurs de variation.....	37
I.1. Le taux de fertilisation.....	37
I.2. Les principaux facteurs de variation.....	37

I.2.1. Du génotype.....	37
I.2.2. Du stade physiologique.....	37
I.2.3. De la réceptivité.....	38
I.2.4. La photopériode.....	38
II. Le taux d'ovulation.....	38
II.1. Les principaux facteurs de variation.....	39
II.1.1. La parité.....	39
II.1.2. L'allaitement.....	39
II.1.3. L'alimentation.....	40
II.1.4. Le poids de la femelle avant la saillie.....	41
II.2. Effet de la sélection sur le taux d'ovulation.....	41
III. La mortalité embryonnaire et fœtale	41
III.1. Répartition de la mortalité au cours de la gestation.....	41
III.1.1. Les pertes embryonnaires avant l'implantation.....	41
III.1.2. Les pertes embryonnaires durant la placentation.....	42
III.1.3. Les pertes embryonnaires post placentation.....	42
III.2. Les principaux facteurs de variation.....	42
III.2.1. Effet de l'alimentation	42
III.2.2. Effet du génotype.....	43
III.2.3. Effet du rythme de reproduction.....	43
III.2.4. Effet de la température.....	43
III.2.5. Effet de l'allaitement.....	43
III.2.6. Effet de la parité.....	44
PARTIE EXPERIMENTALE	
I. L'objectif.....	45
II. Matériel et méthodes.....	45
II.1. Lieu et durée de l'expérimentation.....	45
II.2. Le bâtiment et le matériel d'élevage.....	45
II.3. Les animaux.....	46
II.4. L'alimentation.....	47
II.5. La conduite expérimentale.....	49
II.5.1. La saillie.....	50
II.5.2. L'étude de la prolificité et ses principales composantes biologiques.....	51
a. Les ovaires.....	51

b. Les cornes utérines.....	52
II.5.3. Etude du poids fœtal et de ses facteurs de variation.....	54
a. Etude de la vascularisation utérine.....	54
b. Détermination du poids et de la longueur du fœtus au niveau des différentes positions <i>in utéro</i>	55
c. Calcul de l'espace vital.....	56
II.5.4. Etude histologique des ovaires.....	58
1. La fixation.....	58
2. La déshydratation et l'éclaircissement.....	59
3. Imprégnation et coulage des blocs de paraffine.....	59
4. Réalisation des coupes.....	59
5. La coloration.....	59
6. Observation des lames.....	61
III. Analyse statistique.....	61
RESULTATS	62
I. Présentation générale du cheptel.....	62
II. L'étude de la prolificité et ses principales composantes biologiques.....	63
II.1. Le potentiel ovulatoire et les caractéristiques de l'ovaire.....	63
II.2. La mortalité embryonnaire et fœtale.....	65
II.3. Implantation des embryons à J24.....	65
II.3.1. Statut et nombre.....	65
II.3.2. L'étude de la relation entre la longueur de la corne utérine vide et le nombre d'embryons implantés.....	66
III. La variation du poids fœtal.....	67
III.1. Effet de la position <i>in utéro</i>	67
III.1.1. Sur le poids fœtal.....	67
III.1.2. Sur l'espace vital, le poids des placentas et la taille des fœtus	69
III.1.3. La relation entre le poids des fœtus vivants et le poids de leurs placentas...	71
III.2. L'influence de la vascularisation <i>in utéro</i>	74
III.2.1. L'effet sur le poids fœtal.....	74
III.2.2. Sur l'espace vital, le poids des placentas et la taille des fœtus	75
III.2.3. La relation entre le nombre de vaisseaux sanguins et le poids des fœtus vivants.....	78
III.3. Effet de la parité.....	79

Discussion	81
Conclusion et Recommandations	91
Références bibliographiques	
Annexes	

Introduction



A l'instar de nombreux pays dans le monde, la cuniculture Algérienne a toujours existé, mais selon un mode traditionnel, de faible effectif, de type familial destinée à l'autoconsommation, et pratiquée le plus souvent de façon précaire. Ce n'est qu'à partir des années quatre-vingts que cette espèce a commencé à attirer l'attention des pouvoirs publics et des éleveurs professionnels par ses nombreux atouts :

- La lapine est très prolifique, avec des durées de gestation et de lactation courtes ; et une production qui peut atteindre 61kg par lapine et par an (Kohel, 1994).
- La vitesse de croissance du lapin est rapide.
- La viande de lapin est très nourrissante ; celle-ci présente une faible teneur en matières grasses et en cholestérol mais elle est par contre riche en protéines et en certaines vitamines et sels minéraux.
- Les lapins sont des herbivores qui ne concurrencent pas l'homme dans l'alimentation et s'adaptent facilement aux conditions locales.

Cependant, le développement d'une filière cunicole basée sur l'importation des souches hybrides (1985, 1988) pour intensifier la production et assurer l'approvisionnement régulier des marchés urbains en protéines d'origine animale et de moindre coût a échoué en raison de nombreux facteurs dont la méconnaissance de l'animal, l'absence d'un aliment industriel et de programme prophylactique. Cette situation s'est aggravée par l'érosion de la population locale, résultat du remplacement total de celle-ci par les hybrides commerciaux utilisés en production intensive et les croisements avec des races importées.

Après cet échec, une nouvelle stratégie de développement de la production cunicole utilisant le lapin de population locale s'est proposée comme une stratégie alternative à la précédente. Cependant, tous les projets du développement cunicole utilisant le lapin local doivent se baser sur une logique d'ensemble comprenant, en premier lieu, l'identification de la population locale existante de point de vue morphologique, et la connaissance de ses aptitudes biologiques et zootechniques, ainsi que son adaptabilité ce qui peut aider par la suite

au montage des programmes de sélection ou des systèmes de production convenables. C'est ainsi que depuis 1990, l'Institut Technique des Elevages (ITELV) et certaines Universités, notamment celle de Tizi-Ouzou ont mis en place des programmes de caractérisation de ces populations et de contrôle de leurs performances.

Le lapin de population locale Algérienne présente plusieurs phénotypes résultants des croisements intempestifs et parfois volontaristes avec des races étrangères introduites en Algérie, au cours des années soixante-dix, dans le cadre de certains projets de développement rural (Néo-zélandaise, Californienne, Fauve de Bourgogne, Géant des Flandres, Géant d'Espagne) et entre 1985 et 1989 (Hybrides commerciaux : Hyla et Hyplus). Au point de vue morphologique, le lapin local est caractérisé par un poids adulte de 2,8 kg, ce poids permet de le classer dans le groupe des races légères (Zerrouki et *al.*, 2001 ; 2004).

Sur le plan adaptabilité et performances zootechniques et de reproduction, les travaux effectués en Algérie sur le lapin de population locale ont mis en évidence ses qualités très intéressantes, à savoir une bonne adaptation aux conditions climatiques et alimentaires locales (résistance avérée à la chaleur et à certaines maladies, adaptation à des conditions rigoureuses et à une alimentation de qualité médiocre), mais aussi les défauts de cette population, à savoir sa prolificité et son poids (à la naissance, au sevrage et à l'âge adulte) trop faibles pour être utilisable telle quelle dans les élevages producteurs de viande. Il convenait donc de définir un programme permettant d'améliorer ces faibles performances tout en conservant ses qualités d'adaptation (Gacem et Lebas, 2000, Belhadi, 2004 ; Berchiche et *al.*, 2000c ; Zerrouki et *al.*, 2005a et 2005b, Moulla et Yakhlef, 2007, Saoudi, 2008).

Deux programmes de sélection ont été réalisés au niveau de l'ITELV, le premier a consisté en une création d'une souche synthétique obtenue par l'insémination des femelles de population locale avec la semence de mâles de la souche INRA 2666 (Gacem et Lebas, 2005) alors que le deuxième est conforté par l'étude des corrélations qui montrent des aptitudes à la création d'une lignée prolifique (Saidj, 2006) et d'une lignée à croissance améliorée (Chaou, 2006).

Néanmoins, il faut souligner que la majorité des travaux de caractérisation ont été dirigés vers l'aspect zootechnique des performances alors que certains aspects à l'exemple de

la physiologie de la reproduction ont été négligés empêchant la construction d'un capital de connaissance suffisant susceptible de servir de base au développement de plusieurs méthodes de biotechnologies (insémination artificielle, synchronisation de l'œstrus, transfert embryonnaire) et d'entreprendre une sélection génétique sur les performances physiologiques de la reproduction (le taux d'ovulation, mortalité embryonnaire).

C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude qui a pour objectif d'étudier dans un premier lieu, l'évolution des principales composantes biologiques de la prolificité chez la lapine de population locale au cours des deux premières parités (le taux d'ovulation, et la mortalité embryonnaire et fœtale), puis dans un deuxième temps, étudier quelques facteurs de la variation du poids fœtal en fin de gestation (effet de la parité et l'effet de la position et de la vascularisation *in utéro*).

Enfin nous nous sommes proposé de faire une étude complémentaire sur l'histologie des ovaires afin de mesurer l'évolution du nombre des follicules préovulatoires (diamètre > 1mm).

Dans ce manuscrit, nous présenterons dans un premier temps, dans la partie bibliographique, un rappel sur la physiologie de la reproduction chez la lapine, complété par la prolificité et le poids à la naissance et leurs facteurs de variation chez le lapin de population locale et chez quelques races dans le monde. Nous aborderons ensuite un état de connaissance sur les composantes biologiques de la prolificité et leurs facteurs de variation. La partie expérimentale comprendra : le matériel et les méthodes mis en œuvre pour la réalisation de ce travail, ainsi que les résultats obtenus. Enfin, nous terminerons par une discussion générale qui permettra de faire une synthèse des résultats et de proposer les recommandations.

Partie

Bibliographique



Chapitre I : Anatomie et physiologie de la reproduction chez la lapine.

I. L'appareil génital femelle :

I.1. Anatomie de l'appareil génital femelle :

L'organisation de l'appareil génital femelle est identique à celle des autres mammifères, il regroupe (Figure 1) :

➤ Les ovaires :

Les ovaires, au nombre de deux, sont ovoïdes et atteignent 1 à 2 cm dans leur plus grande dimension. Ils représentent le siège de la préparation des gamètes femelles.

➤ Les oviductes :

Ce sont de petits canaux longs de 10 à 16 cm, composés par le pavillon, l'ampoule et l'isthme et localisés sous chaque ovaire.

- **Le Pavillon** a une forme de calice, très développé, il reçoit l'ovule au moment de la ponte ovulaire.
- **L'ampoule** est le lieu de fécondation. La lumière de ce tube comporte de nombreuses cellules ciliées permettant l'acheminement des gamètes.
- **L'isthme** est un conduit beaucoup plus étroit et tapissé de mucus et de cellules sécrétrices mais doté de beaucoup moins de cellules ciliées. Il débouche dans la corne utérine au niveau de la jonction utéro-tubaire (Giannetti, 1984 ; Boussit, 1989).

➤ L'utérus :

Bien qu'extérieurement les cornes utérines soient réunies dans leur partie postérieure en un seul corps, il y a en réalité deux utérus indépendants de 7cm environ, s'ouvrant séparément par deux conduits cervicaux dans le vagin qui est long de 6 à 10cm. L'ensemble est soutenu par le ligament large qui a quatre points d'attache principaux sous la colonne vertébrale (Lebas *et al.*, 1996).

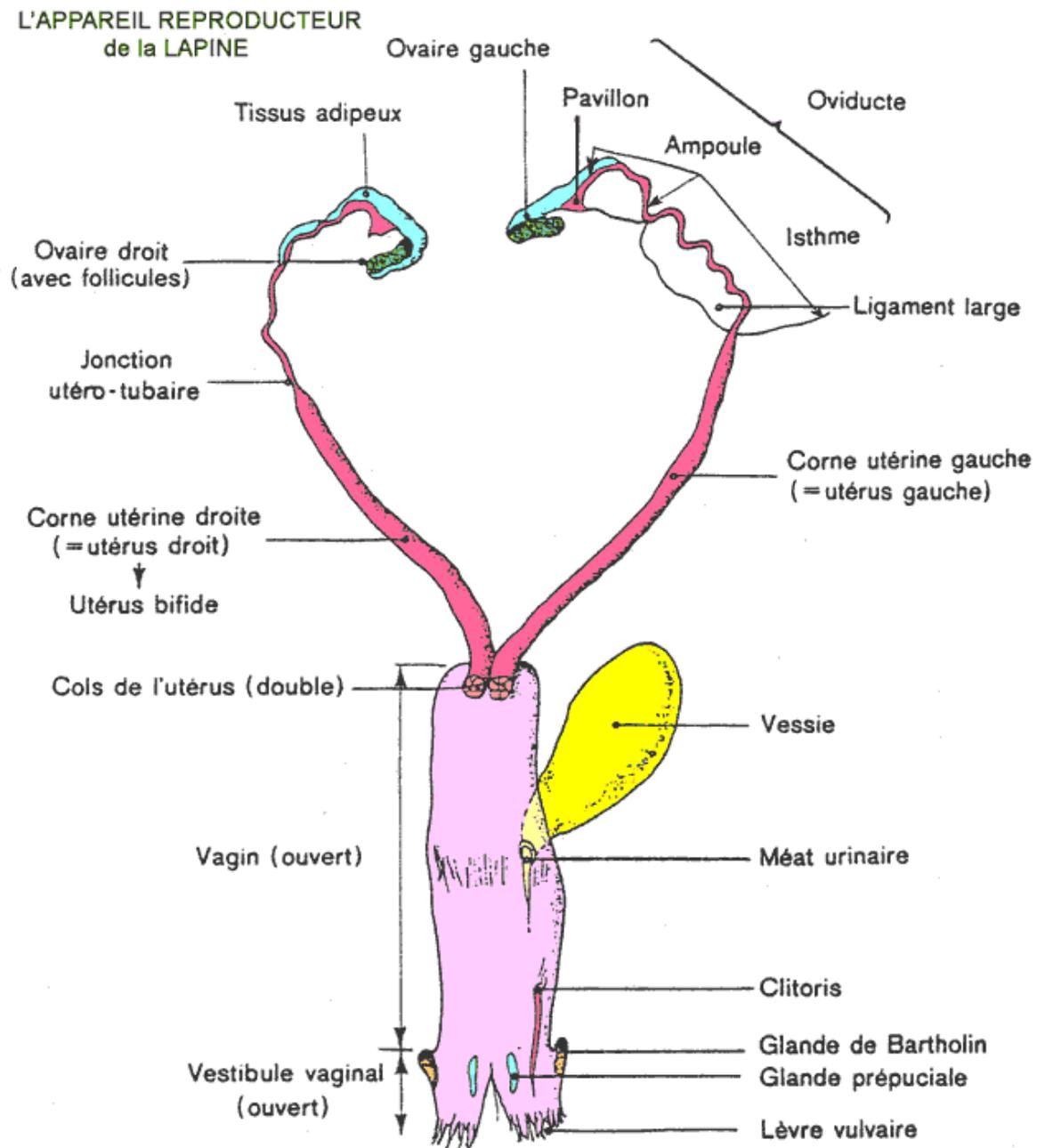


Figure 1 : Appareil génital de la lapine (Lebas *et al.*, 1996).

I.2. Le développement des gonades :

La différenciation sexuelle commence au 16^{ème} jour après la fécondation. Les divisions ovogoniales débutent le 20^{ème} jour de la vie fœtale et se poursuivent jusqu'à la naissance. Après la naissance, les ovaires se développent nettement moins vite que l'ensemble du corps.

Une accélération est observée à partir de 50 à 60 jours (Figure 2). Les follicules primordiaux apparaissent dès le 13^{ème} jour après la naissance et les premiers follicules à antrum vers 65 à 70 jours (Lebas, 2009).

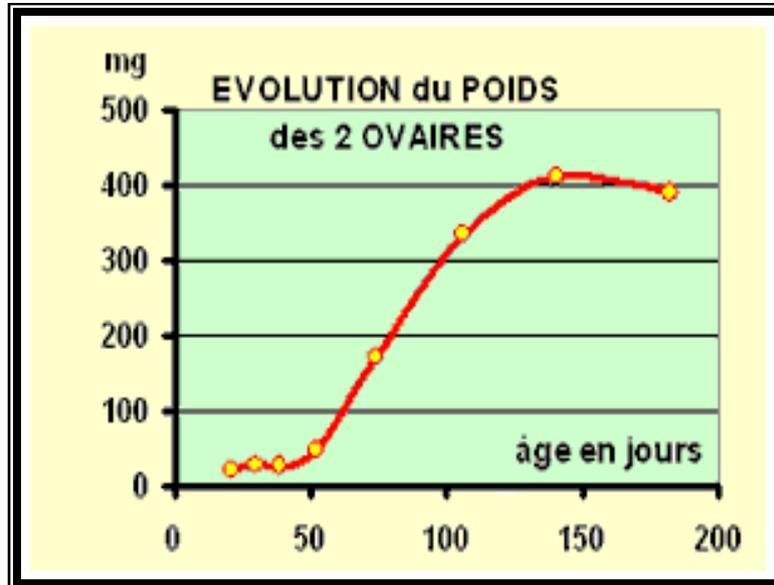


Figure 2 : Evolution du poids des deux ovaires (Prud'hon, 1973 ; cité par Lebas, 2009).

I.3. Le sexage :

Le sexage est une étape essentielle qui permet de séparer les jeunes de sexes différents ou de former des couples au moment de la mise à la reproduction. Chez le mâle on peut extérioriser un pénis, court et dirigé vers l'arrière, alors que chez la femelle on retrouve une vulve assez saillante pouvant mimer un petit pénis, mais elle est fendue alors que l'orifice du fourreau du mâle est circulaire (Figure 3).

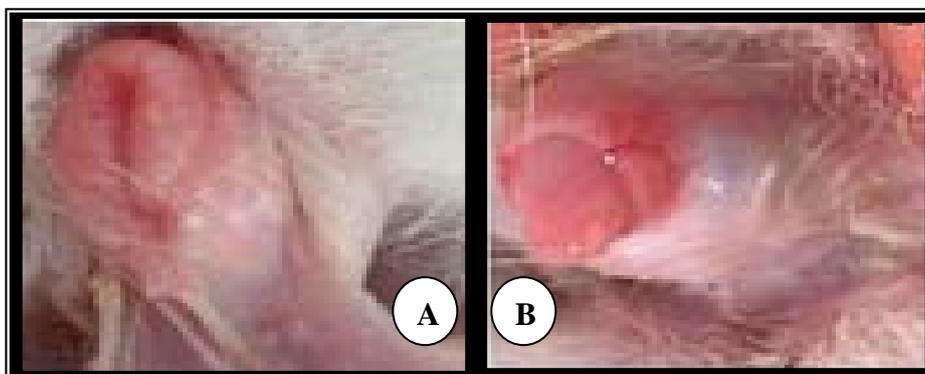


Figure 3 : Le sexage à 6 semaines d'âge (A : sexe femelle, B : sexe mâle) (Yaou *et al.*, 2009).

II. L'activité sexuelle de la lapine :

II.1. La puberté et l'âge à la première saillie :

II.1.1. La puberté :

La puberté doit être considérée dans son sens général incluant l'ensemble de toutes les modifications morphologiques, physiologiques et comportementales qui se produisent chez l'individu en croissance (Johnson et Barry, 2002). Chez la lapine, Quinton et Egron (2001) signalent que la puberté est atteinte vers l'âge de 3 à 7 mois. L'âge de la puberté c'est-à-dire l'âge auquel l'accouplement entraîne pour la première fois une ovulation, est assez mal défini et dépend d'un ensemble de facteurs :

➤ La race :

La précocité paraît meilleure chez les races de petit ou moyen format (4 à 6 mois) que chez les races de grand format (5 à 8 mois).

➤ Le développement corporel :

La précocité est d'autant plus grande que la croissance a été rapide. La plupart des femelles sont pubères dès qu'elles atteignent 75% de leur poids adulte, mais il est préférable d'attendre qu'elles aient atteint 80 % de ce poids.

➤ Alimentation :

Une restriction alimentaire de 25% de l'*ad libitum* retardera la puberté d'au moins 3 semaines.

➤ La photopériode :

Les femelles naissant en automne et qui, par conséquent, atteignent la puberté au printemps sont plus précoces que les femelles nées au printemps.

L'exposition à un éclairage prolongé favorise l'apparition de la puberté et amplifie le comportement œstral (Prud'hon, 1975 ; Boussit, 1989 ; Berepubo et *al.*, 1993 ; Lebas, 2009).

II.1.2. L'âge à la première saillie :

Le premier accouplement devrait avoir lieu lorsque l'animal présente une conformation physique et une maturité sexuelle correspondant à la race à laquelle il appartient. Toutefois, cet accouplement est souvent anticipé, en vue d'exploiter plus avantageusement l'animal et aussi pour éviter qu'il n'engraisse excessivement. De nombreux éleveurs et spécialistes préfèrent se baser, pour juger de l'aptitude à la reproduction, sur le poids de l'animal plutôt que sur son âge. Le poids doit représenter plus de 80% du poids optimal d'un adulte. Cependant l'âge à la maturité sexuelle est variable suivant les races (Tableau 1) : les races géantes étant souvent plus tardives. Les premières acceptations du mâle peuvent avoir lieu dès l'âge de 13 à 14 semaines chez les races moyennes, mais il est recommandé d'éviter de mettre à la reproduction des animaux trop jeunes ou insuffisamment développés (pas avant 16-17 semaines) (Perrot, 1991 ; Giannetti, 1984).

Tableau 1 : L'âge et le poids à la première saillie en fonction de l'origine de l'animal
(Synthèse des références bibliographiques)

Animal	Age à la première saillie (mois)		Poids à la première saillie (g)	
	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle
Population locale (Algérie) Berchiche et Kadi (2002)	5	5	2490	2500
Giza White (Egypte) Khalil (2002b)	7,8	7,5	2910	2810
Lapin Baladi (Liban) Hajj et al. (2002)	5,5	6,5	2933	2836
Lapin Tadla (Maroc) Bouzekraoui (2002)	6	6	2145	2600
Gris de Carmagnola (Italie) Lazzaroni(2002)	4	5	3500-4500	3500-4500
Géant d'Espagne Lopez et Sierra (2002)	5,5	5,5	4500	4500

II.2. L'œstrus et le cycle œstrien :

Le cycle œstrien est l'intervalle de temps qui sépare 2 œstrus consécutifs chez les femelles cyclées. Il a une durée propre à chaque espèce (21 jours chez la vache, 17 à 18 jours chez la brebis). La lapine, par contre, ne présente pas un cycle œstrien avec apparition régulière de chaleurs au cours desquelles l'ovulation a lieu spontanément. Elle est considérée comme une femelle en œstrus plus au moins permanent, et n'ovule que s'il y a coït. On parle alors d'espèce à ovulation provoquée (Villena et Ruiz Matas, 2003 ; Bonnes *et al.*, 2005). Cette particularité confère à la lapine des spécificités physiologiques qu'il est nécessaire d'étudier pour le développement et l'application des différentes biotechnologies de reproduction chez cette espèce.

La durée de l'œstrus ou de diœstrus est variable d'une lapine à une autre, certaines peuvent être en œstrus effectif pendant 28 jours consécutifs, tandis que d'autres ne le sont que 2 jours en 4 semaines (Lebas, 2009).

II.2.1. Le comportement sexuel :

On peut distinguer trois phases :

➤ La phase d'attraction :

Elle est caractérisée par l'émission de signaux qui vont permettre les échanges d'informations sensorielles entre les partenaires. Des phéromones agissant comme des attractifs sexuels ont été mises en évidence (Gayrard, 2007).

➤ La phase précopulatoire :

Elle correspond à la proceptivité chez la femelle. Pendant cette phase le mâle recherche activement un contact avec la femelle par :

- Le flairage périnéal : le mâle flaire le périnée de la femelle.
- Le marquage mentonnier : 60 à 65% des mâles marquent les femelles avec les sécrétions des glandes cutanées sous mandibulaire, contre 1,5 % par l'urine.
- La poursuite : le mâle et la femelle cherchent à se flairer l'un et l'autre et se poursuivent en tournant rapidement (Boussit, 1989 ; Fayez et Rashwan, 2003 ; Gayrard, 2007).

➤ **La phase de réceptivité :**

On considère une femelle en œstrus ou réceptive quand elle accepte de s'accoupler. La femelle se met en lordose avec la croupe relevée pour faciliter l'intromission du pénis (Figure 4). Par contre, elle est en diœstrus ou non réceptive quand elle refuse et se blottit dans un angle de cage ou devient agressive vis-à-vis du mâle (Lebas *et al*, 1996).

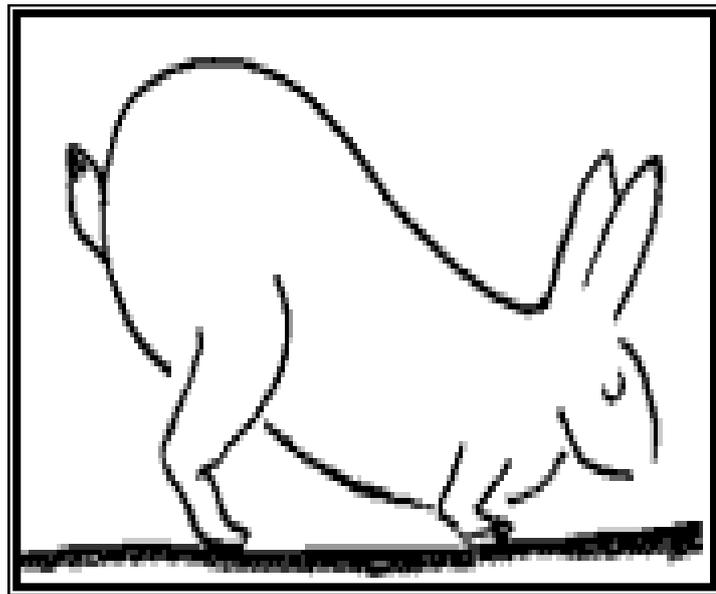


Figure 4 : La position de lordose (Lebas, 2009).

II.2.2. Modifications anatomiques liées à l'œstrus :

La réceptivité est liée à des modifications anatomiques de la vulve. L'acceptation du mâle est maximale lorsque la lapine présente une vulve rouge turgescence avec une fréquence

de 100% d'acceptabilité, et est minimale lorsque cette dernière est blanche et non turgescence avec une acceptabilité de 17,3% (Quintela et *al.*, 2001 ; Vicente et *al.*, 2008).

II.2.3. Le contrôle de l'œstrus :

L'œstrus est en relation avec le stade évolutif de la folliculogénèse. Les cellules de la thèque interne entourant chaque follicule préovulatoire, sécrètent des œstrogènes proportionnellement à leur masse. Le taux circulant de ces hormones n'est donc élevé que lorsqu'un nombre suffisant de follicules matures est présent sur l'ovaire (Lebas, 2009).

II.2.3.1. L'activité ovarienne chez la lapine:

La lapine est une espèce pour laquelle il est difficile d'appliquer les méthodes d'investigation utilisées chez les autres animaux domestiques par manque de connaissances physiologiques sur la croissance folliculaire (Salveti et *al.*, 2007).

Les travaux portant sur l'étude de la folliculogénèse et l'ovogénèse sont peu nombreux et relativement anciens malgré les nouveaux outils dont dispose la recherche comme l'imagerie par ultrasons. L'étude de l'évolution de la population folliculaire par ultrasonographie transrectale constitue une méthode non invasive souvent utilisée pour l'étude de la croissance folliculaire en parallèle à l'étude des profils hormonaux notamment chez les animaux sauvages (McCorkell et *al.*, 2006). De telles études n'ont jamais été effectuées chez la lapine et semblent difficilement réalisables compte tenu de la petite taille des structures folliculaires.

Récemment une étude a été menée sur l'observation de la dynamique folliculaire par échographie chez des lapines pseudogestantes laissant entrevoir d'autres perspectives d'étude (Marongiu et Gulinati, 2008a).

a) L'ovogénèse :

L'ovogénèse est l'ensemble des processus de multiplication et différenciation cellulaire des cellules de la lignée germinale femelle. A partir des cellules initiales ou gonocytes, elle aboutit à la production des ovules, cellules aptes à être fécondées. Contrairement à la spermatogénèse, le stock d'ovogonies est défini et définitif (INRAP., 1988 ; Boussit, 1989).

Les différentes phases d'ovogénèse :

➤ **La phase de multiplication ou phase germinale :**

Les cellules de la lignée germinale qui ont colonisé très tôt les gonades embryonnaires subissent une division intense pour donner naissance à des ovogonies. Les ovogonies se différencient pour donner les ovocytes primaires. Ces cellules diploïdes ($2n$ chromosomes) subissent une division au niveau des chromosomes (prophase méiotique) juste après la naissance pour donner des cellules haploïdes (n chromosomes).

➤ **Phase d'accroissement :**

Les ovocytes primaires augmentent de volume et s'entourent de cellules nourricières aplaties ou cellules folliculaires et donnent ainsi des follicules primordiaux. Contrairement à la plupart des mammifères (vache, brebis) le stock de follicules primordiaux chez la lapine, comme chez la chatte, n'est pas déterminé pendant la vie fœtale mais s'établit pendant la période néonatale lors des premières semaines qui suivent la naissance.

Le follicule croît progressivement pour donner des follicules primaires et secondaires puis tertiaires vers 10 semaines (Figure 5).

➤ **Phase de maturation :**

A la puberté, le follicule cavitaire évolue en follicule de De Graaf à la suite d'un accouplement qui provoque l'ovulation. L'ovocyte primaire termine sa division méiotique pour donner l'ovocyte secondaire entouré de cellules folliculaires et expulse le premier globule polaire. En cas de fécondation l'ovocyte secondaire termine sa division méiotique pour donner un ovule mûr incluant le deuxième globule polaire.

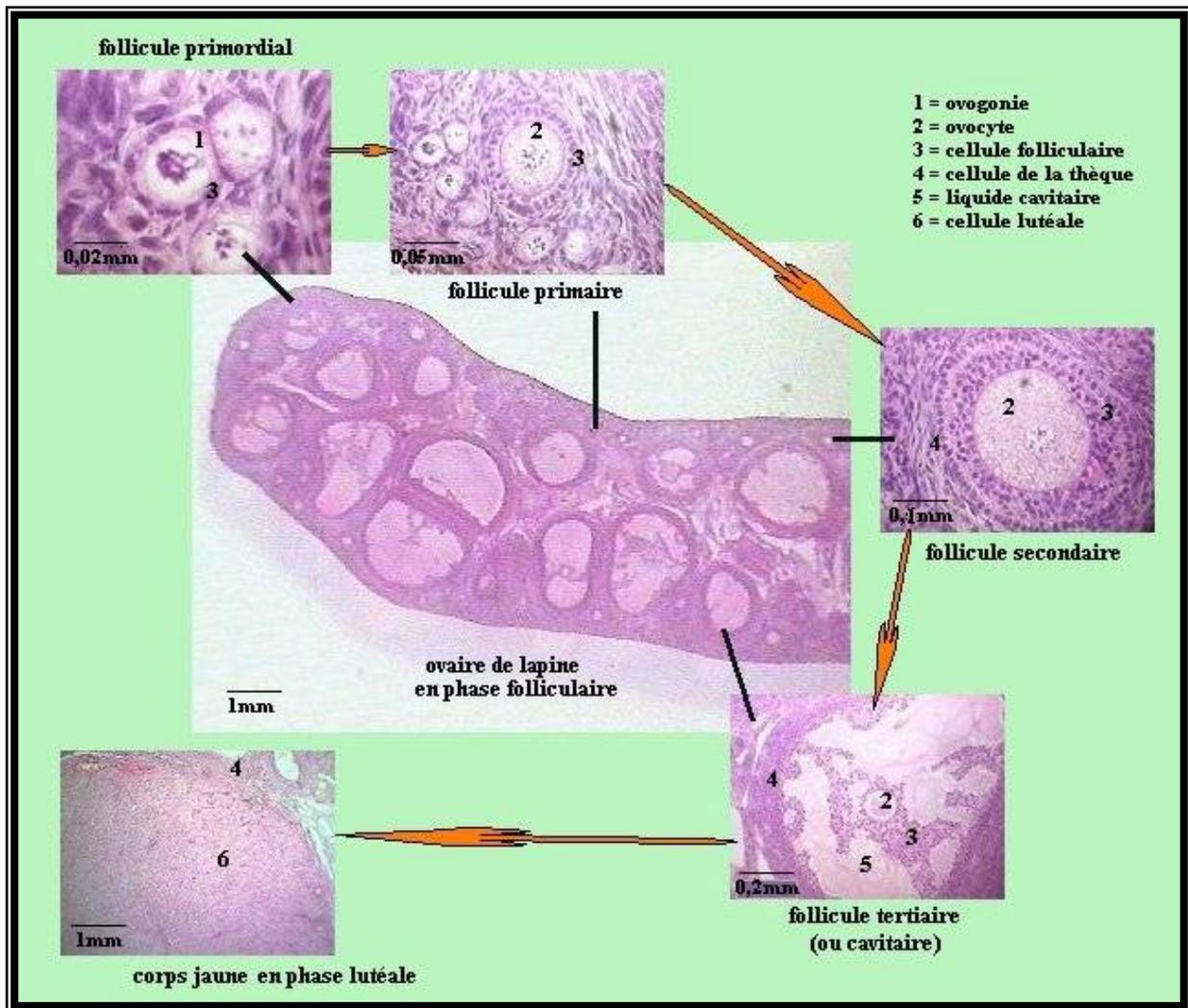


Figure 5 : Les différents types de follicules au niveau de l’ovaire d’une lapine
 (www.ovaire de lapine.com)

b) La dynamique folliculaire sur l’ovaire :

Les follicules à antrum qui n’ont pas pu évoluer jusqu’au stade ovulatoire faute de stimulation, d’accouplement ou d’administration d’hormones provoquant l’ovulation, régressent après 7 à 10 jours. Ils sont plus ou moins rapidement remplacés par une nouvelle vague de follicules à antrum qui restent quelques jours sur l’ovaire au stade préovulatoire avant de régresser éventuellement à leur tour.

c) L'ovulation :

Chez la lapine l'ovulation est un réflexe neuroendocrinien induit par les stimuli associés à l'accouplement ou par l'utilisation des hormones exogènes (Marongiu et Gulinati 2008a ; Theau-Clément et *al.*, 2008). Elle fait intervenir deux voies différentes :

➤ **La voie afférente :**

L'accouplement entraîne le départ de stimuli sous forme de 2 informations suivantes des voies nerveuses différentes :

- Des messages érotiques traduisant vraisemblablement la qualité de la cour.
- Des informations propres à l'accouplement.

L'influx nerveux résultant est transmis au cerveau puis au rhinencéphale qui intègre également d'autres types de messages internes (concentration des stéroïdes par exemple) et externes (olfactifs, phéromones, gustatifs, visuels, auditifs) (Gallouin, 1981). Enfin l'ordre est transmis à l'hypothalamus qui convertit les messages électriques en messages hormonaux.

➤ **La voie efférente :**

Suite à l'accouplement, l'hypothalamus envoie une décharge de GnRH qui atteint quasi immédiatement l'hypophyse par le système porte hypothalamo-hypophysaire (Lebas, 2009). Cette molécule agit sur la partie antérieure de l'hypophyse qui libère à son tour 2 gonadotropines :

- **LH** : molécule glycopeptidique, constituée d'environ 200 acides aminés. Son pic s'observe environ 2 heures après le coït. Elle permet la maturation des gros follicules à antrum et de déclencher la ponte ovulatoire environ 10 à 12 heures après le coït.
- **FSH** : molécule glycopeptidique, constituée d'environ 200 acides aminés. L'évolution post coïtale est bi phasique, le 1^{er} pic est synchrone avec la LH alors que le 2^{ème} pic s'observe environ 24 à 48 heures après le coït. Le rôle de la FSH chez la lapine est

essentiellement la maturation folliculaire (Gallouin, 1981 ; Mills *et al.*, 1981 ; Lebas, 2009).

II.3. La mise à la reproduction :

II.3.1. La saillie naturelle :

Dans ce mode de reproduction prédominant jusqu'au début des années quatre-vingt-dix, la femelle est placée dans la cage du mâle et l'éleveur constate la saillie (ou l'absence de la saillie) afin de l'enregistrer. Si la femelle est réceptive et le mâle est sexuellement actif, la durée de la saillie est de l'ordre de 10 à 20 secondes. La femelle s'immobilise lorsque le mâle tente de la chevaucher et adopte la position de lordose. L'accouplement est très rapide, il s'accompagne d'un cri poussé par le mâle lequel se retire rapidement et se jette de côté après éjaculation (Bonnes *et al.*, 2005 ; Gayrard, 2007).

II.3.2. La fréquence d'utilisation de mâle :

La fréquence d'utilisation du mâle influence le volume, la motilité, la concentration et la viabilité des spermatozoïdes. Lorsque le mâle est utilisé à un rythme d'une saillie chaque jour le volume d'éjaculat diminue de 0,79 à 0,54 ml, sa concentration décroît de $286,14 \times 10^6$ à $231,66 \times 10^6$ /ml et le pourcentage de spermatozoïdes vivants de 78,6 % vs 73,2% par rapport à l'utilisation à un rythme d'une saillie chaque 3 jours. Plusieurs auteurs signalent que chaque reproducteur ne doit, en principe, saillir que trois femelles par semaine avec un repos d'un jour après chaque saillie (Benchikh, 1995 ; Bodnar *et al.*, 1996 ; Bunaciu *et al.*, 1996 ; Nizza *et al.*, 2001).

III. La physiologie post ovulatoire :

III.1. La remontée des spermatozoïdes :

Les spermatozoïdes déposés dans la partie supérieure du vagin franchissent les cols de façon autonome. Les mouvements musculaires du vagin peuvent également favoriser le passage des spermatozoïdes à travers les cols. Sur les 150 à 200 millions des spermatozoïdes éjaculés, seulement 2 millions seront présents dans l'utérus, ils rencontrent des obstacles principalement dans leur remontée au niveau du col utérin et de la jonction utéro-tubaire.

Dans l'utérus, les spermatozoïdes entrent en contact avec les sécrétions utérines qui constituent un milieu liquide favorable à leur progression. Celle-ci est assurée par les contractions musculaires de l'utérus.

Le taux des hormones circulant de la lapine conditionne directement la réussite de la fécondation, les œstrogènes favorisent la remontée des spermatozoïdes dans l'utérus alors que la progestérone au contraire inhibe le passage au niveau des cervix. Des prostaglandines interviennent également pour favoriser les contractions musculaires de l'utérus (Hawk, 1982).

En outre, dans la minute suivant l'accouplement, le taux d'ocytocine s'accroît tandis que celui de la prolactine décroît (Figure 6). Cette décharge d'ocytocine semble avoir pour fonction de permettre aux spermatozoïdes de franchir les cols utérins et commencer à progresser dans l'utérus.

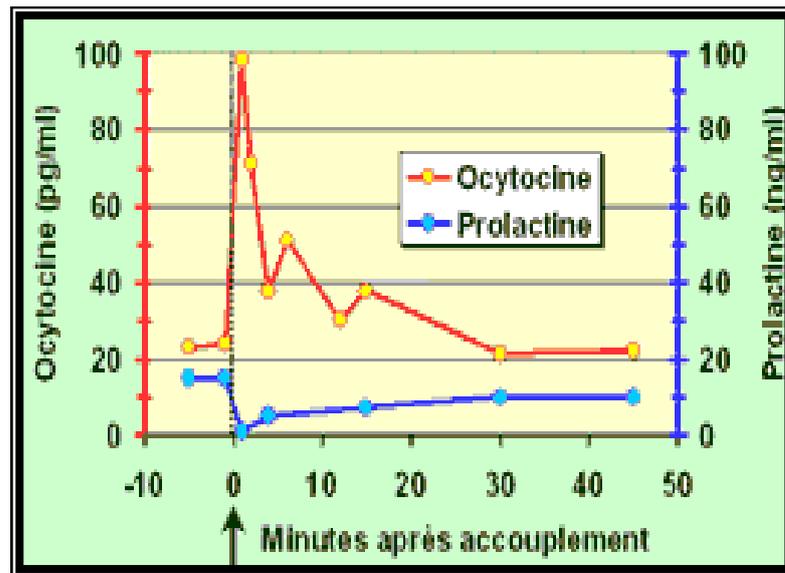


Figure 6 : Evolution des taux sanguins d'ocytocine et de la prolactine chez la lapine, dans les 45 minutes suivant l'accouplement (Furchs *et al.*, 1981 ; cité par Lebas, 2009).

III.2. La capacitation :

Le spermatozoïde provenant de la queue de l'épididyme ou éjaculé ne peut exprimer sa fécondance qu'après un séjour de plusieurs heures dans les voies génitales de la femelle. Les changements que doit subir le spermatozoïde pour acquérir la capacité à féconder un ovocyte sont qualifiés de capacitation. Elle dure entre 5 à 15 heures et se déroule au contact

du fluide utérin et dans les oviductes, elle induit des changements de surface permettant aux spermatozoïdes d'adhérer à la membrane vitelline de l'œuf (Boussit, 1989 ; Gayrard, 2007).

III.3. La descente de l'ovule :

Le transport de l'ovule dans l'ampoule s'effectue en quelques minutes et se trouve sous la dépendance des contractions musculaires et des battements ciliaires eux-mêmes sous le contrôle de l'œstradiol sécrété par les follicules rompus.

III.4. La fécondation :

La fécondation est la fusion d'un gamète mâle et d'un gamète femelle, donnant naissance à un œuf, cellule à $2n$ chromosomes, réunissant les matériels génétiques paternel et maternel. Elle a lieu dans l'ampoule de l'oviducte environ 12 à 14 heures après le coït.

IV. La gestation :

IV.1. Le déroulement de la gestation :

Au cours de son passage dans l'oviducte, l'œuf se divise en blastocystes qui atteignent l'utérus au bout de 4 à 3 jours et demi environ mais, la dentelle utérine n'apparaîtra qu'entre 5 et 8 jours après l'accouplement sous l'action de la progestérone. Au cours des 5^{ème} et 6^{ème} jours, ils se différencient en bouton embryonnaire en forme de disque et un trophoblaste. A ce stade, le blastocyste se fixe à la muqueuse utérine. Il y a d'abord formation d'un syncytium entre les cellules du trophoblaste et celles de l'utérus, puis les déciduomes se forment rapidement en même temps que l'amnios se développe. L'implantation proprement dite s'effectue 7 jours après l'accouplement ; elle a lieu au stade blastocyste.

Les corps jaunes en développement commencent à sécréter des quantités notables de progestérone qui ne cessent d'augmenter entre le 3^{ème} et 12^{ème} jour suivant l'accouplement puis diminuer rapidement dans les quelques jours précédant la mise bas, alors que celui des œstrogènes subit des modifications de moindre ampleur.

Les corps jaunes sont indispensables et subsistent jusqu'à la fin de gestation. La survie des corps jaunes chez la lapine est sous le contrôle des œstrogènes sécrétés par les follicules, eux-mêmes sous le contrôle de FSH et LH qui ont une action lutéotrope. (Boussit, 1989 ; Lebas et *al.*, 1996 ; Bonnes et *al.*, 2005 ; Gayrard, 2007 ; Lebas, 2009).

A partir de 16-18 jours de gestation, la liaison entre le placenta fœtal et le déciduome est assez lâche pour qu'une séparation soit aisée et donc toutes manipulations devraient être réalisées avec précaution.

IV.2. La placentation :

Chez les mammifères euthériens, le placenta est un organe transitoire qui assure les échanges métaboliques entre la mère et le fœtus, le protégeant assez efficacement contre les bactéries et les substances toxiques. Il présente également une activité endocrine responsable en tout ou en partie de l'équilibre hormonal de la gestation (Thibault et Levasseur, 2001).

Chez la lapine, à chaque point de jonction entre le fœtus et la paroi utérine se forme un placenta dans lequel on distingue une partie maternelle, qui se développe en premier pour atteindre son poids maximal vers le 16^{ème} jour de gestation. La partie fœtale est visible vers le 10^{ème} jour, son poids dépasse celui du placenta maternel à partir du 20-21^{ème} jour de gestation (Lebas, 2009).

➤ **Les caractéristiques du placenta chez la lapine :**

Le placenta chez la lapine se caractérise par rapport à celui des autres mammifères domestiques par (Tableau 2) :

- **Placenta décidué (ou décidu)** : les interdigitations fœto-maternelles sont profondes et ramifiées et par conséquent au moment de la mise bas il y a une hémorragie associée à une perte tissulaire.
- **Placenta hémochorial** : l'épithélium trophoctodermique est en contact direct avec le sang maternel au niveau des lacs sanguins. Les échanges materno-fœtaux sont plus faciles, les nutriments alimentaires traversent seulement trois couches : l'épithélium, le tissu conjonctif et l'endothélium fœtal.

- **Placenta discoïde** : se présente sous forme d'une masse discoïde (Gayrard, 2007).

Tableau 2 : Classification des placentas des différentes espèces

(Boussit, 1989 ; Gayrard, 2007).

Classification selon l'altération de l'endomètre				
	Indéциué		Déциué	
Ruminants	+			
Carnivores			+	
Rongeurs, lapin			+	
Jument	+			
Classification selon les Variations morphologiques				
	Diffus	Cotylédonaire	Zonaire	Discoïde
Ruminants		+		
Carnivores			+	
Rongeurs, lapin				+
Jument	+			
Classifications selon les variations structurales				
	Hémochorial	Endothéliochorial	syndesmochorial	épithéliochorial
Ruminants			+ (Chèvre, brebis)	+ (Vache)
Carnivores		+		
Rongeurs, lapin	+			
Jument				+

IV3. Le diagnostic de gestation :

Il est nécessaire, pour rationaliser l'élevage de procéder à un diagnostic de gestation le plus rapidement que possible. Le test de gestation qui consiste à mettre périodiquement la femelle dans la cage du mâle et d'attendre sa réaction n'est pas fiable. En effet, certaines femelles acceptent la saillie quand elles sont pleines, d'autres la refusent alors qu'elles ne le sont pas. D'une manière générale, une lapine gestante devient agressive et sa présentation à nouveau à un mâle s'ensuit toujours d'une bagarre, pour éviter les risques d'avortement, on fait appel à d'autres méthodes de diagnostic (Giannetti, 1984 ; Gabery, 1992 ; AFC et ITAVI, 1998).

IV.3.1. Le diagnostic de gestation par palpation abdominale :

Le contrôle de gestation s'effectue entre le dixième et quinzième jour après la saillie. A ce stade, le développement des embryons est suffisant pour permettre leur détection au travers la paroi abdominale (Bonnes *et al.*, 2005).

➤ **La technique :**

Pour se faire, une main saisit la peau au dessus des reins et soulève l'arrière train, l'autre main passe doucement sous l'abdomen au niveau du ventre et avec un mouvement de va-et-vient, on repère les embryons sous forme de petites boules souples et glissantes au toucher en cas de gestation (Figure 7) (Yaou *et al.*, 2009). Une palpation avant le 10^{ème} jour est inefficace, et au-delà du 15^{ème} jour il y a risque d'avortement.

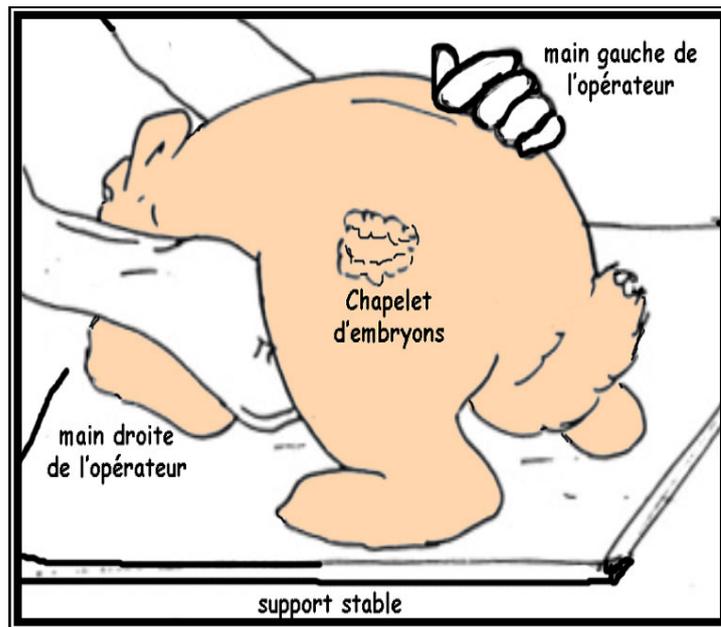


Figure 7 : Le diagnostic de gestation par palpation abdominale (Yaou *et al.*, 2009).

IV.3.2. Le diagnostic de gestation par échographie :

Chez les lagomorphes, l'échographie de l'appareil génital constitue l'indication de choix. En plus de la présence ou non d'une gestation, il est possible de réaliser un suivi précis du développement fœtal. Cette technique permet aussi de mettre en évidence certaines pathologies de l'appareil reproducteur (métrite, pyomètre).

Il est possible de faire un diagnostic de gestation par échographie dès le 7^{ème} jour de gestation par la visualisation des vésicules embryonnaires (Figure 8). Ces vésicules d'environ 8 mm peuvent être comptées à partir du 8^{ème} jour. Elles augmentent progressivement de taille pour atteindre 17mm vers le 10^{ème} jour (Ypsilantis et Saratsis, 1999 ; Chavatte-Palmer *et al.*, 2005).



Figure 8 : La vésicule embryonnaire au 9^{ème} jour de gestation chez la lapine (Chavatte-Palmer et *al.*, 2005).

V. La pseudogestation :

Les ovules pondus peuvent ne pas se développer, soit par absence de fécondation (chevauchement entre femelles ou toute autre stimulation de l'ovulation sans dépôt de semence), ou par déficience de fécondation (mâle trop jeune, mâle stérile mais sexuellement actif ou vasectomisé, qualité de la semence insuffisante voir mortalité embryonnaire précoce). Malgré cela, les follicules de De Graaf se transforment en quelques heures en corps jaunes progestatifs qui se maintiennent de 15 à 19 jours en activité, empêchant toute nouvelle ponte ovulatoire. C'est le phénomène de pseudogestation appelé également grossesse nerveuse (Boussit, 1989 ; Lebas et *al.*, 1996). Au début, le développement des corps jaunes et l'évolution de l'utérus sont les mêmes que pour une gestation, mais ils n'atteignent pas la taille ni le niveau de production de progestérone des corps jaunes gestatifs.

Selon Theau-Clément (2005), des dosages systématiques de progestérone réalisés au moment de l'insémination (11 jours postpartum) montrent que la fréquence des pseudogestions (concentration plasmatique > 1ng/ml) dépend de la parité des lapines (nullipares : 16%, primipares : 32,5% ; multipares : 4-9%). La progestéronémie augmente durant les 12 premiers jours puis elle commence à régresser et disparaître entre le 15^{ème} et le 18^{ème} jour (Figure 9). La fin de la pseudogestation est accompagnée de l'apparition d'un

comportement maternel et la construction du nid liés à l'abaissement rapide du taux de progestérone.

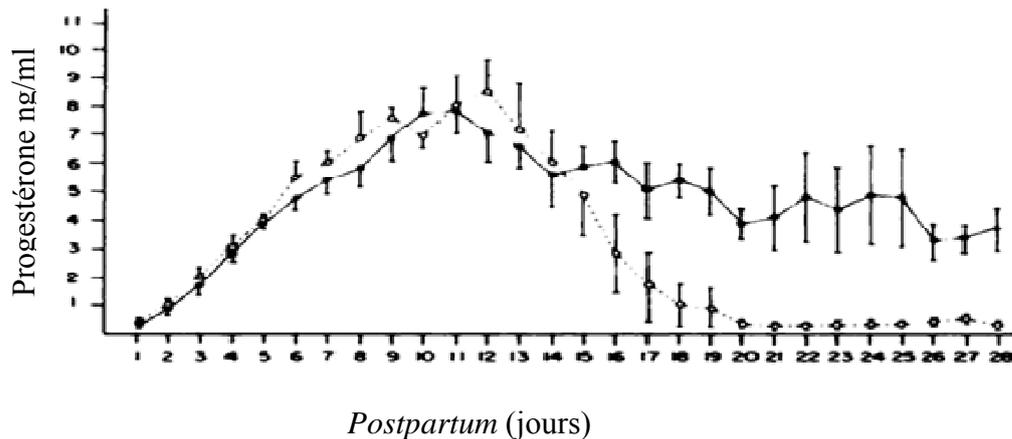


Figure 9 : La concentration sérique de la progestérone chez des lapines gestantes et pseudogestantes (Joan *et al.*, 1980).

VI. La mise bas :

La parturition, est l'ensemble des phénomènes mécaniques et physiologiques qui aboutissent à l'expulsion du fœtus et de ses annexes hors des voies génitales femelles à terme. L'ensemble de ces phénomènes est sous le contrôle endocrinien qui résulte de la rupture de l'équilibre qui s'est établi pendant la gestation. Chez la lapine la gestation dure de 30 à 32 jours, mais parfois elle est prolongée jusqu'à 33 à 34 jours. Généralement les lapereaux nés après 32 jours de gestation sont plus lourds au moment de leur naissance que ceux nés après une gestation de 30 jours (Lebas, 2009).

Lorsque le moment de la mise bas approche, la femelle gratte nerveusement sa litière, ce comportement s'observe entre le 25^{ème} et le 27^{ème} jour de la gestation. Parallèlement, au niveau sanguin, le taux d'œstrogènes et celui de la progestérone sont élevés (60 pg/ml et 9 ng/ml respectivement) (Gonzalez, 2004). Trois jours avant la mise bas, le taux de progestérone diminue tandis que celui des œstrogènes augmente. La femelle cherche à

construire un nid en utilisant ses poils et la litière (paille et copeaux) dans le coin le plus isolé et reculé de la boîte à nid. Les poils utilisés sont surtout ceux de l'abdomen, en les retirant, la lapine dégage les tétines ce qui facilite l'accès aux lapereaux. En plus de son rôle dans le maintien des lapereaux à une température optimale, les poils exercent une action calmante par l'intermédiaire d'une phéromone appelée l'apaisine sécrétée par la peau du ventre et qui se trouve au niveau des poils (Bouvier et Jacquinet, 2008).

Le mécanisme de la parturition est assez mal connu. Il semble que le niveau de sécrétion des corticoïdes par les surrénales des jeunes lapereaux joue un rôle, comme c'est le cas pour d'autres espèces, en donnant le signal de la parturition. Les prostaglandines de type PGF2 α jouent également un rôle dans le déclenchement du part. Les corticoïdes augmentent la production placentaire d'œstrogènes qui entraînent le début de la lyse des corps jaunes avec une diminution de la production de progestérone. En parallèle, une voie nerveuse à partir de la distension de l'utérus agit sur l'hypothalamus et complète les impulsions de la voie sanguine pour la production d'ocytocine (réflexe de Ferguson) (Boussit, 1989). La mise bas dure 10 à 14 minutes pour les grandes portées et 5 à 7 minutes pour les portées moyennes (Fayez et Rashwan, 2003).

Chapitre II : La prolificité et le poids à la naissance et leurs facteurs de variation

A. La prolificité et ses facteurs de variation:

I. La prolificité :

La prolificité est le nombre de lapereaux nés par mise bas (Armero *et al.*, 1995). Elle résulte d'une série d'événements, qui vont de la maturation des gamètes jusqu'à la naissance : ovulation, fertilisation, développement embryonnaire et fœtal (Bidanel, 1998 ; Mattaraia *et al.*, 2005).

I.1. La taille de portée par mise bas :

La population locale Algérienne de lapin se caractérise par une prolificité relativement moyenne à la naissance. D'après les travaux réalisés par Remas (2001), Saidj (2006) et Moulla et Yakhlef (2007), le nombre total de lapereaux nés par portée chez la population Kabyle est en moyenne 7,2. Ces résultats sont nettement supérieurs à ceux obtenus sur des femelles de même origine mais exploitées à un niveau fermier avec une moyenne de 5 (Berchiche, 1998 cité par Berchiche et Zerrouki (2000) ; Djellal *et al.*, 2006). Ces faibles performances dans les élevages fermiers pourraient être attribuées au rythme de reproduction adopté.

Les lapines des populations locales Marocaine et Egyptienne se caractérisent par une prolificité plus modeste, qui est en moyenne de 6,4 (Bouzekraoui, 2002 ; Barkok et Jaouzi, 2002 ; Khalil, 2002a et 2002b ; Afifi, 2002).

Toutefois, la prolificité de la population locale Algérienne est inférieure à celle des races Européennes notamment le Fauve de Bourgogne (Bolet, 2002a), le Géant d'Espagne (Lopez et Sierra, 2002) et le Gris de Carmagnola (Lazzaroni, 2002), estimée en moyenne à 8,8. Par ailleurs, les souches sélectionnées à l'exemple d'INRA 2066 (Bolet, 2002b) et Hyplus (Verdelhan *et al.*, 2005) se caractérisent par des prolificités encore supérieures avoisinant en moyenne 10,3 lapereaux (Tableau 3).

Tableau 3: Taille de la portée en fonction de l'origine de l'animal
(Synthèse des références bibliographiques)

Auteurs	Origine de l'animal	Taille de la portée
Remas (2001)	Population locale	7,4
Saidj (2006)	Population locale	7,2
Moulla et Yakhlef (2007)	Population locale	7,1
Bouzekraoui (2002)	Population locale (Tadla, Maroc)	6,2
Barkok et Jaouzi (2002)	Population locale (Zemmouri, Maroc)	6,7
Khalil (2002b)	Giza White (Égypte)	6,7
Khalil (2002a)	Baladi White (Égypte)	5,3
Afifi (2002)	Gabali (Égypte)	6,3
Bolet (2002a)	Fauve de Bourgogne	9
Lopez et Sierra (2002)	Géant d'Espagne	8,8
Lazzaroni (2002)	Gris de Carmagnola (Italie)	8,5
Bolet (2002b)	INRA2066 (France)	10
Verdelhan et <i>al.</i> (2005)	Hyplus	10,6

I.2. Le nombre de lapereaux vivants par portée :

Selon Zerrouki et *al.* (2005a), les résultats obtenus en station expérimentale sur des lapines de population locale Algérienne, sont 6,1 nés vivants par portée sur 7,2 nés totaux.

En Europe, le lapin Gris de Carmagnola d'Italie, présente un nombre moyen de nés vivants par portée de 7,0 sur 7,69 nés totaux ce qui représente 91% de la totalité de la portée (Lazzaroni et *al.*, 1999), alors que l'Argenté de Champagne et le Géant Flemish présentent des valeurs de 7 et 8 nés vivants, ce qui représente respectivement 87% et 89% de la totalité de la portée (Bolet, 2002c ; 2002d). Sur des souches sélectionnées, à l'exemple de Hyla, le nombre de lapereaux nés vivants par portée est de 7,8 sur 8,5 nés totaux (Ben hamouda et Kennou, 1990).

I.3. La mortalité :

Dans les élevages, la mortalité des lapereaux dépend de la qualité maternelle des lapines, de la taille de portée et du poids des lapereaux à la naissance (Rashwan et Maria, 2000).

Chez la population locale, les travaux effectués par Berchiche et Zerrouki (2000) ; Berchiche et Kadi (2002) ; Remas (2001) ; Zerrouki et *al.* (2005a) et Moulla et Yakhlef (2007), montrent que la mortalité est en moyenne de 18,9% avec cependant une grande variabilité (Tableau 4). Cette situation pourrait être liée à la perte de portées entières à la naissance chez certaines femelles avec un comportement maternel déficient (mises bas sur le grillage, abandon des portées, cannibalisme) et aux mauvaises conditions d'ambiance (température élevée durant l'été et basse en hiver).

L'effet de la saison sur la mortalité chez la population locale a été démontré par Belhadi (2004), qui signalent un effet significatif de la saison sur ce caractère. La mortalité la plus élevée est observée en automne avec 19,7%, ce qui correspond à des valeurs importantes des nés totaux comparées à celles obtenues en période froide (hiver) qui est de 16,7%.

En Egypte, la mortalité chez les lapines de population locale (Baladi White et Giza White) est plus faible, que celle observée sur les lapines de population locale au Maroc (5,4 vs 11,8) (Khalil, 2002a ; 2002b ; Barkok et Jaouzi, 2002 ; Bouzekraoui, 2002). Cette mortalité est nettement supérieure à celle des races Européennes notamment le Fauve de Bourgogne et le Chinchilla (France) (Bolet et *al.*, 2004) et aux souches (Caldes et Prat) et aux lignées (lignée A et lignée V) d'origine Espagnole (Gomez et *al.*, 2002a ; 2002b ; Baselga, 2002a ; 2002b).

Tableau 4 : Variation de la mortinatalité en fonction de l'origine de l'animal
(Synthèse des résultats bibliographiques).

Auteur	Origine de l'animal	Mortinatalité (%)
Remas (2001)	PL (Algérie)	13,6
Berchiche et Zerrouki ; (2000) ; Berchiche et Kadi (2002)	PL (Algérie)	12,8
Zerrouki <i>et al.</i> (2005a)	PL (Algérie)	16,4
Moulla et Yakhlef (2007)	PL (Algérie)	21
Khalil (2002a)	Baladi (Egypte)	5,6
Khalil (2002b)	Giza White (Egypte)	5,2
Barkok et Jaouzi (2002)	Zemmouri (Maroc)	14,3
Bouzekraoui (2002)	Tadla (Maroc)	9,2
Bolet <i>et al.</i> (2004)	Fauve de Bourgogne (France)	1,3
Bolet <i>et al.</i> (2004)	Chinchilla (France)	0,8
Gomez <i>et al.</i> (2002a)	Souche Caldes (Espagne)	7,6
Gomez <i>et al.</i> (2002b)	Souche Prat (Espagne)	4,3
Baselga (2002a)	Lignée A (Espagne)	6,9
Baselga (2002b)	Lignée V (Espagne)	5,8

PL : Population locale.

II. Facteurs de variation de la prolificité:

II.1. L'effet des composantes de l'état physiologique de la femelle :

II.1.1. La parité :

Selon Perrier *et al.* (1998), la taille de la portée s'améliore avec le numéro de la parité. Il semble qu'on puisse distinguer deux phases d'évolution de la taille de portée (Tableau 5) :

➤ **Phase ascendante :**

Selon Perrier et *al.* (1998) pour le même génotype, la prolificité chez les lapines nullipares est modeste (8,5 nés vivants) comparée aux parités suivantes (au moins 10,5). Au cours de la vie reproductive, les lapines primipares présentent une prolificité faible mais elle reste toujours supérieure à celle des nullipares. En effet, la taille de portée augmente entre la première et la deuxième parturition de 18%, puis de 6% entre la seconde et la troisième parturition (Akpo et *al.*, 2008).

➤ **Phase descendante :**

La parité pour laquelle le maximum est atteint varie en fonction des auteurs. Selon Hulot et Matheron (1981) et Argente et *al.* (1996) le maximum s'observe vers la troisième parité, ou la quatrième voire même la cinquième selon Ouyed et *al.* (2007). Après ce maximum, la diminution de la taille de portée est nette et régulière.

Selon Varga et *al.* (1984), entre le 8^{ème} et le 13^{ème} mois, la taille de portée à la naissance diminue de 10 % lié au vieillissement de l'appareil génital femelle.

Tableau 5 : Evolution de la taille de la portée (nés vivants par mise bas) à la naissance en fonction de la parité (Synthèse des références bibliographiques)

	Numéro de la parité				
	1	2	3	4	5 et plus
Zerrouki et <i>al.</i> (2008)	6,6	6,8	7,9	7,7	7,25
Ouyed et <i>al.</i> (2007)	8,5	8,9	9,0	8,8*	**8,6

*Entre la parité 4 et 5. **parité 6 et plus.

II.1.2. L'allaitement :

D'une manière générale, la lactation a un effet négatif sur les performances de reproduction à savoir, le pourcentage des femelles ovulant (- 26 %), la viabilité fœtale (- 10 %) (Bolet, 1998). Lorsque les femelles sont saillies selon un rythme intensif (saillie J4 et

sevrage J25 *post partum*), la mortalité prénatale augmente conséquence d'une superposition entre la lactation et la gestation, ce qui se traduit par une taille de portée faible à la naissance (Fortun et al., 1994 ; Rebollar et al., 2009). Selon Theau-Clément et al. (1996) la taille de portée à la naissance diminue lorsque le nombre des lapereaux allaités augmente.

L'hyperprolactinémie et la faible progéstonémie associées à un déficit énergétique engendré par la production laitière semblent être les principaux facteurs à l'origine des effets observés chez les lapines concurremment gestantes et allaitantes. Cette situation est observée surtout chez les primipares car la consommation d'aliment augmente rapidement après la mise bas (60 à 70 %), mais reste insuffisante pour couvrir tous les besoins (Bolet, 1998 ; Arias Alvareaz et al., 2008).

Chez les lapines de population Kabyle, la plus faible taille de portée à la naissance est observée chez les lapines primipares allaitantes (Tableau 6) (Belhadi, 2004).

Tableau 6 : Variation de la prolificité à la naissance en fonction du stade physiologique (Belhadi, 2004).

Stade physiologique	Nés totaux	Nés vivants	Sevrés à j30
Nullipares	7,2	6,5	5,8
Primipares allaitantes	6,8	6,8	5,6
Primipares non allaitantes	9,1	7,8	6,9
Multipares allaitantes	7,6	7,0	6,2
Multipares non allaitantes	7,6	6,6	6,2

II.1.3. La réceptivité :

Le problème de la réceptivité ne se pose qu'en insémination artificielle, puisque en saillie naturelle seules les femelles réceptives sont saillies. Selon Rodriguez De Lara et Fellas (1999), les lapines réceptives ont une prolificité plus élevée que les lapines non réceptives au moment de l'insémination quelque soit le rythme de reproduction. En effet, les lapines non réceptives inséminées à J4 ou J10 *post partum*, ont une taille de portée plus faible que les femelles réceptives inséminées aux mêmes stades (Theau-Clément et al., 1990a).

II.2. Les facteurs de l'environnement :

II.2.1. La saison :

La saison exerce une influence sur certaines performances de reproduction. Selon Zerrouki et *al.* (2005a), la plus faible taille de portée à la naissance a été observée pendant l'été (6,6 nés totaux et 5,4 nés vivants) mais au sevrage les différences entre les saisons sont réduites (Tableau 7).

Tableau 7: Variation de la taille de la portée en fonction de la saison chez les lapines de population locale (Zerrouki et *al.*, 2005a).

La taille de portée			
Saison	Nés vivants	Nés totaux	Sevrés à J28
Automne	6,42	7,25	5,14
Hiver	6,72	7,68	5,60
Printemps	6,03	7,37	5,55
Eté	5,44	6,63	5,06

II.2.2. Eclairage et photopériode :

La durée d'éclairage joue un rôle important sur la reproduction chez la lapine. Un procédé d'éclairement de 16h/24h permet d'obtenir une activité bonne et régulière des reproductrices durant toute l'année (Lebas et *al.*, 1991). Kamawanja et Hauser (1983) ont constaté que l'augmentation de la durée de jour s'accompagne d'un accroissement du taux de conception et du nombre de lapereaux produits, de meilleures qualités maternelles avec une réduction de la mortalité. Une durée de jour faible pourrait être donc responsable d'un échec plus important dans la fécondation et/ou d'une mortalité embryonnaire précoce plus élevée.

II.2.3. Alimentation :

Brecchia et *al.* (2004), ont mis en évidence l'effet défavorable de la restriction alimentaire sur les performances de reproduction. Une restriction de 24h avant l'insémination,

entraîne une réduction de la réceptivité (55,8 vs 70,9%) et de la fertilité (42,8 vs 59,2%) et par conséquent, une réduction de nés vivants (6,6 vs 7,7).

Viudes-De-Castro et *al.* (1991) montrent qu'une alimentation trop énergétique est associée à une réduction du nombre de lapereaux nés vivants (7,1 vs 9,8), liée à une mortalité fœtale observée au cours de la gestation. Partridge (1986) cité par Viudes-De-Castro et *al.* (1991), montre que la consommation excessive d'énergie entraîne en plus de l'augmentation de la masse adipeuse, des pertes à la naissance considérables. Ces pertes seraient la conséquence d'une compétition entre le tractus digestif et le tractus reproductif pour l'occupation de l'espace de la cavité abdominale. A partir de la deuxième moitié de gestation, cette compétition atteint son maximum conséquence d'une augmentation de la croissance fœtale.

II.3. Interaction génotype-milieu :

La prolificité d'une lapine dépend de son génotype et du milieu dans lequel déroule sa carrière. Chez les lapines de population locale élevées dans des conditions expérimentales, le nombre des nés totaux est de 7,2 et 6,2 nés vivants (Zerrouki et *al.*, 2005b) et 7,5 nés totaux et 6,6 nés vivants (Berchiche et *al.*, 2000a). Lorsque cette population est élevée dans des conditions fermières le nombre des nés totaux est de 5,1 et celui des nés vivants est de 4,8 (Djellal et *al.*, 2006).

B. Le poids de la portée à la naissance et ses facteurs de variation:

I. Le poids de la portée à la naissance :

Selon Berchiche et Zerrouki (2000), le poids à la naissance des lapins de population locale Kabyle est assez variable, avec un coefficient de variation de 31,05 %. Le poids total de la portée à la naissance est en moyen 324 g avec un poids individuel de 48,4 g (Remas, 2001 ; Berchiche et Kadi, 2002; Sid, 2005; Zerrouki et *al.*, 2005a ; Saidj, 2006 ; Moulla et Yakhlef, 2007).

Selon Bouzekraoui (2002) et Barkok et Jaouzi (2002), les lapins de population locale Marocaine (Tadla et Zemmouri), se caractérisent par un poids moyen total de la portée à la

naissance de 360 g. Ce poids est supérieur par rapport aux poids des portées de femelles d'origine Egyptienne (Giza White, lapin Baladi, lapin Gabali) avec une moyenne de 334 g (Khalil, 2002a ; 2002b ; Afifi, 2002).

Les lapines de race Européenne se caractérisent par des valeurs à la naissance nettement plus élevées. Le poids de la portée à la naissance des femelles de race Fauve de Bourgogne et Chinchilla est en moyen 431 g alors que les lapereaux à la naissance pèsent environ 75,5 g (Bolet *et al.*, 2004).

II. Les facteurs de variation du poids à la naissance :

La période prénatale joue un rôle important sur le poids et la composition corporelle du lapereau à la naissance. Ces deux facteurs influencent la survie et le développement des lapereaux avant sevrage, et par la suite durant toute la vie. Le poids à la naissance dépend de plusieurs facteurs :

II.1. Effet de la taille de portée :

Le poids des lapereaux diminue lorsque la taille de la portée augmente (Bolet *et al.*, 1994). Cette diminution est observée de la naissance au sevrage. A la naissance, les portées de 1 à 4 lapereaux ont un poids de 31 % de plus par rapport aux portées avec 9 lapereaux et plus (Zerrouki *et al.*, 2007b).

II.2. Effet de la saison de naissance :

Selon Zerrouki *et al.* (2005a) ; (2007b), les fortes températures observées pendant l'été n'affectent pas significativement le poids de la portée ni à la naissance, ni durant les trois premières semaines. Cependant, au sevrage la valeur la plus faible est observée durant l'été (2070 g) et la meilleure valeur (2501 g) durant l'hiver. Ces résultats sont contradictoires avec ceux de Moulla et Yakhlef (2007) qui observe un effet significatif de la saison sur le poids total des lapereaux nés vivants. Le poids le plus élevé est observé pendant l'automne (298 g), contrairement à l'été, où le poids se révèle le plus faible (258 g).

II.3. Effet de la parité :

Le poids des lapereaux à la naissance augmente avec le numéro de la portée. Selon Argente et *al.* (1996), Le poids des portées des femelles multipares est plus élevé par rapport aux femelles nullipares. A la naissance, le poids de la portée des femelles multipares est 6 à 12 % plus élevé que pour les femelles nullipares (Parigi-Bini et Xiccato, 1993). En moyenne, les lapereaux pèsent 13 g de plus à la naissance et 171 g de plus au sevrage dans les parités de rangs 4 et 5, comparativement à la première parité (Ouyed, 2007).

Chez les lapines de population locale, Zerrouki et *al.* (2005a) trouvent que le poids individuel à la naissance pour la première parturition est de 10 % plus faible (Tableau 8), que celui des portées suivantes.

Tableau 8 : Effet de la parité sur le poids individuel à la naissance chez les lapines de population locale (Zerrouki et *al.*, 2005a).

Numéro de la parité	Poids individuel à la naissance
1	46,4
2	50,0
3	51,1
4	53,0

II.4. Effet de l'allaitement :

Chez la lapine, l'unité fœto-placenta et la glande mammaire, utilisent les mêmes substrats. Une compétition entre l'utérus gravide et la glande mammaire s'observe donc chez les lapines simultanément gestantes et allaitantes au détriment de la croissance fœtale. Cet effet devient important avec l'augmentation de la production laitière (Fortun-Lamothe, 2006). A J 28 de la gestation, le poids des fœtus des femelles allaitantes est de 20 % inférieur à celui des femelles non allaitantes (Fortun-Lamothe et *al.*, 1993).

Le poids du lapereau à la naissance est fortement corrélé avec la balance énergétique de la mère. Sur des lapines primipares où la balance énergétique est négative, la croissance

fœtale est réduite de 19,6 % chez les primipares allaitantes par rapport aux primipares non allaitantes (Fortun-Lamothe et *al.*, 1993).

II.5. Effet de l'alimentation :

Selon Fortun et *al.* (1994), le poids de la portée à la naissance diminue avec le degré de restriction alimentaire. Sur des lapines primipares non allaitantes une restriction alimentaire (75 % de l'*ad libitum*), diminue significativement le poids fœtal (- 24,1 %).

II.6. Effet de la position intra-utérine et le nombre de fœtus par corne :

La variabilité du poids à la naissance observée chez les lapereaux est la conséquence de la position *in utero* d'une part et du nombre de lapereaux par corne de l'autre part. Lorsque le nombre de lapereaux par corne utérine s'accroît, leur poids moyen décroît d'une manière hautement significative. Selon Palos et *al.* (1996), pour la même corne, le poids moyen des portées de 1, 3, 6, et 9 à 30 jours de gestation est de 45,4g, 38,7g, 34,9g, et 28,4g respectivement.

Selon Lebas (1982), dans le cas d'une implantation de 2 et 7 fœtus dans la corne utérine, la position près de l'extrémité ovarienne est la plus avantageuse et le poids sera le plus élevé. A l'inverse, le poids sera d'autant moins élevé lorsqu'on s'éloigne de l'extrémité ovarienne.

Chez la femelle intacte (avec les deux ovaires), lorsque 2 à 3 fœtus se trouvent dans la corne utérine, le fœtus le plus léger se situe à la première position de côté cervicale. Dans le cas où la corne contient entre 4 à 6 et 7 à 8 fœtus, le plus léger se situe respectivement, à la deuxième et la troisième position de côté cervicale (Palos et *al.*, 1996).

La relation entre le poids de fœtus et sa position dans la corne utérine peut s'expliquer par l'espace vital ou l'espace disponible pour chaque fœtus d'une part et le nombre de vaisseaux sanguins (Figure 10) arrivant au niveau de chaque site d'implantation de l'autre part.

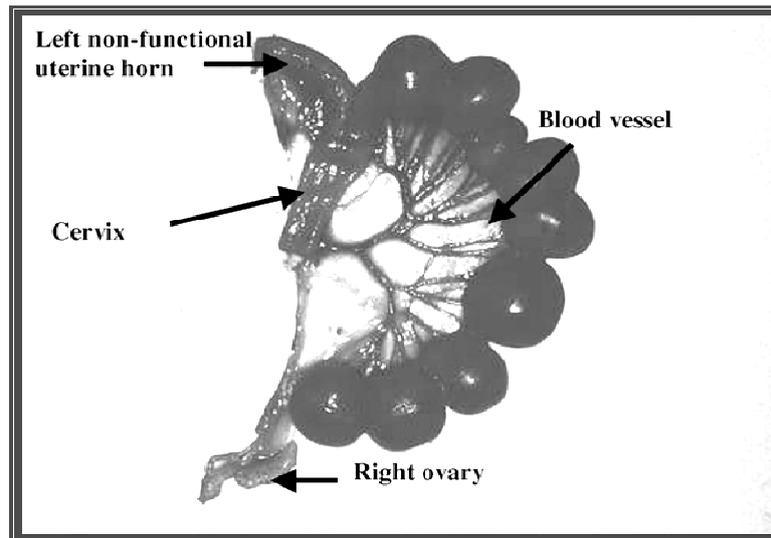


Figure 10: Vaisseaux sanguins arrivant au niveau des sites d'implantation de la corne utérine droite d'une lapine hémiovariectomisée (Argente et *al.*, 2003).

➤ **Le nombre de vaisseaux sanguins :**

Selon Tsutsumi et Hafez (1964) cité par Szendro et Maertens (2001), le nombre d'artères maternelles pénétrant au niveau des sites d'implantation varie entre 4 et 12 et le nombre de veines varie entre 1 et 6.

L'augmentation du nombre de vaisseaux sanguins arrivant au niveau des sites d'implantation est associée à une augmentation du poids de fœtus et de ses placentas. Argente et *al.* (2003) trouvent que lorsque le fœtus reçoit moins de 4 vaisseaux sanguins, son poids sera réduit de 8 % et son placenta fœtal et maternel de 17 % et 7 % respectivement. En revanche, Mocé et *al.* (2004), trouvent que le nombre de vaisseaux sanguins que reçoit chaque fœtus influence seulement sur son poids individuel et sur le poids de son placenta fœtal alors qu'il n'influence pas sur le poids du placenta maternel.

➤ **L'espace disponible:**

Chaque fœtus a besoin d'un minimum d'espace pour s'attacher, survivre et se développer. La probabilité de survie du fœtus est liée à la disponibilité de l'espace utérin, elle augmente de 95 % pour 4,5 cm d'espace disponible.

L'augmentation du nombre d'embryons implantés entraîne une diminution de l'espace disponible et de survie fœtale résultats d'une limitation de développement de placenta maternel et la réduction du nombre des vaisseaux arrivant au niveau de chaque site d'implantation (Argente et *al.*, 2008).

Chapitre III : Les composantes biologiques de la prolificité et leurs facteurs de variation.

I. Le taux de fertilisation et ses facteurs de variation:

I.1. Le taux de fertilisation :

Le taux de fertilisation est le pourcentage d'ovocytes dont on dispose dans un milieu de culture, et qui sont fécondés. Ces ovocytes peuvent être récupérés environs 10 heures après la saillie et jusqu'à la phase immédiatement avant l'implantation (environ 6 jours après la saillie) (Rinaldo, 1986 ; Bolet et *al.*, 1992).

I.2. Les principaux facteurs de variation :

Le taux d'ovocytes collectés et fertilisés chez la lapine dépend :

I.2.1. Du génotype :

Le nombre d'embryons collectés varie en fonction de génotype de la femelle. Les femelles de race Californienne ont un nombre d'embryons collectés plus élevé ($9,7 \pm 4,5$) que celui des femelles de race Néo-zélandaise ($6,9 \pm 3,5$) (Torres et *al.*, 1987).

I.2.2. Du stade physiologique :

Dans la période *post-partum*, il existe une variation de production et de fertilisation des ovocytes en fonction du stade physiologique de la femelle. Selon Theau-Clément et *al.* 2000 au lendemain de l'insémination artificielle des lapines, le nombre d'ovocytes fertilisés augmente lorsque l'intervalle entre la saillie et la mise bas augmente (Tableau 9). Cette variabilité semble être le reflet d'un antagonisme partiel au niveau hypothalamo-hypophysaire, entre la prolactine et les hormones gonadotropes et le déficit énergétique lié à la compétition notamment chez la femelle primipare entre la lactation et l'initiation d'une nouvelle gestation (Boiti, 2004).

Tableau 9: Le nombre d'ovocytes fertilisés au cours du *post partum*
(Theau-Clément et *al.*, 2000).

Le nombre d'ovocytes fécondés	Jours <i>post partum</i>
7,0	1
7,0	4
12,1	12
13,3	19
13,6	48 heures après sevrage

I.2.3. De la réceptivité :

En insémination artificielle, le taux de collecte varie en fonction de la réceptivité de la femelle. Lorsque la femelle est réceptive le nombre d'embryons récoltés est plus élevé ($8,43 \pm 0,66$) par rapport aux femelles non réceptives ($4,86 \pm 0,53$) (Virag et *al.*, 2008).

I.2.4. La photopériode :

Sur les lapines nullipares élevées à une photopériode de 8 heures de lumière et 16 heures d'obscurité, une supplémentation de 6 heures de lumière 10 jours avant la saillie améliore le nombre d'embryons récoltés de $6,64 \pm 0,84$ à $9,17 \pm 1,0$ et le taux de collecte de 52 à 89 % (Virag et *al.*, 2008).

II. Le taux d'ovulation :

Le taux d'ovulation désigne le nombre d'ovocytes libérés au cours de l'ovulation. La méthode la plus fiable pour déterminer ce taux consiste à compter les ovocytes isolés au niveau des oviductes à la fin de l'ovulation sans compter les pertes au niveau de la cavité péritonéale (Bolet et *al.*, 1992).

Durant la gestation le taux d'ovulation est déterminé par le comptage des corps jaunes (Muelas et *al.*, 2008), classiquement après l'abattage des femelles à un stade donné de la gestation ou par la laparotomie.

La cœlioscopie pratiquée pendant la gestation permet de compter les corps jaunes et le nombre d'embryons implantés (Bolet et *al.*, 1996). Elle présente de grands avantages tels que

la réduction du traumatisme chirurgical et des risques sanitaires réduits, et surtout le maintien de la vie reproductive de la femelle (Santacreu et *al.*, 1990a).

II.1. Les principaux facteurs de variation :

II.1.1. La parité :

Chez la lapine, le potentiel ovulatoire s'améliore avec l'âge et la parité de la femelle. Les lapines nullipares présentent un taux d'ovulation plus faible que les lapines ayant déjà ovulées. En effet, les primipares et les multipares possèdent respectivement 1,55 et 2,42 de corps jaunes de plus que les nullipares (Hulot et Matheron, 1981).

II.1.2. L'allaitement :

La lactation a globalement un effet négatif sur le pourcentage de femelles ovulant, celui-ci diminuant lorsque la femelle est allaitante surtout si elle allaite une grande portée. Concernant le taux d'ovulation les résultats sont plus contradictoires. On observe le plus souvent une diminution de nombres d'ovules pondus chez les femelles allaitantes (Figure 11) (Selme et Prud'hon, 1973 ; Fortun-Lamothe et Bolet, 1995), cependant Mocé et *al.* (2002) observe un effet positif de la lactation sur ce paramètre. Les lapines allaitantes présentent un taux d'ovulation plus élevé (15,6) que les femelles non allaitantes (14,0).

Selon Theau-Clément et Roustan (1992), le stade de lactation influence également sur le taux et la fréquence d'ovulation. Ainsi le stade 3–4 jours de lactation semble avoir un effet particulièrement dépressif sur ces deux paramètres.

La tétée entraîne la libération de la dopamine et les peptides opiacés endogènes au niveau du système nerveux central, ceux-ci stimulent la sécrétion de la prolactine et diminuent la sécrétion des hormones gonadotropes. Ainsi, l'administration de nal (opiate antagonist naloxone) chez des lapines allaitantes entraîne une montée de la LH, ce qui suggère un rôle inhibiteur des opioïdes endogènes sur la sécrétion de la LH pour les lapines allaitantes (Marongiu et Gulinati, 2008b).

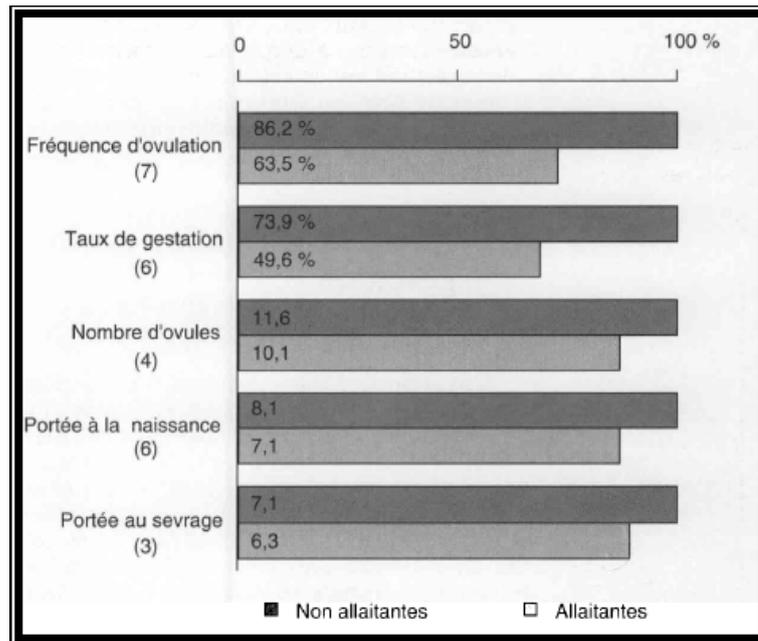


Figure 11 : Les performances de reproduction. Ecart entre les lapines allaitantes et les lapines non allaitantes (nombre de références) (Fortun-Lamothe et Bolet, 1995).

II.1.3. L'alimentation :

Chez plusieurs espèces animales, une restriction alimentaire prolongée inhibe les pulses de la LH et induit toutes les conditions d'anœstrus par dépression des pulses de la gonadotropin releasing hormon (GnRH) au niveau de l'hypothalamus avec une diminution de la réceptivité et de la fertilité (Boiti et *al.*, 2008).

Une restriction alimentaire avant ou après la puberté entraîne une réduction de la taille et du nombre des follicules en croissance (Fortun-Lamothe et *al.*, 2000) et un faible taux d'ovulation par rapport aux animaux nourris *ad libitum* (Hulot et *al.*, 1982). Cette réduction de taux d'ovulation peut être rapportée au faible poids des femelles restreintes qui ovulent, par rapport à celui des femelles alimentées à volonté.

Selon Theau-Clément (2008), un flushing après une période de restriction pourrait améliorer les performances de reproduction des lapines jeunes. Sur des lapines âgées de 14 semaines, une restriction alimentaire (70 % de leurs ingestions) suivi d'un flushing de 4 jours augmente le nombre de follicules antrales dont le diamètre est supérieur à 0,6 mm de $8,0 \pm 2,4$ (*ad libitum*) à $16,0 \pm 2,6$.

Par ailleurs, Eiben et *al.* (2001) soulignent que la mise à jeûn de 24 heures chaque semaine entre l'âge de 10 à 17 semaines améliore la fertilité des lapines nullipares (92 % vs 70 %) par rapport à une alimentation *ad libitum*.

II.1.4. Le poids de la femelle avant la saillie:

Le poids de la femelle avant la saillie est une condition essentielle au démarrage de la ponte ovulatoire. Selon Hulot et *al.* (1982), le nombre d'ovules pondus augmente de 2,6 ovules avec chaque augmentation d'un kg de poids de l'animal entre 14 et 20 semaines d'âge. Chez les femelles plus âgées, le poids continue à contribuer dans l'accroissement du nombre d'ovules pondus. Les femelles multipares ont un taux d'ovulation plus élevé que les femelles nullipares et primipares (Hulot et Matheron, 1981).

II.2. Effet de la sélection sur le taux d'ovulation :

Chez la lapine l'augmentation de la taille de portée est associée à une augmentation du taux d'ovulation. Selon Ibanez et *al.* (2006), une sélection pour le taux d'ovulation peut constituer une alternative pour l'amélioration de la taille de portée. Cependant les travaux de sélection effectués par Laborda et *al.* (2008), sur ce paramètre ont permis l'augmentation de celui-ci de 1,5 ovocytes au bout de la sixième génération mais la corrélation avec la taille de la portée était faible.

III. La mortalité embryonnaire et fœtale :

Chez la lapine, la taille de la portée est loin d'être identique au nombre d'ovules pondus. Cette variation est liée à des pertes embryonnaires et fœtales qui s'observent durant les différentes phases de la gestation.

III.1. Répartition de la mortalité au cours de la gestation :

III.1.1. Les pertes embryonnaires avant l'implantation :

Durant la phase préimplantatoire, les échecs observés dans le développement des embryons résultent de l'étalement des ovulations dans le temps et/ou la qualité des

spermatozoïdes ou des ovocytes et les conditions de leurs transits dans le tractus génital femelle (Torres et *al.*, 1987). Selon Fayos et *al.* 1994, les pertes avant l'implantation sont essentiellement liées à un faible développement de la muqueuse utérine et des glandes endométriales sous l'action de la progestérone. La mortalité avant la placentation varie selon les différents auteurs entre 10% et 21% (Hulot et Matheron, 1981 ; Torres, 1982 ; Santacreu et *al.*, 1990b).

III.1.2. Les pertes embryonnaires durant la placentation :

Durant la période de la placentation (entre 7 et 12 jours post saillie), les pertes embryonnaires observées, sont généralement liées à des caractéristiques propres des embryons plus qu'aux conditions de l'environnement utérin. A ce stade, la viabilité fœtale dépend étroitement des sites d'implantation et de l'espace utérin, selon Lebas (1994), lorsque deux blastocystes sont trop proches l'un de l'autre les placentas n'ont pas suffisamment de place pour se développer et par conséquent l'un d'eux dégénère. Les pertes durant la placentation peuvent être estimées à 2 % (Santacreu et *al.*, 1990b).

III.1.3. Les pertes embryonnaires post placentation :

Les pertes prénatales observées durant cette période semblent être liées au développement des placentas (Argente et *al.*, 2003) qui est influencé par la disponibilité d'espace (Vallet et Christenson, 1993) et la vascularisation de l'utérus (Mocé et *al.*, 2004). Le surpeuplement de la corne utérine se traduit par un entassement des embryons et une compétition entre eux et entre leurs placentas pour l'espace utérin et une diminution de la survie fœtale (Argente et *al.*, 2006), pour cela durant cette période, le placenta doit trouver l'espace adéquat et la vascularisation adéquate pour l'échange des nutriments entre les deux sangs (Argente et *al.*, 2008). La mortalité post implantatoire est estimée à 5% (Adams, 1960).

III.2. Les principaux facteurs de variation :

III.2.1. Effet de l'alimentation :

En ce qui concerne l'effet de l'alimentation sur la mortalité, Viudes-De-Castro et *al.* (1991), mentionnent que l'utilisation d'un régime riche en énergie n'entraîne pas des différences pour le nombre d'embryons vivants à 12 jours, mais une différence remarquable

pour les nés vivants, 9,8 pour le régime standard et 7,1 pour le régime énergétique. Cette différence à la naissance est liée à une mortalité fœtale estimée respectivement à 28 % et 16 % pour les régimes énergétique et standard.

La sous nutrition et certaines carences, notamment en vitamines A et E peuvent provoquer la dégénérescence des embryons ou un défaut d'implantation (Boussit, 1989), de même une restriction alimentaire durant la période de gestation tend à diminuer le taux de survie précoce (première moitié de la gestation) (Fortun-Lamothe et Bolet, 1995).

III.2.2. Effet du génotype :

La mortalité embryonnaire varie en fonction du génotype. Chez la lapine de race californienne, 40 % des œufs ne s'implantent pas, contrairement à la lapine néo-zélandaise, seulement 21 % sont perdus (Hulot et Matheron, 1981).

III.2.3. Effet du rythme de reproduction :

La viabilité fœtale augmente lorsque les femelles sont inséminées plus tardivement après la parturition. En effet, Chez les femelles primipares allaitantes, une saillie à 25 jours *post partum* réduit la mortalité fœtale de 12,5 % à 8,7 % par rapport à une saillie à J11 *post partum* (Feugier et al., 2005 ; 2006).

III.2.4. Effet de la température :

Les fortes températures (égales ou supérieures à 30 °C) le jour de la saillie et les jours suivants affectent d'avantages la mortalité embryonnaire avant et après implantation que le taux de fécondation, (Boussit, 1989).

III.2.5. Effet de l'allaitement :

Chez la lapine, la progestérone est sécrétée exclusivement par les corps jaunes et sa présence est nécessaire pour le maintien de la gestation (Mocé et al., 2002). Selon Fortun et al. (1993), la concentration de la progestérone dans le sang périphérique est plus faible chez les lapines allaitantes que chez les lapines non allaitantes au septième et au dix-septième jour

de la gestation. Cette diminution de taux de progestérone serait, au moins responsable de l'augmentation de la mortalité fœtale observée chez les lapines allaitantes. En effet, l'utilisation des implants de progestérone à partir du septième jour de gestation entraîne une augmentation significative du nombre total de fœtus présents à 28 jours de gestation.

Chez les femelles simultanément gestantes et allaitantes le taux de mortalité augmente surtout au cours de la deuxième moitié de gestation. Cette période coïncide avec le maximum de production laitière. (Fortun-Lamothe et *al.*, 1993 et Fortun-Lamothe, 2006).

Selon Theau-Clément et Poujardieu (1994), le nombre d'embryons vivants à mi-gestation par femelles mises à la reproduction est plus élevé chez les femelles non allaitantes (5,3) par rapport aux femelles allaitantes (3,6).

L'augmentation de la prolactinémie consécutive à la tétée affecte le taux de survie embryonnaire en modifiant les sécrétions endométriales (facteurs de croissance, protéines utérines) (Fortun-Lamothe et Bolet, 1995). Selon Mocé et *al.* (2008) la viabilité fœtale dépend des protéines sécrétées par l'utérus dont l'utéroglobuline est la principale protéine. Le pic de sa sécrétion s'observe aux alentours de l'implantation, il semble que cette protéine joue un rôle important au cours de l'implantation et ses fonctions physiologiques restent toujours non claires.

III.2.6.Effet de la parité :

Chez la lapine la mortalité embryonnaire et fœtale ont tendance à augmenter avec le numéro de la parité. La mortalité préimplantatoire augmente de 24 % à 31 % entre le stade nullipare et primipare puis à 38 % au stade multipare. En revanche, la mortalité postimplantatoire présente une légère augmentation au cours des parités (Hulot et Matheron, 1981).

La partie expérimentale



Matériel et Méthodes



I. Objectif :

L'objectif de ce travail est d'étudier chez les lapines de population locale Algérienne la prolificité et ses principales composantes biologiques (taux d'ovulation, mortalités embryonnaire et fœtale) et quelques facteurs de variation du poids fœtal en fin de gestation (effets de la parité, de la position et la vascularisation *in utero*) au cours des deux premières parités.

II. Matériel et méthodes :

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

L'expérimentation s'est déroulée au niveau du clapier de l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'El Harrach (Figure 12) durant la période allant du 20 décembre au 27 mars 2008.



Figure 12 : Le bâtiment d'élevage (Photo personnelle).

II.2. Le bâtiment et le matériel d'élevage :

Le bâtiment est d'une superficie de 72m², construit en dur et possédant une charpente de type métallique. L'aération statique est assurée par des fenêtres (type vasistas) au nombre

de 6, totalisant une superficie de 0,40 m² chacun, placés des deux côtés du bâtiment, ainsi qu'une faîtière tout le long de ce dernier.

En plus des fenêtres, le clapier est éclairé à l'aide de quatre néons. Le chauffage du bâtiment est assuré par quatre radiants placés de part et d'autre des batteries. La température et l'hygrométrie, contrôlées quotidiennement respectivement à l'aide d'un thermomètre et d'un hygromètre digital, étaient en moyenne de 17°C et 70%.

Les lapines nullipares ont été logées dans des batteries à engraissement en 2 étages, composée chacune de 8 cages. Chaque cage, conçue en grillage métallique, mesure 59 cm de longueur sur 54cm de largeur et 35cm de hauteur (voir annexe I). Toutes les cages sont équipées d'une trémie d'alimentation. L'eau est distribuée par des abreuvoirs automatiques à tétines. Les déjections sont directement réceptionnées sur le sol carrelé avec une légère pente permettant l'écoulement des urines.

Les lapines primipares ont été logées durant leur première mise bas dans des cages individuelles en grillage métallique disposées en Flat-deck, mesurant 61 cm de long sur 46 cm de largeur et 27cm de hauteur (voir annexe I). Elles sont munies de mangeoires individuelles, et de tétines automatiques pour l'abreuvement. Après le sevrage des lapereaux, ces femelles ont été transférées dans des batteries à engraissement de même type que celles utilisées pour les nullipares.

II.3. Les animaux :

Les lapins utilisés dans cette étude (mâles et femelles) appartiennent à la population locale, de couleurs très diversifiées (Figure 13). Ils proviennent de la coopérative « COOPAPIST » de Tizi-Ouzou qui est située dans la commune d'Ouaguenoun à 18km au nord du chef lieu de la Wilaya dont le rôle est d'approvisionner les éleveurs en reproducteurs.

Les lapines au nombre de 20 ont été réparties en deux groupes correspondant à 2 stades physiologiques de la vie reproductive : nullipares (10), primipares (10) (voir schéma expérimental). Les critères de choix étaient :

- L'âge : 4,5 mois pour les nullipares et 7,5 mois pour les primipares.
- Un poids homogène au moment de la saillie pour chaque parité : $2576 \pm 58,6$ g pour les nullipares et $3188 \pm 162,6$ g pour les primipares.
- Un bon état sanitaire.

Au cours de l'essai, cinq mâles âgés de 7 mois et pesant en moyenne 3150 ± 104 g ont été utilisés pour les saillies.

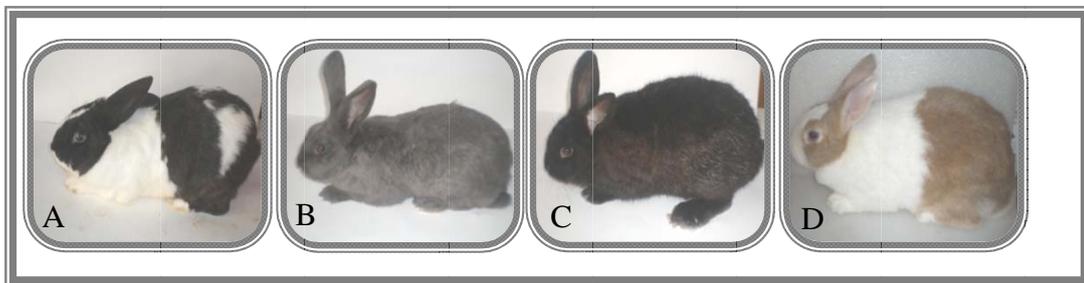


Figure 13: Différents phénotypes de lapines locales utilisés (Photo personnelle).

A : Phénotype tacheté noir et blanc ; **B :** Phénotype gris ; **C :** Phénotype noir ; **D :** Phénotype tacheté marron et blanc.

II.4. L'alimentation :

Les animaux étaient nourris *ad libitum*. L'alimentation comprenait un granulé spécial pour les lapins provenant de l'unité de fabrication de l'aliment de Bétail de Bouzaréah (Alger). Il est composé de maïs, de tourteau de soja, de luzerne, de son, de calcaire, de phosphate bicalcique et de CMV spécial lapin.

Pour déterminer la composition chimique de cet aliment, plusieurs échantillons ont été prélevés de chaque sac réceptionné. Ces derniers ont été bien mélangés, et un échantillon définitif de 100 g a été prélevé, broyé et soumis à différentes analyses chimiques (voir annexe II).

La composition chimique de l'aliment montre que la matière sèche de l'aliment est de 92,5%. Le taux des protéines brutes est en moyenne de 16% alors que celui de la cellulose

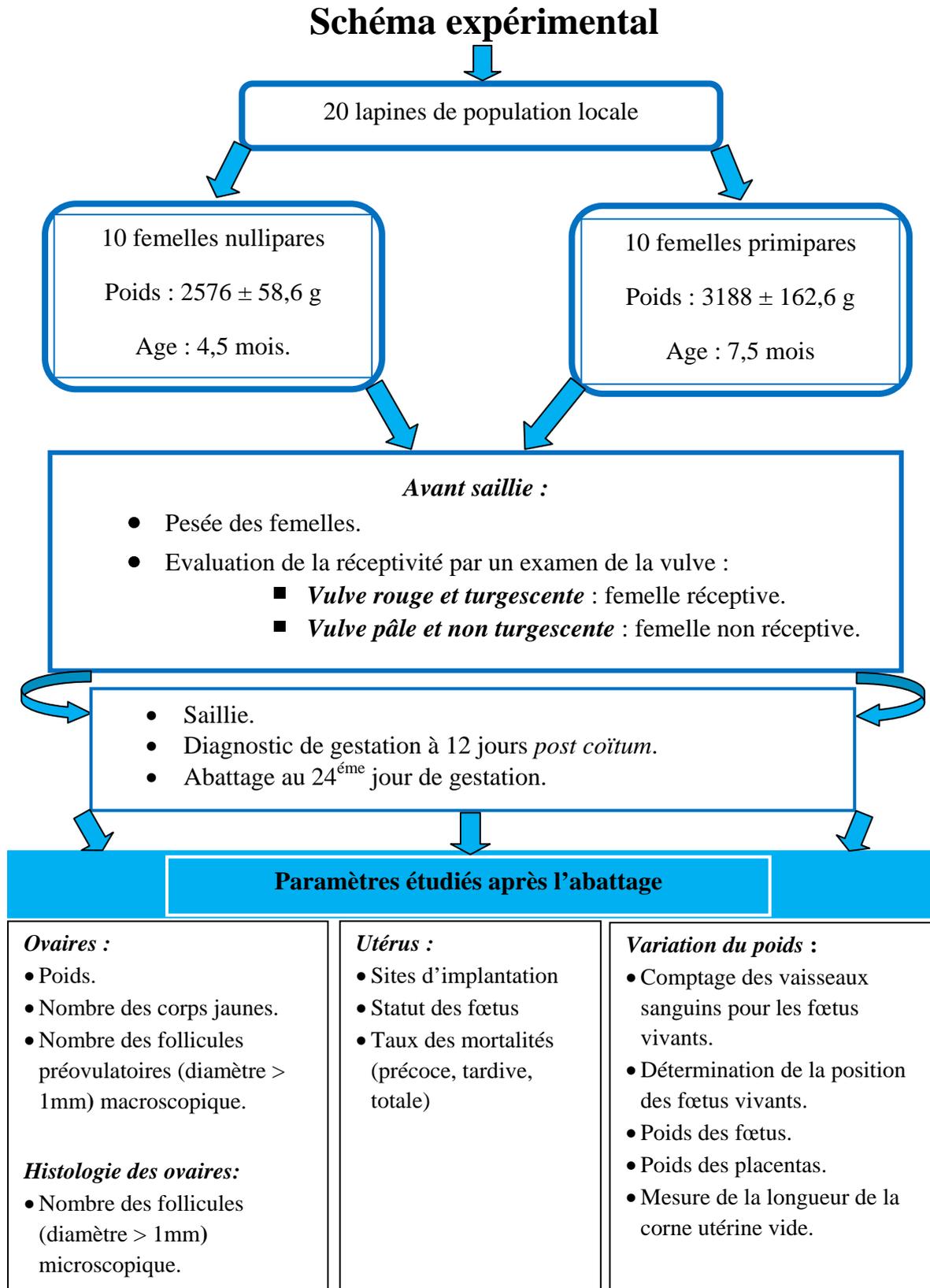
brute est de 9,1% par rapport à la matière brute. Enfin, les teneurs moyennes en matières grasses et en matières minérales sont respectivement évaluées à environ 3,7% et 6,9% (Tableau 10).

Tableau10 : La composition chimique de l'aliment granulé utilisé au cours de l'essai.

Composantes	(%)	
Matière sèche	92,5	
	(MB%)	(MS%)
Protéines Brutes	15,8	17,2
Cellulose Brute	9,1	9,8
Matières Grasses	3,7	4,1
Cendres	6,9	7,5

II.5. La conduite expérimentale :

Les différentes étapes de l'expérimentation ont été regroupées sur le schéma suivant :



II.5.1. La saillie :

Les femelles nullipares ont été présentées pour la première fois aux mâles à l'âge de 4,5 mois. Pour les femelles primipares, les saillies ont été réalisées après sevrage effectué à 35 jours afin d'éviter l'effet simultané de la lactation et la gestation. Pour la reproduction, 05 mâles sont utilisés pour saillir toutes les femelles à un rythme de deux saillies par semaine et par mâle avec un repos d'au moins un jour entre deux saillies consécutives. Avant chaque saillie la coloration de la vulve et son état de turgescence ont été notés (toutes les lapines avec une vulve rouge et turgescence ont été considérées comme réceptives, par contre celles présentant une vulve pâle et non turgescence sont considérées alors non réceptives).

La femelle est introduite dans la cage d'un premier mâle. Quand la lapine est réceptive dans un intervalle de temps de 15 minutes elle s'immobilise rapidement, s'étend et relève légèrement l'arrière train (position de lordose). Le mâle appuie son cou sur l'arrière train de la lapine puis se porte en avant pour enserrer les lombes de cette dernière avec ses membres antérieurs. Il effectue ensuite des mouvements pelviens rapides et un mouvement copulatoire, jetant ses membres postérieurs en avant et éjaculant. Déséquilibré, il tombe en arrière ou à côté en émettant quelque fois un cri caractéristique. Cependant, si la femelle refuse l'accouplement avec le premier mâle, elle est représentée le même jour à un deuxième mâle pendant une durée de 5 minutes, voir même à un troisième jusqu'à l'acceptation de la saillie. Dans notre cas, toutes les lapines étaient réceptives à la première ou deuxième présentation au mâle.

A 12 jours *post coïtum*, le diagnostic de gestation par palpation abdominale était positif pour toutes les femelles. Le jour de la mise bas, toutes les portées des femelles primipares ont été homogénéisées à raison de 6 à 7 lapereaux par portée afin d'éviter l'effet de la taille de la portée allaitée sur les performances de reproduction de la lapine.

II.5.2. L'étude de la prolificité et ses principales composantes biologiques :

Au 24^{ème} jour *post-coitum*, les 20 lapines (10 nullipares, 10 primipares) sont pesées puis sacrifiées. Après dépouillement, l'animal est mis en décubitus dorsal, puis une incision d'environ 10 cm est effectuée au niveau de la ligne blanche légèrement au dessus de l'orifice urogénital. La masse intestinale est poussée dans la cavité abdominale afin de faciliter l'extériorisation de l'appareil génital ainsi, les ovaires, les cornes utérines, les oviductes et le canal vaginal sont prélevés. Divers paramètres sur les différentes composantes de l'appareil génital sont alors mesurés.

a) Les ovaires :

Une fois débarrassés de leurs graisses, les ovaires sont pesés. Le nombre de follicules préovulatoires dont le diamètre est supérieur à 1 mm sont mesurés sur chaque ovaire selon la technique citée par Lorenzo et *al.* (1996), le taux d'ovulation est également estimé par le comptage direct des corps jaunes non hémorragiques (Figure 14). Les ovaires (n=40) destinés pour des coupes histologiques sont rapidement fixés dans le Bouin Hollande (Hould, 1984).

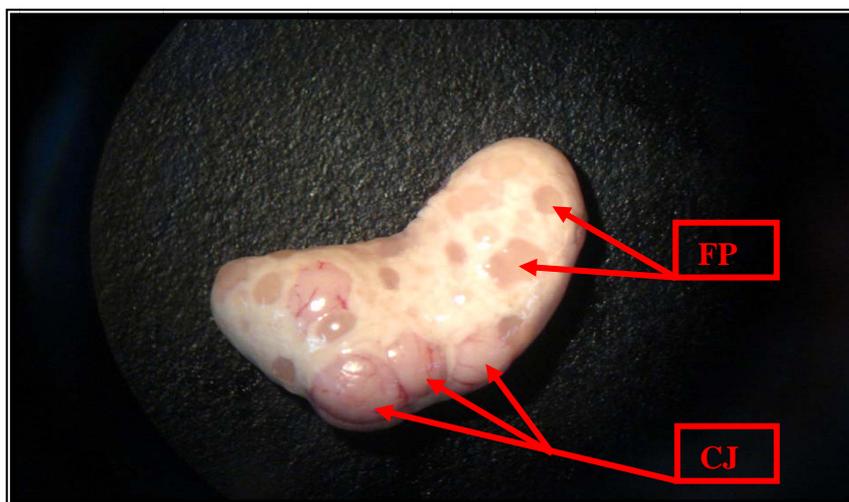


Figure 14: L'ovaire d'une lapine gestante. **CJ** : Corps jaunes non hémorragiques ; **FP** : Follicules préovulatoires (Photo personnelle).

b) Les cornes utérines :

Les deux cornes utérines sont séparées dans la zone vaginale au niveau des cervix, débarrassées de leurs graisses et longitudinalement fondues afin de mesurer les différents paramètres. L'ensemble des cornes (n=40) a été utilisé pour déterminer l'implantation, le statut des fœtus et les taux de mortalité aux différents stades de la gestation chez les femelles deux parités. En revanche, trente sept (n=37) cornes utérines ont été retenues pour étudier l'effet de la vascularisation et de la position *in utero* sur différentes caractéristiques du fœtus.

Les trois cornes écartées concernaient les femelles nullipares, deux ne contenaient qu'un seul lapereau vivant et une corne était vide.

➤ **Détermination du nombre de sites d'implantation :**

Le nombre de sites d'implantation a été noté dans les deux cornes utérines (Figure 15). Nous considérons comme site d'implantation toute trace d'implantation de l'embryon qu'il soit mort ou vivant lors de l'abattage.

Le nombre d'embryons implantés = Le nombre de sites d'implantation.

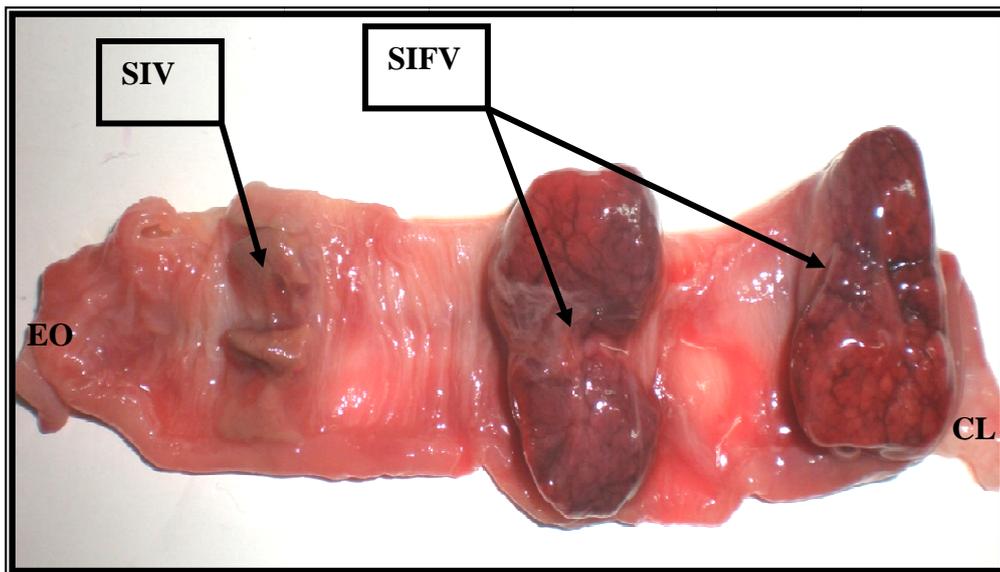


Figure 15: Les sites d'implantation au niveau de la corne utérine. **SIV** : Site d'implantation vide ; **SIFV** : Site d'implantation d'un fœtus vivant ; **CL** : Col utérin ; **EO** : Extrémité oviductale (Photo personnelle).

➤ **Le statut des fœtus:**

Trois catégories de fœtus ont été considérées et dénombrées (Fortun *et al.*, 1993) :

- **Fœtus vivants (V)** : lorsque les fœtus sont bien développés.
- **Fœtus résorbés (R)** : lorsque les fœtus ne sont pas reconnaissables et seulement le placenta est présent (cette mortalité s'observe entre le 15^{ème} et le 20^{ème} jours de gestation).
- **Fœtus morts (M)** : lorsque les fœtus sont reconnaissables avec un retard de développement (cette mortalité s'observe entre le 20^{ème} et le 27^{ème} jour de gestation).

➤ **La mortalité aux différents stades de la gestation :**

Les taux des mortalités qui surviennent aux différents stades de gestation ont été calculés selon les méthodes de Fortun *et al.* (1993) :

- **La mortalité précoce** : le taux de mortalité précoce concerne tous les corps jaunes qui n'étaient pas représentés par un fœtus (vivant, mort, résorbé). Elle s'observe avant le 15^{ème} jour de la gestation. Elle est estimée selon la méthode suivante :

La mortalité précoce = Taux d'ovulation – le nombre de sites d'implantation (V+M+R) / taux d'ovulation × 100

- **La mortalité tardive** : le taux de mortalité tardive n'inclue que les fœtus morts et résorbés. Cette mortalité s'observe après le 15^{ème} jour de la gestation. Elle est estimée comme suit :

La mortalité tardive = (le nombre de fœtus résorbés + le nombre de fœtus morts) / le nombre de sites d'implantation (V+M+R) × 100

- **La mortalité totale** : la mortalité totale concerne tous les corps jaunes qui n'étaient pas représentés par un fœtus vivants. Elle se calcule comme suit:

La mortalité totale = Le taux d'ovulation – le nombre de fœtus vivants/ le taux d'ovulation

II.5.3. Etude du poids fœtal et de ses facteurs de variation :

a) Etude de la vascularisation utérine :

Un dénombrement, par un examen externe des cornes utérines, des sites d'implantation contenant des fœtus vivants et du nombre de vaisseaux sanguins arrivant au niveau de chaque site d'implantation (Figure 16) de ceux-ci a été réalisé selon la technique d'Argente *et al.* (2003). Les fœtus sont classés selon le nombre de vaisseaux sanguins en trois classes :

- *Fœtus avec moins de 04 vaisseaux sanguins.*
- *Fœtus présentant entre 04 et 05 vaisseaux sanguins.*
- *Fœtus avec plus de 05 vaisseaux sanguins.*

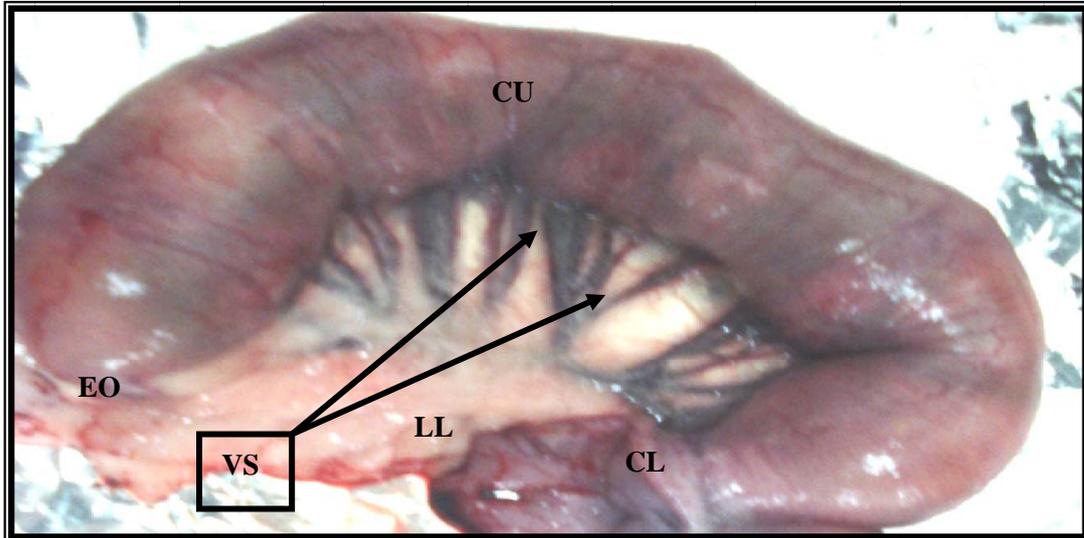


Figure 16: Les vaisseaux sanguins irrigant les sites d'implantation d'une corne utérine. **CU :** Corne utérine ; **CL :** Le col utérin ; **EO :** l'extrémité oviductale ; **LL :** Ligament large ; **VS :** Vaisseaux sanguins (Photo personnelle).

b) Détermination du poids et de la longueur du fœtus au niveau des différentes positions *in utero*:

Les observations portent sur les fœtus vivants, présents dans les cornes utérines de lapines sacrifiées au 24^{ème} jour de leur gestation. Les fœtus, débarrassés de leur liquide et des enveloppes fœtaux, sont pesés à l'aide d'une balance de précision. La longueur entre le sommet de la tête et la croupe est mesurée par règle graduée.

➤ Trois positions sont prises en considération (Argente *et al.*, 2003) (Figure 17):

- **La position oviductale :** le premier fœtus proche de l'extrémité ovarienne.
- **La position médiane :** les fœtus situés au milieu de la corne utérine.
- **La position cervicale :** le dernier fœtus proche du col utérin.

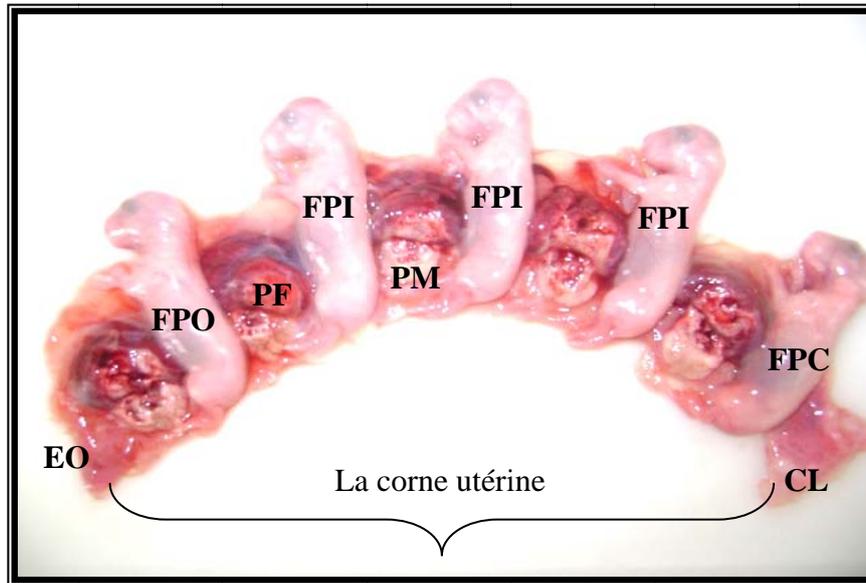


Figure 17: La position des fœtus au niveau de la corne utérine (Photo personnelle).

CL : Col utérin ; **FPC:** Fœtus en position cervicale ; **FPI :** Fœtus en position intermédiaire ;

FPO : Fœtus en position oviductale; **PF :** Placenta fœtal; **PM:** Placenta maternel ; **EO:**

Extrémité oviductale.

c) Calcul de l'espace vital :

Les placentas fœtaux et maternels sont disséqués, séparés tout en laissant le placenta maternel attaché à l'utérus. L'espace vital ou disponible pour chaque fœtus (Figure 18) a été calculé selon les formules citées par Argente *et al.* (2008) :

➤ Pour le fœtus en *position centrale* :

L'espace disponible (ED) = La longueur de son placenta maternel (LPM) + $\frac{1}{2}$ la distance totale entre deux placentas maternels adjacents (02).

➤ Pour les fœtus en position extrême :

- *La position oviductale :*

L'espace disponible (ED) = Distance entre le sommet de la corne utérine et le premier placenta maternel (01) + la longueur du placenta maternel (LPM) + ½ la distance entre le premier placenta maternel et le placenta maternel adjacent.

- *La position cervicale :*

L'espace disponible (ED) = Distance entre le col et le premier placenta maternel (3) + la longueur de placenta maternel (LPM) + ½ la distance entre le premier placenta maternel et le placenta maternel adjacent.

A la fin, les placentas maternels et fœtaux prélevés sont pesés (Figure 19) et la longueur de corne utérine vide est mesurée.

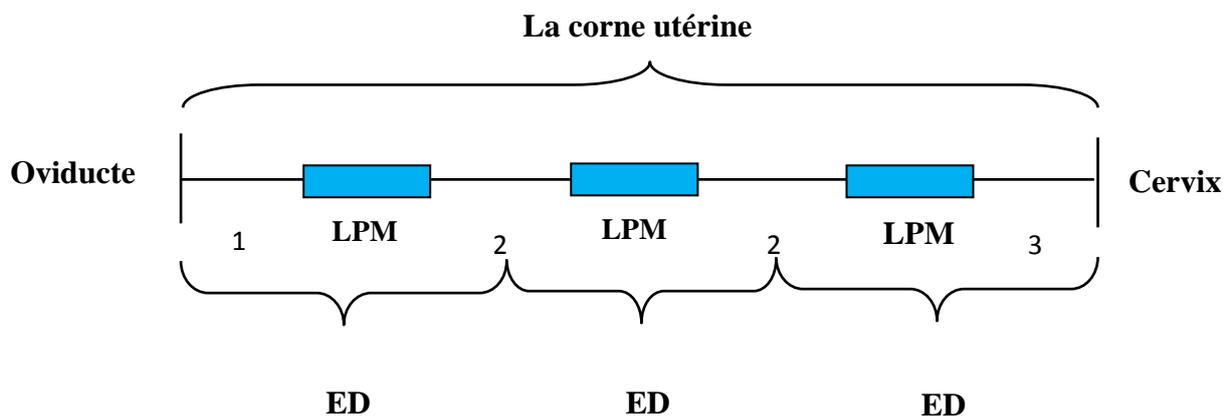


Figure 18: L'espace disponible par fœtus mesuré sur la corne utérine.

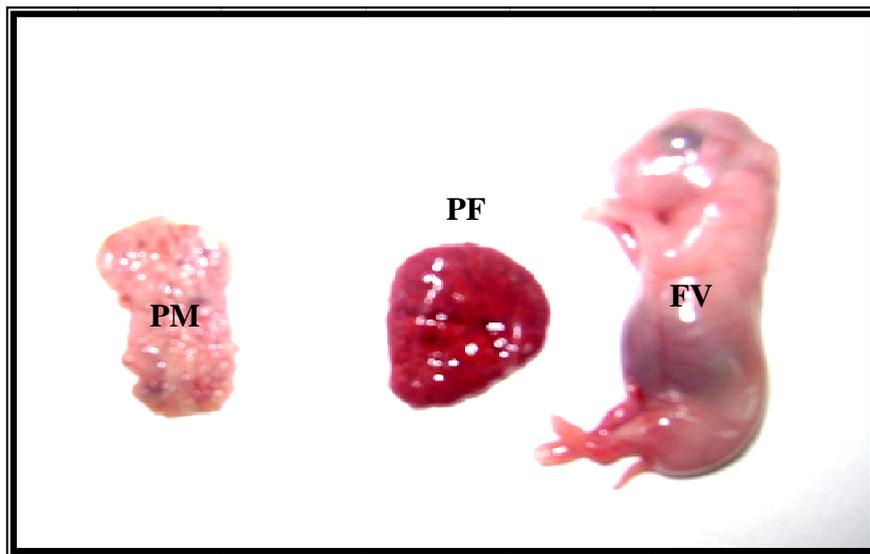


Figure 19: Fœtus vivant et ses placentas (fœtal et maternel) (Photo personnelle).

FV : Fœtus vivant ; **PF** : Placenta fœtal ; **PM** : Placenta maternel.

II.5.4. Etude histologique des ovaires :

Les échantillons (n= 40) destinés pour les coupes histologiques sont traités selon la technique de Hould (1984) :

1. La fixation :

Le principe de la fixation est de maintenir les constituants tissulaires et cellulaires les plus proches possibles de l'état vivant. Pour notre étude nous avons opté pour le Bouin Hollande, fixateur topographique dont la composition est la suivante :

- Solution aqueuse saturée d'acide picrique75ml.
- Formol à 40% du commerce 25 ml.
- Acide acétique glacial cristallisable.....5ml.

Les échantillons ont été fixés durant 3 à 5 jours.

2. La déshydratation et l'éclaircissement :

Avant la déshydratation, les pièces fixées dans le Bouin Hollande sont lavées sous l'eau courante pendant 03 heures pour éliminer l'excès d'acide picrique. Elles sont ensuite déshydratées par un passage successif dans 6 bains d'alcool éthylique à concentrations croissantes :

- 02 bains à 70° pendant 1 heure pour chaque bain.
- 02 bains à 90° pendant 1 heure pour chaque bain.
- 02 bains à 100° pendant 1 heure pour chaque bain.

L'éclaircissement des pièces dans 2 bains de toluène pendant 1 heure pour chacun, permet l'élimination de l'alcool et la préparation à l'imprégnation à la paraffine.

3. Imprégnation et coulage des blocs de paraffine :

Les pièces placées dans un mélange 50% de toluène et 50% de paraffine fondue sont mis à l'étuve (56°C) afin d'initier l'infiltration dans la paraffine et cela pour une durée d'une heure. Les échantillons récupérés sont mis dans des cassettes numérotées puis plongés dans 2 bains successifs de paraffine fondue, le premier bain pendant 1 heure et le second pendant 11 heures.

4. Réalisation des coupes :

Cette opération a été réalisée à l'aide d'un microtome de type Leica RM : 21-25 qui consiste à débiter en tranches fines de quelques microns (4-5µm) les fragments d'organes inclus dans la paraffine. Chaque ruban de coupe est étalé sur une lame enduite de deux gouttes de liquide d'étalement (0,2 % de gélatine) puis séché pendant 24 heures dans une étuve à 37°C. Les lames sont gardées dans des boîtes à l'abri de la poussière.

5. La coloration :

Le but de la coloration histologique est la différenciation optique qui consiste à faire ressortir des constituants déterminés de la préparation microscopique. La coloration effectuée est celle d'Hématoxyline-Eosine. Les différentes étapes de la coloration sont décrites ci-dessous :

- Avant la coloration, on procède au déparaffinage des coupes en plongeant les lames dans deux bains successifs de toluène pendant 1 minute pour chaque bain.
- Réhydratation des coupes avec de l'alcool éthylique à concentrations décroissantes : 1 bain à 100°, 1 bain à 90°, 1 bain à 70° pendant 30 secondes pour chaque bain puis un bain à l'eau courante pendant 1 minute.
- Coloration des coupes avec de l'hématinine pendant 46 secondes puis lavage à l'eau courante.
- Coloration à l'éosine pendant 2 minutes.
- Le montage des coupes entre lame et lamelle est fait selon la procédure suivante :
 - ❖ Déshydrater à l'alcool éthylique à degré croissant : 70°, 90°, 100° pendant 30 secondes pour chaque bain.
 - ❖ Eclaircir avec 2 bains de toluène pendant 1 minute chacun.
 - ❖ Après le dernier bain de toluène, mettre deux gouttes de résine sur une lamelle et couvrir la préparation. Les lames étiquetées sont séchées dans l'étuve à 37°C pendant 24 heures jusqu'à solidification de la résine. La résine est un milieu de montage permanent, permettant l'observation précise des couleurs et des teintes, ainsi que la conservation des préparations.

6. Observation des lames :

Les lames sont observées au microscope photonique de type OPTIKA[®] microscopes. La lecture des lames s'est faite au grossissement X 400. A l'aide d'un micromètre placé sur le microscope, nous avons énuméré que les follicules à antrum dont le diamètre est > 1mm (Figure 20).

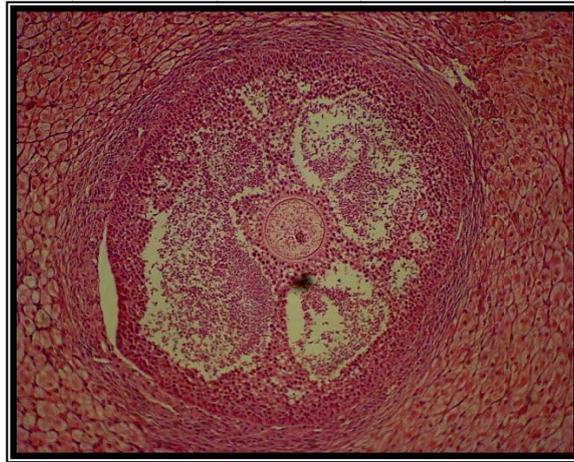


Figure 20 : Follicule préovulatoire (H&E X400) (Photo personnelle).

III. Analyse statistique :

Le traitement statistique des données et les présentations graphiques ont été réalisés à l'aide de logiciel Microsoft Office Excel 2003. Pour chaque paramètre nous avons calculé la moyenne et l'écart-type. L'analyse statistique a été réalisée à partir de ces moyennes par l'application des tests paramétriques (le test de **Student "t"**, le test de l'**écart réduit** ou **Z**) et les tests non paramétriques (**Mann-Whitney**) pour la comparaison entre les différents paramètres étudiés.

Pour apprécier la relation entre les différentes variables nous avons calculé le coefficient de régression linéaire (R).

Résultats

Dans cette étude, nous présenterons les principales composantes biologiques de la prolificité (le taux d'ovulation et la mortalité embryonnaire et fœtale) chez la lapine de population locale Algérienne (*Oryctolagus cuniculus*) au cours des deux premières parités. Nous aborderons, par la suite, quelques facteurs de variation du poids des fœtus en fin de gestation (effet de la parité, effet de la position et de la vascularisation intra *in utero*).

I. Présentation générale du cheptel :

Les caractéristiques (phénotypes et poids) des femelles utilisées au cours de notre expérimentation sont présentées dans le Tableau 11.

Le lot des femelles nullipares, les phénotypes noir et tacheté noir et blanc, présentent 60% du cheptel avec un poids moyen de 2571 ± 57 g avant la mise à la reproduction alors que le phénotype gris ne représente que 40% des femelles utilisées avec un poids de 2483 ± 67 g.

D'autre part, le lot des femelles primipares était constitué majoritairement des phénotypes noir et gris avec un poids moyen de 3230 ± 120 g, alors que seulement une femelle était de pelage tacheté noir et blanc avec un poids de 3068g.

Le phénotype tacheté marron et blanc présente une proportion de 20 % et un poids avant la saillie de 3100 ± 40 g.

Tableau 11: Les caractéristiques phénotypiques et pondérales des lapines de population locale (moyenne \pm écart-type ; n=10 par parité)

Parité	Phénotype	Nombre	Poids moyen (g)
Nullipares (n = 10)	Noir	3	2605 \pm 49
	Noir et blanc	3	2537 \pm 50
	Gris	4	2483 \pm 68
Total		10	2576 \pm 58
CV			2,3%
Primipares (n=10)	Gris	4	3279 \pm 70
	Noir	3	3166 \pm 177
	Marron et blanc	2	3098 \pm 40
	Noir et blanc	1	3068
Total		10	3188 \pm 126
CV			3,9%

II. L'étude de la prolificité et ses principales composantes biologiques :

II.1. Le potentiel ovulatoire et les caractéristiques de l'ovaire:

Le taux d'ovulation, le nombre de follicules préovulatoires déterminés macroscopiquement et microscopiquement et le poids ovarien sont mentionnés dans le Tableau 12.

➤ Le potentiel ovulatoire :

Le taux d'ovulation moyen (mesuré par le comptage des corps jaunes non hémorragiques), chez les primipares est de 9,9 \pm 1,7 corps jaunes contre 7 \pm 1,6 pour les nullipares. L'effet parité est significatif au seuil de 5% (P <0,01) avec une supériorité des primipares par rapport aux nullipares de 2,9 corps jaunes.

➤ **Le nombre de follicules préovulatoires :**

• **Détermination macroscopique :**

Le nombre des follicules prélevés sur les deux ovaires dont le diamètre dépasse un mm est de 10 follicules chez les femelles nullipares et 11 follicules pour les femelles primipares. L'analyse statistique ne révèle aucune différence significative au seuil de 5%.

• **Détermination microscopique :**

Le nombre moyen de follicules préovulatoires déterminés microscopiquement et dont le diamètre est supérieur à 1mm, augmente d'environ 01 follicule entre le stade nullipare et primipare (valeur non significative au seuil de 5%).

➤ **Le poids des ovaires :**

Le poids moyen de tissu ovarien prélevé à J24 de la gestation est significativement plus élevé chez les femelles primipares (+39% ; $P < 0,001$).

Tableau 12: Le taux d'ovulation et les caractéristiques de l'ovaire au cours des deux premières parités chez la lapine locale (moyenne±écart-type, n=10 par parité)

Traitements	Nullipares	Primipares	P
Poids moyen à J24 (g)	2984,5±136,53	3621,3±51,45	
Taux d'ovulation (nb)	7,00±1,63	9,90±1,72	<0,01
Follicules préovulatoires (nb) :			
<i>Macroscopique:</i>	10,50±2,02	11,35±1,24	NS
<i>Microscopique:</i>	8,2±2,22	9,3±1,93	NS
Poids des ovaires (g)	0,23±0,05	0,32±0,07	<0,001

II.2. La mortalité embryonnaire et fœtale:

Les taux de mortalité précoce et tardive relevés au cours de la gestation sont regroupés dans le Tableau 13. La mortalité précoce est de 22% chez les nullipares contre 10% chez les lapines primipares. L'écart enregistré entre les deux catégories n'est cependant pas significatif. Par contre, la mortalité tardive est respectivement de 2% et 3% chez les lapines nullipares et primipares. En termes de mortalité totale, bien que l'écart entre les deux parités représente 43%, il demeure toujours non significatif.

Tableau 13: Taux de la mortalité précoce et tardive chez les lapines de population locale nullipares et primipares (n=10 par parité).

Variables	Nullipares	Primipares	P
Mortalité précoce (%)	22	10	NS
Mortalité tardive (%)	02	03	NS
Mortalité totale (%)	23	13	NS

II.3. Implantation des embryons à J24:

II.3.1. Statut et nombre:

Le tableau 14 décrit la classification des fœtus en fonction de leur statut (mort, vivant, résorbé). Notons que sur le nombre total des embryons implantés (55 au total), le nombre moyen de fœtus vivants, chez les femelles nullipares, était de 5,4 par lapine, alors que celui des fœtus résorbés était presque nul (seulement un fœtus résorbé). En revanche, chez les femelles primipares, 03 fœtus ont été résorbés sur un total de 87 embryons implantés, ce qui donne un nombre moyen des fœtus vivants de 8,4 par lapine. Aucun fœtus mort n'a été retrouvé chez l'ensemble des femelles quelque soit leur parité.

L'étude statistique montre une différence significative pour le nombre d'embryons implantés et vivants à J24 de la gestation en faveur des lapines primipares ($P < 0,001$), contrairement au nombre de fœtus résorbés pour lesquels aucune différence n'est relevée.

Tableau 14: Nombre moyen d’embryons implantés et leur statut chez les femelles nullipares et primipares (J24 de gestation) (n=10 par parité).

Statut	Nullipares	Primipares	P
Nombre d’embryons implantés moyen par lapine	5,5	8,7	<0,001
<i>Statut :</i>			
Fœtus vivants	5,4	8,4	<0,001
Fœtus morts	00	00	
Fœtus résorbés	0,1	0,3	NS

II.3.2. L’étude de la relation entre la longueur de la corne utérine vide et le nombre d’embryons implantés :

La corrélation entre la longueur de la corne utérine vide et le nombre d’embryons implantés est représentée dans le Tableau 15 et illustrée dans les Figures 21 pour les nullipares et 22 pour les primipares.

Les coefficients de régression linéaire (R) étaient de l’ordre de 0,50 pour les nullipares et 0,80 pour les primipares. La corrélation évolue positivement en fonction de la parité des lapines.

Tableau 15: La relation entre la longueur de la corne utérine vide et le nombre d’embryons implantés chez les lapines nullipares et primipares (R : Coefficient de régression linéaire).

X	Y	R/ Nullipares	R/ Primipares
Longueur de la corne utérine vide (cm)	Le nombre d’embryons Implantés	0,50	0,80

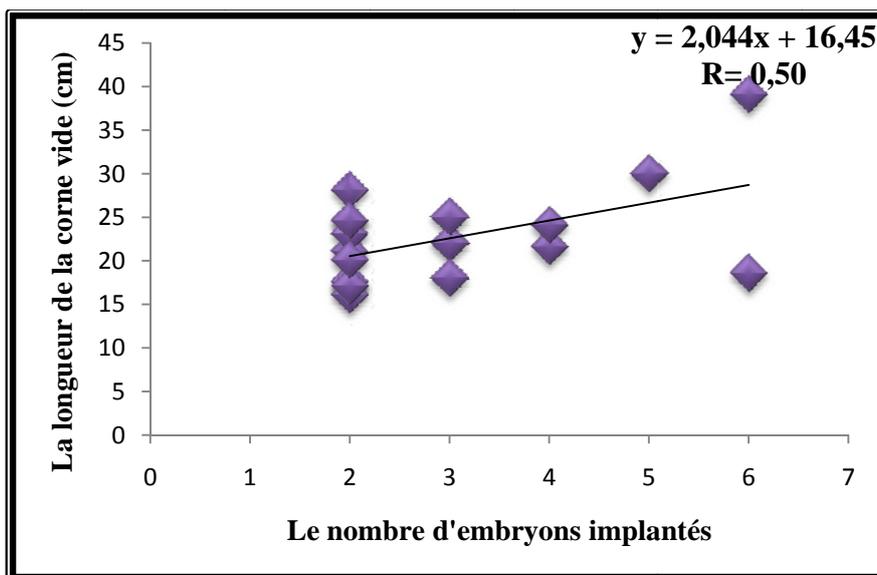


Figure 21: La corrélation entre la longueur de la corne utérine vide et le nombre d'embryons implantés chez les femelles nullipares.

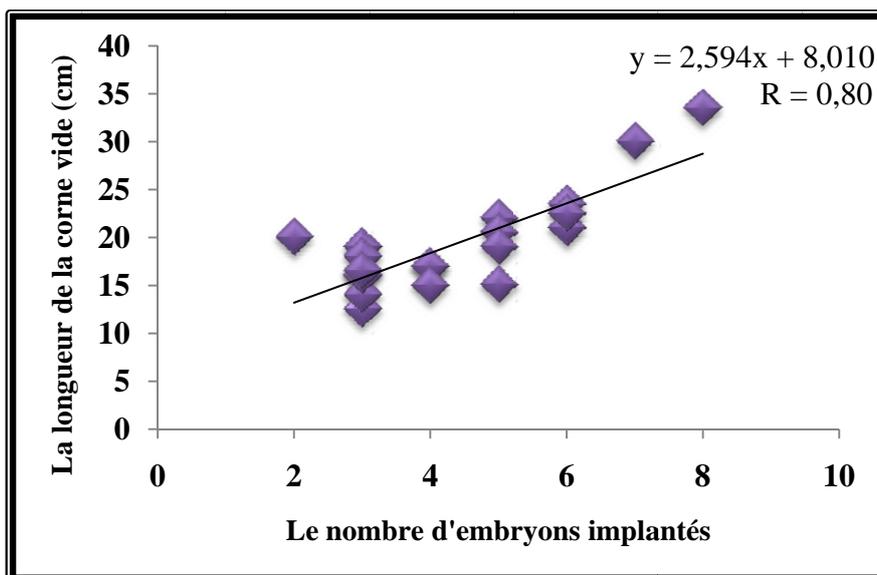


Figure 22: La corrélation entre la longueur de la corne utérine vide et le nombre d'embryons implantés chez les femelles primipares.

III. La variation du poids fœtal :

III.1. Effet de la position *in utéro* :

III.1.1. Sur le poids fœtal :

L'effet de la position *in utéro* sur le poids fœtal chez les femelles nullipares et primipares est représenté dans le Tableau 16 et illustré dans la Figure 23.

Chez les femelles nullipares, la position du fœtus dans la corne utérine a un effet significatif sur son poids. En effet, les fœtus en position oviductale présentent le poids le plus élevé, suivi de ceux en position cervicale et enfin les fœtus en position médiane sont les plus légers. L'écart entre les poids des fœtus les plus lourds et les plus légers est estimé à 20,7%.

En revanche, chez les femelles primipares, aucune différence significative n'a été retrouvée entre les poids moyens des fœtus en position cervicale d'une part, et ceux de la position médiane et oviductale d'autre part. Le seul effet révélé significatif était entre le poids des fœtus en position oviductale et ceux en position médiane (écart de +12% ; $P < 0,05$).

Tableau 16: Effet de la position *in utéro* sur le poids fœtal (moyenne±écart-type).

Position	Nombre	Poids moyen des fœtus (g) (nullipares)	Nombre	Poids moyen des fœtus (g) (primipares)
Oviductale	17	15,4±1,93 ^a	20	15,9±2,89 ^a
Médiane	18	12,2±1,21 ^c	44	13,9±3,59 ^b
Cervicale	17	13,8±2,32 ^b	20	14,4±2,64 ^{ab}

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

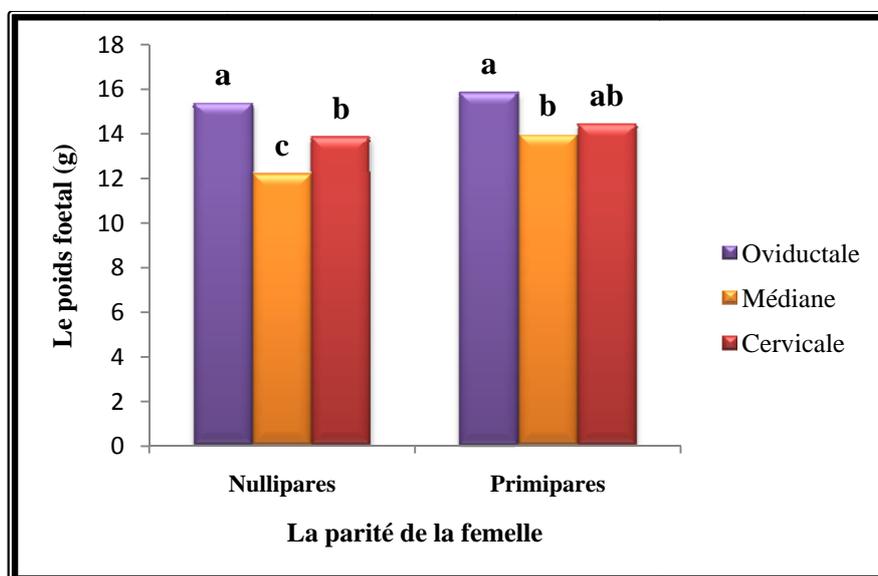


Figure 23 : Effet de la position *in utéro* sur le poids fœtal moyen à J24 de la gestation chez les femelles nullipares et primipares.

III.1.2. Sur l'espace vital, le poids des placentas et la taille des fœtus:

L'effet de la position *in utero* sur l'espace vital, le poids des placentas (maternels et fœtaux) et la taille des fœtus selon la parité est présenté dans les Tableaux 17 et 18, et illustré dans les Figures 24 et 25 pour les femelles nullipares et primipares respectivement.

- **Les nullipares :**

Les fœtus en position cervicale ont bénéficié d'un grand espace vital par rapport à ceux de la position médiane avec une différence significative ($P < 0,001$). Cependant, aucune différence n'est révélée avec ceux de la position oviductale.

En ce qui concerne le poids des placentas (maternel et fœtal), l'effet de la position n'a été significatif que pour le poids de placenta fœtal. Le poids du placenta fœtal le plus élevé (3,48g) se situe en position oviductale. Il est cependant significativement différent du placenta fœtal de la position médiane (écart de +14,6% ; $P < 0,05$) et celui de la position cervicale (écart de + 9% ; $P < 0,05$). Par ailleurs, aucune différence n'a été mise en évidence entre les placentas fœtaux de la position médiane et ceux de la position cervicale.

Enfin, l'effet de la position *in utero* sur la longueur du fœtus mesurée entre le sommet de la tête et la croupe, était significatif seulement entre les fœtus de la position oviductale et ceux de la position médiane (7,57 vs 6,82 ; $P < 0,001$).

Tableau 17: L'effet de la position *in utero* sur l'espace vital, les poids de placentas et la longueur des fœtus chez les femelles nullipares (moyenne±écart-type).

Position	Espace vital (cm)	Poids de placenta maternel (g)	Poids de placenta fœtal (g)	Longueur de fœtus (cm)
Oviductale (n = 17)	8,66±2,84 ^a	1,62±0,29 ^a	3,48±0,45 ^a	7,57±0,54 ^a
Médiane (n = 18)	5,10±1,45 ^b	1,52±0,29 ^a	2,97±0,39 ^c	6,82±0,57 ^b
Cervicale (n = 17)	8,64±3,07 ^a	1,52±0,27 ^a	3,15±0,48 ^{bc}	7,23±0,72 ^{ab}

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

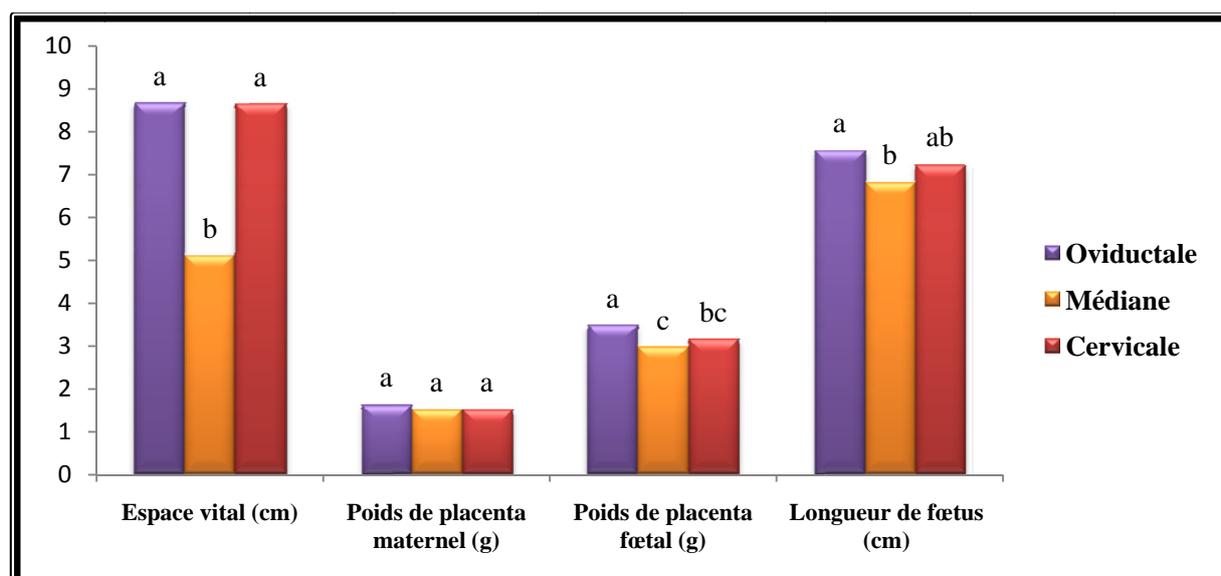


Figure 24: L’effet de la position *in utéro* sur l’espace vital, les poids des placentas et la taille des fœtus chez les femmes nullipares.

• **Les primipares :**

La position *in utéro* influence d’une manière très significative sur l’espace vital. En effet, l’espace vital le plus important concerne les fœtus au niveau oviductale, alors que la position médiane est associée à l’espace le plus faible, soit un écart de 30% ($P < 0,001$).

Le poids moyen du placenta maternel n’est pas influencé par la position intra-utérine des fœtus. En revanche, les poids des placentas fœtaux en position oviductale et médiane sont significativement différents (écart de +17% ; $P < 0,01$). Le même effet est observé pour la longueur du fœtus.

Tableau 18: L’effet de la position *in utéro* sur l’espace vital, les poids des placentas et la taille des fœtus chez les femmes primipares (moyenne±écart-type).

Position	Espace vital (cm)	Poids de placenta maternel (g)	Poids de placenta fœtal (g)	Longueur de fœtus (cm)
Oviductale (n =20)	5,63±1,34 ^a	1,44±0,34 ^a	3,75±0,53 ^a	7,97±0,57 ^a
Médiane (n =44)	3,94±0,90 ^c	1,32±0,28 ^a	3,11±0,78 ^b	7,44±1,00 ^b
Cervicale (n =20)	4,52±1,05 ^b	1,34±0,31 ^a	3,43±0,59 ^{ab}	7,65±0,82 ^{ab}

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

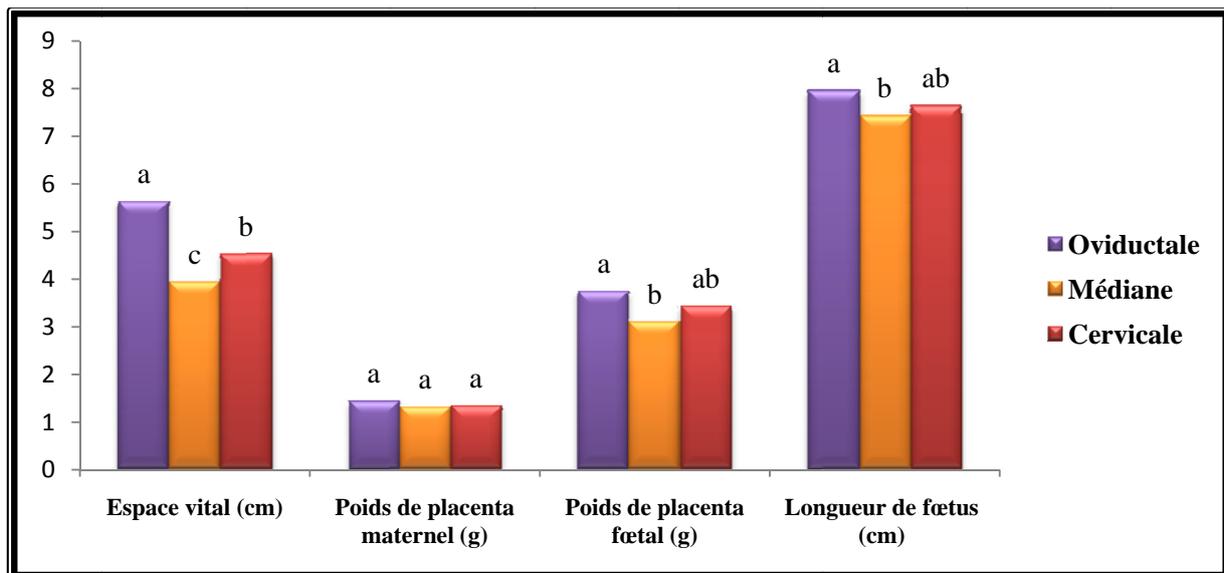


Figure 25: L’effet de la position *in utero* sur l’espace vital, les poids des placentas et la taille des fœtus chez les femelles primipares.

III.1.3. La relation entre le poids des fœtus vivants et le poids de leurs placentas :

L’étude de la relation entre le poids des fœtus vivants et le poids de leurs placentas (maternel et fœtal) est présentée dans le Tableau 19 et illustrée dans les Figures 26 et 27 pour les nullipares et 28 et 29 pour les primipares. Les coefficients de régression linéaire (R) entre le poids des placentas fœtaux et le poids des fœtus vivants sont moyens et de l’ordre de 0,57 et 0,50 respectivement chez les lapines nullipares et primipares.

En revanche, les corrélations entre le poids des fœtus vivants et le poids de leurs placentas maternels sont faibles (0,26 pour les nullipares et -0,30 chez les primipares). Notons, tout de même une corrélation négative entre le poids des fœtus vivants et le poids de leurs placentas maternels chez les primipares, indiquant ainsi l’existence de l’effet parité.

Tableau 19: La relation entre les poids des fœtus vivants et les poids de leurs placentas (R : Coefficient de régression linéaire).

X	Y	R/ Nullipares	R/ Primipares
Poids des placentas fœtaux (g)	Poids des fœtus vivants (g)	0,57	0,50
Poids des placentas maternels (g)	Poids des fœtus vivants (g)	0,26	- 0,30

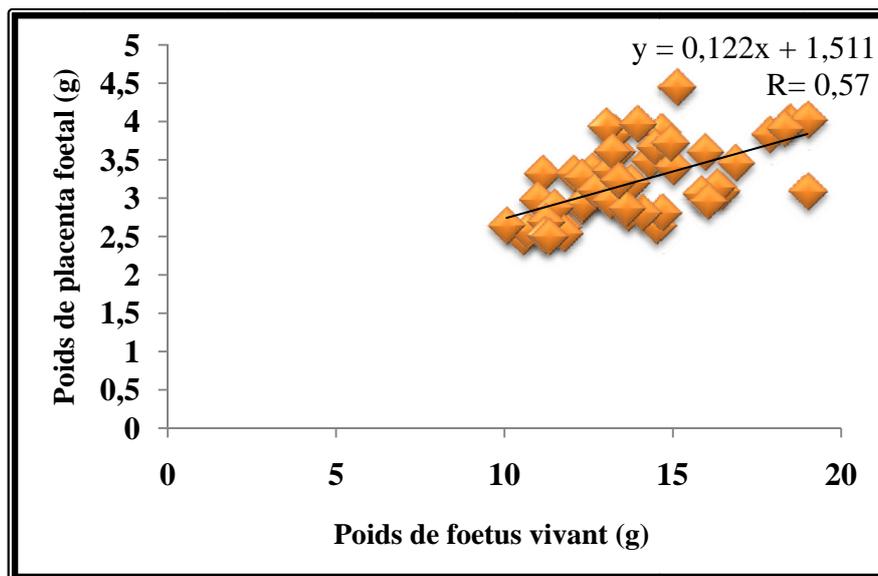


Figure 26: La relation entre le poids des placentas fœtaux et le poids des fœtus vivants chez les femelles nullipares.

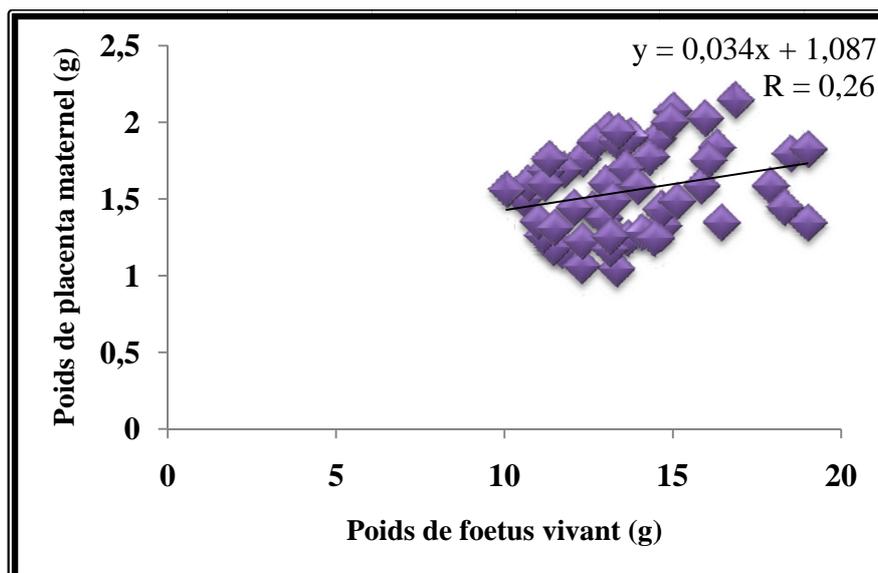


Figure 27: La relation entre le poids des placentas maternels et le poids des fœtus vivants chez les femelles nullipares.

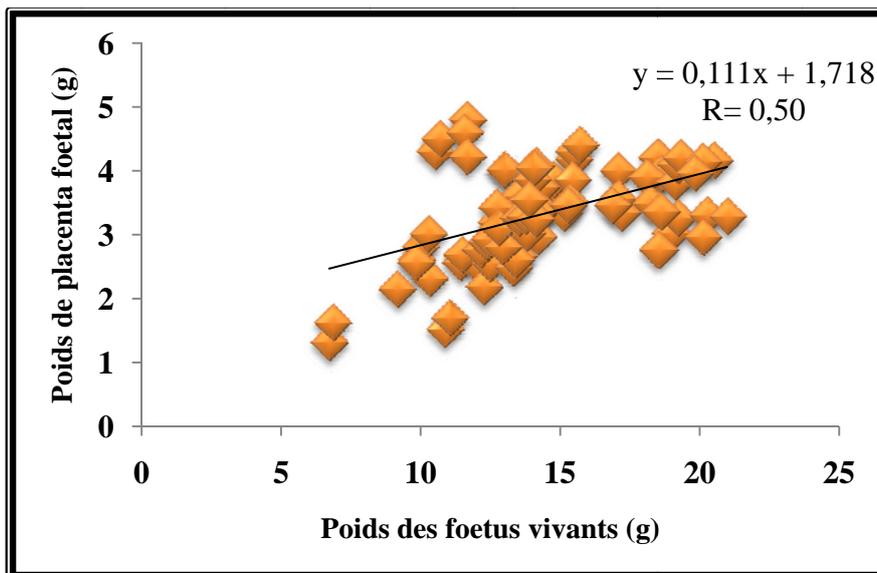


Figure 28: La relation entre le poids des placentas fœtaux et le poids des fœtus vivants chez les femelles primipares.

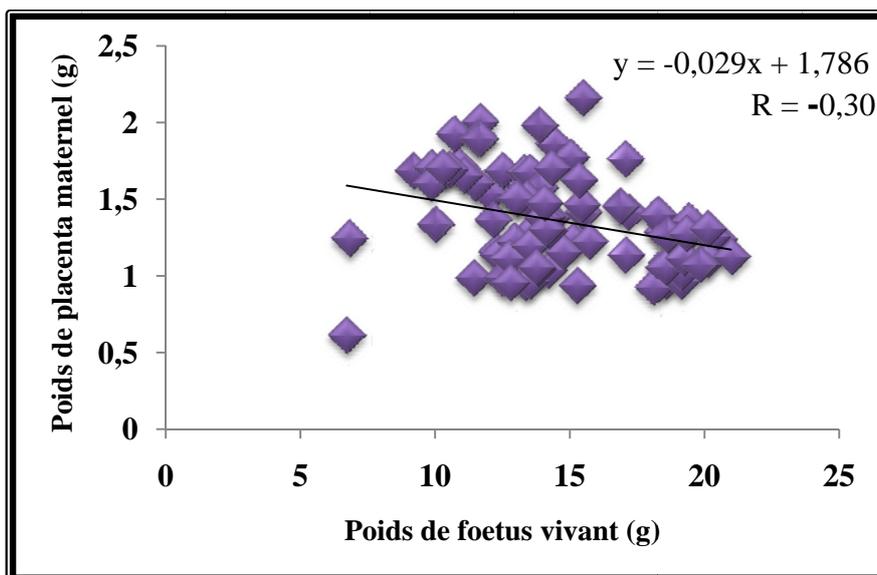


Figure 29: La relation entre le poids des placentas maternels et le poids des fœtus vivants chez les femelles primipares.

III.2. L'influence de la vascularisation *in utéro* :

III.2.1. L'effet sur le poids fœtal :

Le poids fœtal en fonction du nombre de vaisseaux sanguins enrichissant chaque site d'implantation des fœtus vivants est présenté dans le Tableau 20 et illustré dans la Figure 30 chez les femmes nullipares et primipares.

Pour chaque parité, les poids fœtaux évoluent dans le même sens et d'une manière significative selon le nombre de vaisseaux sanguins considéré ($P < 0,05$). En effet, chez les nullipares, les fœtus ayant plus de cinq vaisseaux présentent les poids les plus élevés avec, cependant, des écarts respectifs de 26 et de 14% comparés à ceux disposant de moins de quatre vaisseaux, et ceux ayant entre 4 et 5 vaisseaux sanguins.

Chez les primipares, les fœtus les plus vascularisés présentent également les meilleurs poids. Ces derniers montrent des écarts de +30% en comparaison avec les fœtus ayant moins de quatre vaisseaux, et un écart de +8% avec ceux ayant entre 4 et 5 vaisseaux sanguins.

Tableau 20: Effet de la vascularisation *in utéro* sur le poids fœtal à J24 de la gestation (moyenne±écart-type).

Vaisseaux sanguins	Nombre	Poids moyen des fœtus (g) (nullipares)	Nombre	Poids moyen des fœtus (g) (primipares)
Moins de 04	19	11,75±0,90 ^c	21	11,31±2,37 ^c
Entre 04et 05	15	13,73±1,14 ^b	30	14,94±2,69 ^b
Plus de 05	18	15,96±1,93 ^a	33	16,20±2,85 ^a

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

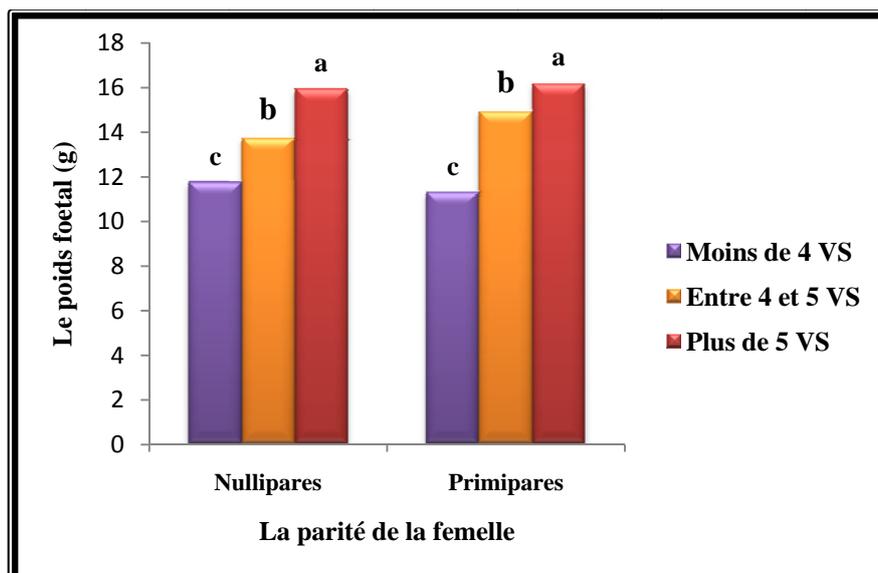


Figure 30: L'effet de la vascularisation *in utéro* sur le poids foetal à J24 de la gestation chez les nullipares et les primipares (VS : vaisseaux sanguins).

III.2.2. Sur l'espace vital, le poids des placentas et la taille des fœtus:

L'effet de la vascularisation *in utéro* sur l'espace vital, le poids du placenta maternel et foetal et la longueur du fœtus sont présentés dans le Tableau 21 et 22 et illustrés dans les Figures 31 et 32 respectivement pour les lapines nullipares et primipares.

➤ Les nullipares :

Nos résultats révèlent que, le nombre de vaisseaux sanguins enrichissant chaque site d'implantation influence l'espace disponible pour chaque fœtus. En effet, les fœtus recevant plus de 05 vaisseaux sanguins ont bénéficié d'un espace disponible significativement supérieur, d'une part à celui de ceux recevant moins de 4 vaisseaux sanguins (9,64 vs 5,46 soit un écart de 43%, $P < 0,001$), et d'autre part aux fœtus irrigués avec un nombre de vaisseaux compris entre 4 et 5 vaisseaux (9,64 vs 7,22 soit un écart de 25%, $P < 0,001$).

Concernant le poids de placenta maternel, il est à souligner que les fœtus ayant plus de 5 vaisseaux sanguins présentent un poids du placenta maternel significativement plus élevé que ceux irrigués avec moins de 4 vaisseaux sanguins ($P < 0,01$).

Par ailleurs, la vascularisation du fœtus a un effet significatif sur le poids du placenta fœtal. Les fœtus les plus vascularisés présentent des placentas fœtaux significativement plus lourds ($P < 0,05$) : 3,54 pour les plus de 5 vaisseaux sanguins contre 3,15 et 2,90 pour ceux ayant respectivement un nombre compris entre 4 et 5 et moins de 4 vaisseaux sanguins.

Enfin, la longueur entre le sommet de la tête et la croupe varie en fonction du nombre des vaisseaux sanguins pénétrant chaque site d'implantation. Les fœtus ayant plus de 05 vaisseaux sanguins ont un écart significativement différent de ceux disposant de moins de 4 vaisseaux sanguins (soit 13% ; $P < 0,001$) et avec ceux présentant entre 4 et 5 vaisseaux sanguins (soit 6% ; $P < 0,01$).

Tableau 21 : L'effet de la vascularisation sur l'espace vital, les poids des placentas et la taille des fœtus chez les femelles nullipares (moyenne±écart-type).

Vaisseaux sanguins	Espace vital (cm)	Poids de placenta maternel (g)	Poids de placenta fœtal (g)	Longueur de fœtus (cm)
Moins de 04 (n =19)	5,46±2,18 ^c	1,42±0,24 ^b	2,90±0,34 ^c	6,68±0,56 ^c
Entre 04 et 05 (n =15)	7,22±2,45 ^b	1,53±0,28 ^{ab}	3,15±0,45 ^b	7,25±0,39 ^b
Plus de 05 (n =18)	9,64±2,69 ^a	1,71±0,26 ^a	3,54±0,43 ^a	7,70±0,60 ^a

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

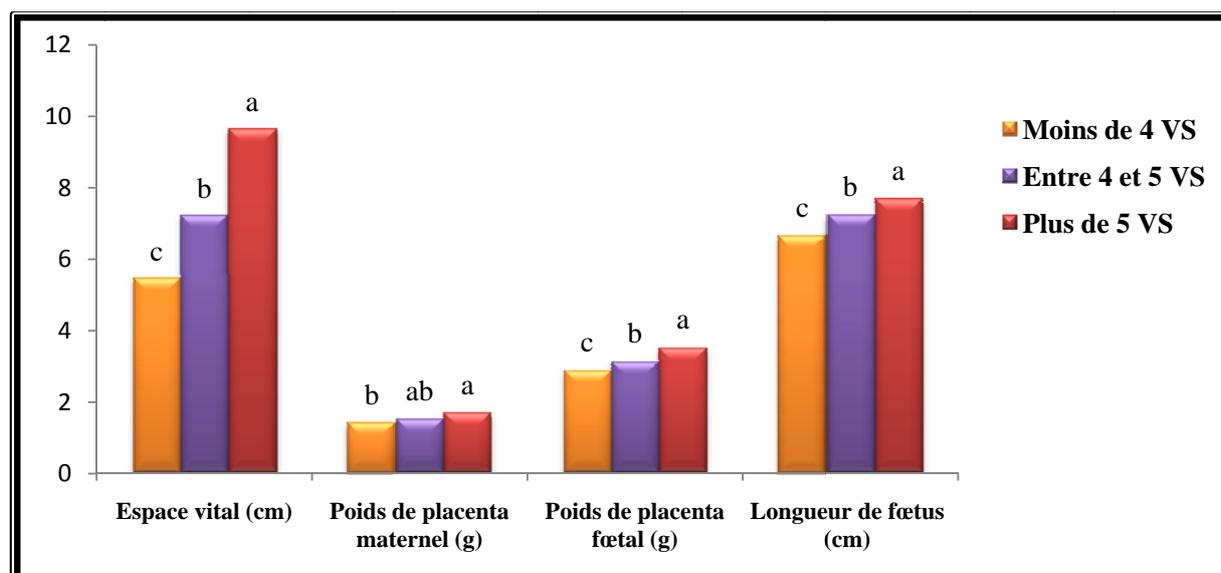


Figure 31: L'effet de la vascularisation sur l'espace vital, les poids des placentas et la taille des fœtus chez les femelles nullipares (VS= vaisseau sanguin).

➤ **Les primipares :**

Au vu de nos résultats, il apparaît que l'espace vital est significativement lié au nombre des vaisseaux sanguins pénétrant les sites d'implantation des fœtus vivants. Ainsi, les fœtus recevant plus de 05 vaisseaux sanguins ont un meilleur espace par rapport à ceux recevant moins de 4 vaisseaux sanguins (écart de 19% ; $p < 0,01$). Cependant cet écart s'amenuise mais reste significatif lorsqu'il est comparé aux fœtus ayant entre 4 et 5 vaisseaux sanguins (écart de 4% ; $P < 0,05$).

Le poids du placenta maternel n'est pas influencé par le nombre des vaisseaux sanguins contrairement à celui du placenta fœtal qui augmente avec l'augmentation de la vascularisation des fœtus *in utero* ($P < 0,05$).

La taille des fœtus évolue significativement en fonction du nombre de vaisseaux sanguins parvenant aux sites d'implantation ($P < 0,05$) : 6,71 vs 7,65 vs 8,16 respectivement pour les trois catégories croissantes en nombre de vaisseaux sanguins.

Tableau 22: L'effet de la vascularisation sur l'espace vital, les poids des placentas et la taille des fœtus chez les femelles primipares (moyenne±écart-type).

Vaisseaux sanguins	Espace vital (cm)	Poids de placenta maternel (g)	Poids de placenta fœtal (g)	Longueur de fœtus (cm)
Moins de 04 (n =21)	3,85±1,08 ^c	1,40±0,33 ^a	2,63±0,80 ^c	6,71±0,81 ^c
Entre 04et 05 (n =30)	4,59±1,30 ^b	1,36±0,31 ^a	3,46±0,59 ^b	7,65±0,69 ^b
Plus de 05 (n =33)	4,78±1,17 ^a	1,32±0,29 ^a	3,67±0,44 ^a	8,16±0,60 ^a

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

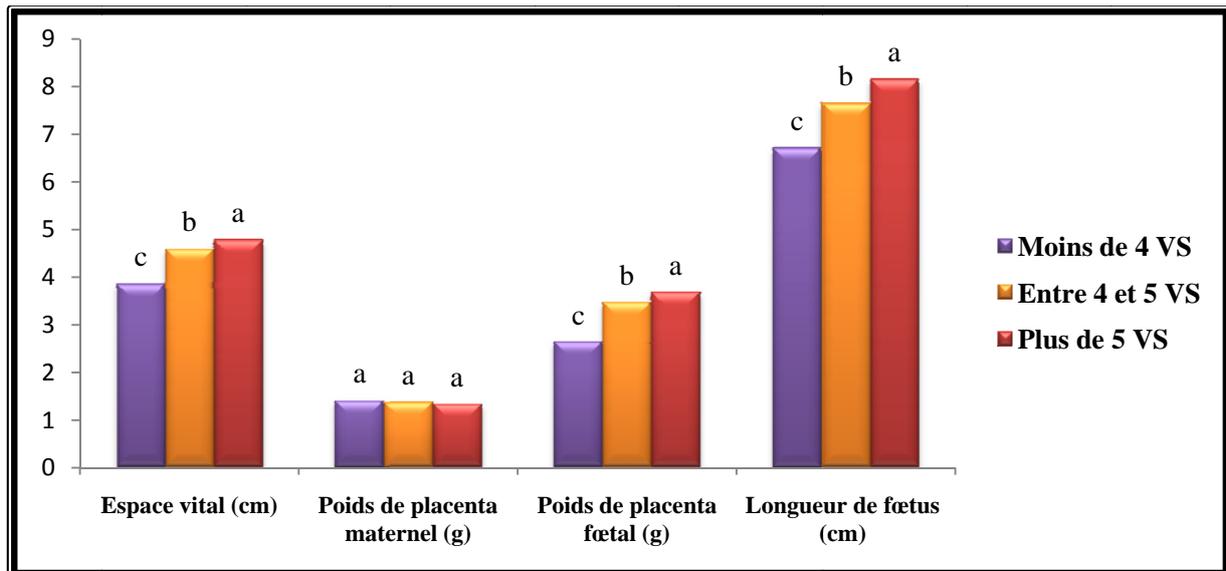


Figure 32 : L'effet de la vascularisation sur l'espace vital, la taille des fœtus et les poids de leurs placentas chez les femelles primipares (VS= vaisseau sanguin).

III.2.3. La relation entre le nombre de vaisseaux sanguins et le poids des fœtus vivants :

La relation entre le nombre de vaisseaux sanguins enrichissant chaque site d'implantation et le poids des fœtus vivants est représentée dans le Tableau 23 et illustrée dans la Figure 33 pour les nullipares et 34 pour les primipares. Les coefficients de régression linéaire (R) sont de 0,86 pour les femelles nullipares et de 0,59 pour les femelles primipares. Ils indiquent respectivement une très bonne et une bonne relation entre le poids fœtal et la vascularisation de son site d'implantation.

Tableau 23 : La relation entre le nombre des vaisseaux sanguins arrivant au niveau de chaque site d'implantation et le poids des fœtus vivants (R : Coefficient de régression linéaire).

X	Y	R/ Nullipares	R/ Primipares
Nombre de vaisseaux Sanguins	Poids de fœtus vivants (g)	0,86	0,59

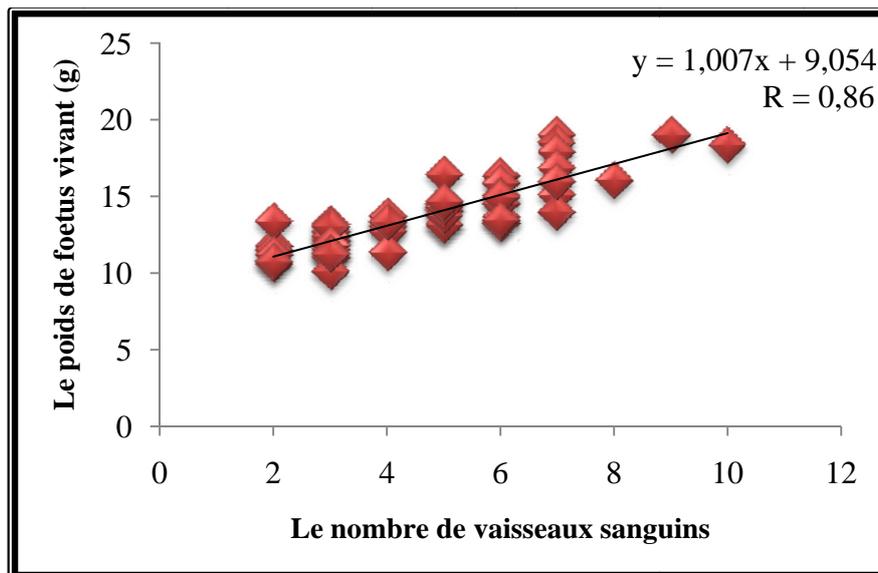


Figure 33: La relation entre le nombre de vaisseaux sanguins pénétrant chaque site d'implantation et le poids des fœtus vivants chez les femelles nullipares.

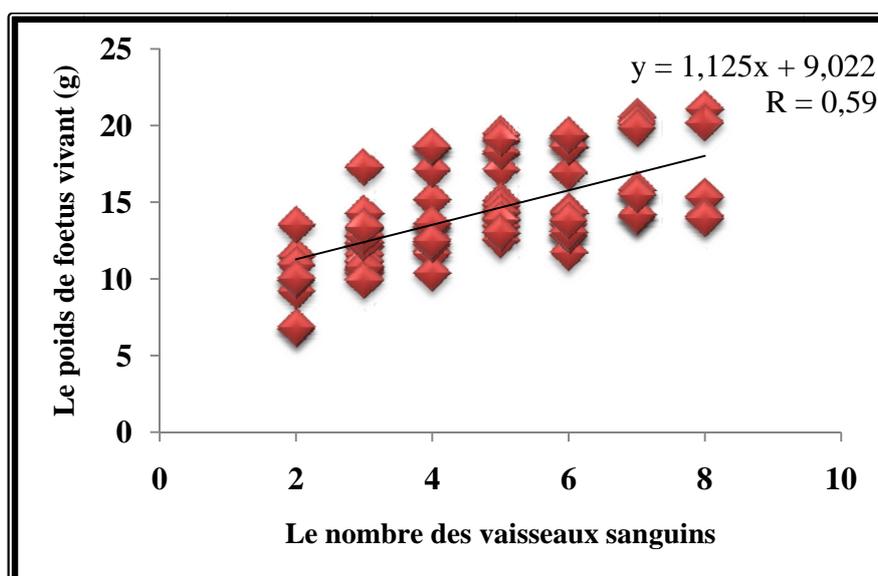


Figure 34: La relation entre le nombre de vaisseaux sanguins pénétrant chaque site d'implantation et le poids des fœtus vivants chez les femelles primipares.

III.3. Effet de la parité :

La comparaison entre le poids moyen des fœtus issus des femelles nullipares et primipares est présentée dans le Tableau 24 et illustrée dans la Figure 35. Le poids moyen des fœtus à 24 jours de la gestation ne varie pas significativement entre les femelles des deux parités.

Tableau 24: Effet de la parité sur le poids fœtal au 24^{ème} jour de la gestation chez les femelles nullipares et primipares (moyenne±écart-type).

	Nullipares (n=52)	Primipares (n=84)	P
Poids moyen des fœtus vivants à J24(g)	13,8 ± 2,26	14,5 ± 3,29	NS

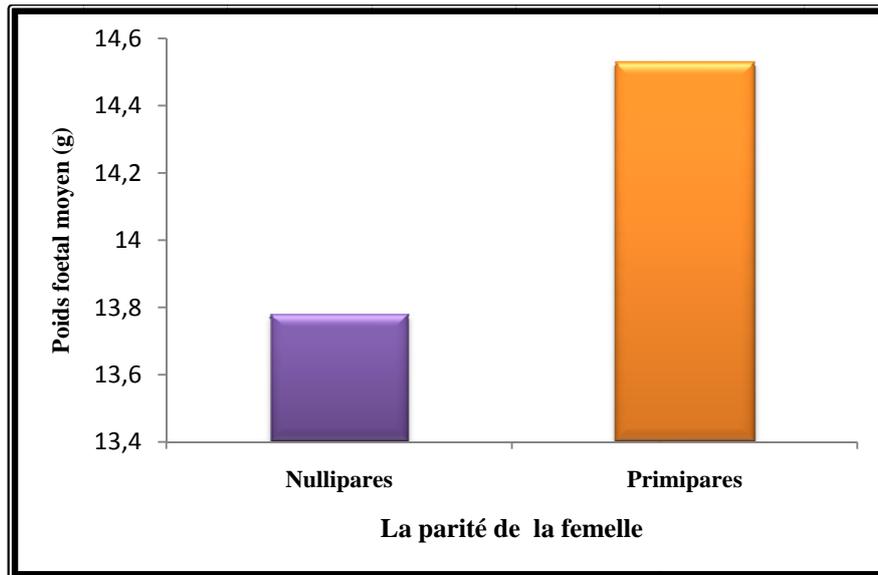


Figure 35 : Le poids fœtal à J24 de la gestation chez les femelles nullipares et primipares

Discussion

Notre expérimentation a pour objectif d'étudier la physiologie de la reproduction de la lapine de population locale par la mesure d'une part, de l'évolution de la prolificité et ses principales composantes biologiques (le taux d'ovulation et la mortalité embryonnaire et foétale) au cours des deux premières parités et d'autre part, le poids foetal et ses facteurs de variation en fin de gestation (effet de la parité, effet de la position et de la vascularisation *in utero*).

Cette étude se justifie également par le fait que les données ayant trait à la reproduction de la lapine locale concernent, dans leur majorité, la caractérisation des paramètres zootechniques (Gacem et Lebas, 2000 ; Berchiche et *al.*, 2000b ; Berchiche et Kadi, 2002 ; Belhadi, 2004 ; Zerrouki et *al.*, 2005a, 2005b ; 2005c et 2007a,2007b ; Moulla et Yakhlef, 2007 ; Moumen, 2006). En revanche, sur le plan de la physiologie de la reproduction, le peu de résultats disponibles nous renseigne particulièrement sur les profils hormonaux des lapins locaux (Remas, 2001), sur la caractérisation de certains paramètres plasmatiques et histologiques chez les lapines non gestantes et au cours de la gestation (Othmani-Mecif et Benazzoug, 2005), et sur les modifications anatomo-histologiques (utérus et ovaires) pendant la période *post partum* de la lapine locale (Boumahdi et *al.*, 2009).

Aspects méthodologiques.....

Les lapines de population locale étudiées sont de différents phénotypes, résultant des croisements de celles-ci avec des races étrangères introduites en Algérie au cours des années soixante-dix (Néo-zélandaise, Californienne, Fauve de Bourgogne) et avec des reproducteurs sélectionnés (Hyla, Hyplus) importés entre 1985 et 1989 (Berchiche et Kadi, 2002 ; Othmani-Mecif et Benazzoug, 2005 ; Djellal et *al.*, 2006). Aussi, les femelles sont de poids et d'âge homogènes au moment de la saillie, afin d'éviter l'impact de ces critères sur les paramètres ultérieurs de la reproduction de la lapine (Theau-Clément et *al.*, 1990a ; Bolet et *al.*, 2001).

Dans nos conditions expérimentales nous avons opté d'effectuer nos mesures sur des lapines nullipares et primipares en raison de l'indisponibilité des lapines multipares sur le marché. En effet, les lapines multipares sont gardées au niveau des élevages pour leur productivité élevée à ce stade physiologique. Il est à noter que plusieurs travaux soulignent l'effet de la parité sur les composantes biologiques de la prolificité de la lapine et sur le poids

du lapereau (Lukefahr et *al.*, 1983 ; Baselga et *al.*, 1992 ; Farghaly, 1996 ; Argente et *al.*, 1996, Hamilton et *al.*, 1997 ; Zerrouki et *al.*, 2007a, 2007b ; 2008 ; Ouyed et *al.*, 2007).

Au moment de la saillie, toutes les lapines étaient réceptives et ce quelque soit leur stade physiologique. En effet, les nullipares se sont caractérisées par une réceptivité proche de 100% comme rapportée par la littérature (Hulot et Matheron, 1981). Pour les parités suivantes, ce comportement sexuel varie au cours du *post partum* en relation avec le stade de la lactation (Stoufflet et Caillol, 1988 ; Theau-Clément et *al.*, 1990b ; Fortun et *al.*, 1993 ; Fortun-Lamothe et Bolet, 1995).

Nous avons également opté pour des femelles primipares non allaitantes afin d'éviter les effets défavorables de la lactation sur les performances de reproduction. Il est souvent rapporté que, chez la lapine concurremment gestante et allaitante, l'unité foeto-placentaire et la glande mammaire utilisent les mêmes substances conduisant ainsi à une compétition entre ces deux compartiments pour les nutriments, au détriment de la croissance et la survie fœtale. En effet, dans ces conditions, la croissance fœtale est réduite de 19,6% et la mortalité fœtale tardive augmente de 10% chez les primipares allaitantes par rapport aux non allaitantes (Fortun et *al.*, 1993).

Par ailleurs, la littérature rapporte que la plupart des études sont réalisées à différents stades de la gestation à savoir au 18^{ème} jour (Argente et *al.*, 2006 et 2008), au 25^{ème} jour (Argente et *al.*, 2003) ou bien encore plus tard au 28^{ème} jour (Mocé et *al.*, 2004). Ces auteurs montrent que les paramètres étudiés varient d'un stade de gestation à un autre, particulièrement entre ceux mesurés au 18^{ème} jour et ceux estimés au 25^{ème} et 28^{ème} jour de gestation. Dans nos conditions expérimentales, nous avons retenu le 24^{ème} jour à partir duquel les paramètres se stabilisent (Argente et *al.*, 2008).

Un autre aspect méthodologique concernant la technique d'estimation du nombre des follicules préovulatoires mérite d'être relevé. En effet, deux techniques ont été utilisées (macroscopique et microscopique) afin de vérifier la précision de chacune d'elles, comme rapporté par certains auteurs (Mattaraia et *al.*, 2005). L'écart entre les valeurs des deux techniques obtenu dans nos conditions (+20%, en faveur de la technique macroscopique) est supérieur à celui rapporté par les auteurs cités précédemment.

Les composantes biologiques de la prolificité.....

..... potentialités ovariennes médiocres

Au stade nullipare, *le potentiel ovulatoire* des lapines étudiées est inférieur à celui déterminé sur des femelles de même origine et rapportés par Blibek (2003) et Ferhi (2004) avec des écarts respectifs de 18 et 28%. Ce taux reste faible comparé à celui des femelles de race Néo-zélandaise, de race Californienne et même au taux des femelles issues du croisement entre ces deux races et dont les écarts respectifs sont de 29, 40 et 51% (Hulot et Matheron, 1981 ; Arias-Alvarez et *al.*, 2008). Par ailleurs, la souche 0029 sélectionnée à l'INRA de France pour le critère de viabilité fœtale montre une supériorité du taux d'ovulation de 30% par rapport à la lapine de population locale (Bolet et *al.*, 1996).

Au stade primipare, la comparaison du taux moyen d'ovulation obtenu dans notre étude avec ceux rapportés par différents auteurs paraît difficile en raison du rythme de reproduction pratiqué (extensif dans nos conditions *vs* semi-intensif dans la plupart des études). Cependant, des études réalisées sur des femelles primipares (Feugier et Fortun-Lamothe, 2006) et multipares (Awojobi et Adejumo, 2009) révèlent que le rythme de la saillie n'a pas d'effet sur le taux d'ovulation. Partant des résultats de cette étude, nous constatons que le taux d'ovulation de la lapine locale est tout à fait comparable à celui obtenu par Blibek (2003) chez des femelles de population locale Algérienne et par Kennou et Bettaïb (1990) chez des femelles de population locale Tunisienne avec des taux respectifs de 9,9 et 10,5. Il est toutefois, inférieur à celui des races Néo-Zélandaise (11,5) et Californienne (13,3) et nettement plus bas que celui de la souche INRA 0067 qui atteint 16,4 corps jaunes. Ainsi, à l'exemple de cette dernière souche, l'amélioration génétique peut éventuellement induire un meilleur potentiel d'ovulation chez la lapine locale, tel que suggéré par les travaux menés à l'ITELV en collaboration avec l'INRA France, sur la souche synthétique où un gain d'un lapereau né a été réalisé (Gacem et Bolet, 2005).

L'évolution du potentiel d'ovulation entre les stades nullipare et primipare est estimée à +29% chez la population étudiée. Nos résultats corroborent avec ceux de Hulot et Matheron (1981) relevés chez les races Néo-Zélandaise et Californienne, Bolet et *al.* (1996) sur la souche INRA 0029 et Blibek (2003) sur la population locale Algérienne.

Les différentes valeurs du taux d'ovulation rapportées par notre étude et par la littérature peuvent résulter, selon Hulot et Mariana (1985), de l'importance relative du soutien gonadotrope (LH et FSH), permettant ou non l'ovulation de tous les follicules au moment de l'accouplement. Aussi, il serait envisageable de mesurer l'évolution des hormones gonadotropes autour de la saillie chez les lapines locales, afin d'établir la relation entre le profil hormonal et le taux d'ovulation. A notre connaissance, seuls les profils des hormones progestérone et œstrogènes autour de la saillie ont été étudiés chez la lapine locale (Remas, 2001).

Dans nos conditions expérimentales, *le nombre de follicules préovulatoires* est estimé à 9,8 en moyenne (tout stade et technique confondus). L'écart moyen concernant ce paramètre mesuré entre les deux stades physiologiques (nullipare et primipare) n'est pas significatif (+9%). A notre connaissance, les travaux concernant en général l'ovogénèse et la folliculogénèse chez la lapine sont peu nombreux (Desaive, 1947 ; Teplitz et Ohno, 1963; Peters *et al.*, 1965 ; Kennelly *et al.*, 1970 ; Kranzfelder *et al.*, 1984 ; Mariana *et al.*, 1986) et inexistant pour ceux traitant de l'évolution des réserves folliculaires en fin de gestation et en fonction de la parité. Une étude de l'évolution du nombre total de follicules préovulatoires (huit heures après la saillie) en fonction de la parité, montre que le nombre passe de 6,22 à 6,93 et à 7,33 follicules par ovaire respectivement pour les femelles nullipares, primipares et multipares (3^{ème} et 4^{ème} portée). Une augmentation de 02 follicules préovulatoires pour les deux ovaires est rapportée chez les multipares par rapport aux nullipares et un écart moindre entre les deux premiers stades (nullipares et primipares) (Hulot et Mariana, 1985).

Il est à souligné que chez la lapine, la gestation ne provoque pas l'interruption de la croissance folliculaire, il est donc possible d'observer en plus des corps jaunes des follicules à différents stades sur les ovaires. Le nombre de follicules augmente au fur et à mesure que la gestation se déroule (Adams, 1968). Notons aussi, qu'une vague de croissance folliculaire débute à l'approche de la parturition, au moment où le taux de progestérone diminue (Fortun-Lamothe et Bolet, 1995).

Le poids des ovaires chez les femelles de population locale augmente significativement entre le stade nullipare et primipare (+39%). L'écart enregistré entre les deux stades peut être expliqué par l'effet âge (Gosalvez, 1994) d'une part et l'accroissement du nombre de corps jaunes observé chez les primipares de l'autre part (Rinaldo, 1986).

Les composantes biologiques de la prolificité.....

.....mortalité postimplantatoire faible et préimplantatoire modérée

Nos résultats montrent que les lapines nullipares de population locale présentent un **taux de mortalité embryonnaire** nettement supérieur à celui des femelles de race Néo-Zélandaise (22 vs 6%) et Californienne (22 vs 17%) (Hulot et Matheron, 1981). En revanche, au stade primipare, ce taux est identique à celui de la souche INRA 0067 (Feugier et Fortun-Lamothe, 2006) reproduite selon un rythme extensif (10 vs 9,4%) et à celui de race Neo-Zélandaise (10% vs 11%) saillie à J12 *post partum* (Hulot et Matheron, 1981). Il est cependant inférieur à celui de la Californienne (10 vs 22%) (Hulot et Matheron, 1981) et des femelles de la souche synthétique Espagnole sélectionnée pour la taille de la portée au sevrage (14,2% vs 10%) (Santacreu et *al.*, 1990b), saillies dans les deux cas à 12 jours *post partum*.

Torres (1982) explique que la variabilité de la survie embryonnaire observée dans différentes situations, est à la fois liée au taux d'ovulation, à la qualité des ovocytes libérés au cours de l'ovulation et leur taux de fertilisation. Aussi, l'étalement de l'ovulation dans le temps est considéré comme facteur de variation, il peut donner naissance à des ovocytes fertilisés à différents stades et créer ainsi une compétition entre les ovocytes lors de l'implantation (Blasco et *al.*, 2005).

La survie embryonnaire dépend également du milieu oviductale et utérin. (Bazer et *al.*, 1990 ; Pope et *al.*, 1990 ; Argente et *al.*, 2008). Plusieurs protéines et glycoprotéines sont présents au niveau des sécrétions de l'oviducte et de l'utérus à l'exemple de l'oviductine et l'utéroglobuline qui ont un rôle important sur la survie embryonnaire, car elles sont liées à la capacitation des spermatozoïdes, la fertilisation, le développement des blastocystes et l'implantation des embryons (Beier, 2000 ; Merchàn et *al.*, 2006).

Une diminution de 54% (non significative) du taux de mortalité embryonnaire entre les stades nullipare et primipare est relevée dans nos conditions expérimentales, à l'inverse des travaux rapportés par Hulot et Matheron (1981) qui indiquent une augmentation, passant de 24% à 31% entre le stade nullipare et primipare. Ceci peut être dû au rythme de reproduction adopté : semi-intensif (femelles allaitantes saillies entre 10 à 12 jours *post partum* dans le cas de Hulot et Matheron et femelles saillies après sevrage, dans le cas de

notre expérimentation). Selon Feugier et Fortun-Lamothe (2006) la mortalité embryonnaire diminue lorsque l'intervalle entre la mise bas et la saillie fécondante augmente et les meilleures performances sont obtenues sur des femelles saillies en post sevrage, en relation avec un meilleur statut énergétique et hormonal (Xiccato et *al.*, 2005), car l'allaitement est considéré comme un facteur défavorable pour le déroulement d'une nouvelle gestation simultanée (Fortun-Lamothe et Bolet, 1995 ; Theau-Clément et Roustan, 1992).

Dans notre étude, le taux de mortalité post implantatoire mesuré au 24^{ème} jour de la gestation avoisine 2,5% en moyenne entre les deux parités. Ce taux est nettement plus faible que celui mesuré chez les races Neo-Zélandaise et Californienne (6,5% en moyenne), au 12^{ème} jour de la gestation (Hulot et Matheron, 1981). Les pertes d'embryons enregistrées après l'implantation semblent liées au développement des placentas (Torres, 1982 ; Argente et *al.*, 2003), lui-même influencé par la disponibilité de l'espace vital, la position du fœtus dans la corne utérine (Lebas, 1982 ; Vallet et Christenson, 1993) et à la vascularisation de l'utérus (Mocé et *al.*, 2004). Le déficit énergétique engendré par la lactation semble aussi être impliqué dans la mortalité postimplantatoire chez la lapine. La mortalité tardive augmente chez les femelles allaitantes par rapport aux non allaitantes (3,9 vs 13,9%) au cours de la deuxième moitié de la gestation. Ceci serait lié probablement à une balance énergétique négative durant cette période qui coïncide avec le pic de la lactation (Parigi-Bini et *al.*, 1990 ; Fortun et *al.*, 1993 ; Fortun-Lamothe, 1998).

Prolificité de la lapine locale.....

..... Faible implantation embryonnaire

Le nombre d'embryons implantés chez les lapines nullipares étudiées est de 5,5. Ce dernier est, toutefois, inférieur à celui rapporté par Hulot et Matheron (1981) chez les femelles de race Neo-Zélandaise et Californienne (+38% en moyenne), et à celui de la souche INRA 0029 sélectionnée pour la viabilité fœtale (31%) (Bolet et *al.*, 1996). De telles différences peuvent s'expliquer par le nombre d'ovocytes anormaux, la viabilité des embryons et la qualité du milieu utérin (Fechneimer et Beatty, 1974 ; Torres et *al.*, 1987).

Toutefois, au stade primipare, le nombre d'embryons implantés chez la lapine de population locale se rapproche de celui des races Neo-Zélandaise et Californienne (8,7 vs 9,7). Les souches sélectionnées à l'INRA France (0029 et croisement A2066 X A1077)

présentent un écart de + 19% (Bolet et *al.*, 1996 ; Forthun-Lamothe et Gidenne, 2000), par rapport aux lapines de population locale.

Notons également, que dans nos conditions expérimentales, le nombre d'embryons implantés évolue d'une manière significative entre les stades nullipare et primipare (+37% ; $p < 0,001$), corroborant avec les résultats de Hulot et Matheron (1981) et Bolet et *al.* (1996). L'augmentation du nombre d'embryons implantés entre le stade nullipares et primipares peut résulter, d'un meilleur taux d'ovulation et de développement corporel observé chez les primipares (Hulot et Matheron, 1981 ; Bolet et *al.*, 1996).

Dans nos conditions expérimentales, la longueur de la corne utérine vide et le nombre d'embryons implantés sont fortement liés ($R = 0,50$ et $0,80$ respectivement pour les femelles nullipares et primipares) indiquant que l'augmentation de la longueur de la corne utérine est accompagnée d'une augmentation de nombre d'embryons implantés. La relation entre la longueur de la corne utérine et le nombre d'embryons implantés a été mise en évidence chez la truie (Wu et *al.*, 1987) et chez le lapin (Argente et *al.*, 2006).

Nos résultats suggèrent, par ailleurs, que l'amélioration génétique afin d'augmenter la capacité utérine, paraît possible chez les lapines de population locale comme une voie indirecte pour améliorer la taille de portée.

Développement fœtal.....

.....Position oviductale privilégiée

Le poids moyen des fœtus à J24 de la gestation chez les femelles des deux parités semble être lié à leurs positions au niveau de la corne utérine. En effet, les fœtus en position intermédiaire sont les plus légers par rapport à ceux des autres positions. L'écart entre les poids des fœtus les plus lourds et les plus légers est estimé à 20,7% chez les primipares et 12% chez les nullipares. Quelque soit la parité, cet écart est supérieur à celui mesuré par Argente et *al.* (2003) qui trouvent que les fœtus les plus légers sont localisés au niveau de la position médiane et leurs poids est de 7% moins par rapport à ceux de la position cervicale ou oviductale. De tels résultats sont probablement liés à une réduction de l'espace vital au niveau de la position médiane, où les flancs des fœtus poussent l'un contre l'autre sur les deux côtés,

d'autant plus que cette réduction dans l'espace vital limite le développement des placentas maternels et par conséquent le développement foetal (Argente et *al.*, 2003).

Par contre, les fœtus les plus lourds ont été retrouvés dans la position proche de l'oviducte suivis par ceux de la position cervicale. Plusieurs auteurs ont mentionné que les fœtus qui s'implantent près de l'extrémité ovarienne bénéficient d'un meilleur poids chez la lapine (Duncan, 1969 ; Bruce et Abdul-Karim, 1973 ; Lebas, 1982 ; Santacreu et *al.*, 1994 ; Palos et *al.*, 1996 ; Poigner et *al.*, 2000 ; Argente et *al.*, 2003 ; Argente et *al.*, 2008), chez la souris (McLaren, 1965) et la truie (Wise et *al.*, 1997) . En effet, ces auteurs mentionnent qu'à cette localisation, la compétition pour l'implantation entre les embryons est faible et le flux sanguin est meilleur permettant ainsi un meilleur développement des placentas.

Le développement du placenta foetal semble être influencé par la position *in utero* chez les femelles des deux parités. Les fœtus vivants situés aux extrémités de la corne ont le placenta foetal le plus élevé, en particulier ceux situés au niveau de la position oviductale lié probablement à une meilleure vascularisation et un grand espace à ces endroits (Duncan, 1969 ; Santacreu et *al.*, 1994 ; Argente et *al.*, 2003).

Cependant, le poids du placenta maternel ne présente aucune variation en fonction des positions étudiées, probablement en relation avec le rythme de croissance des placentas maternel et foetal. En effet, après l'implantation, le placenta maternel se développe le premier pour atteindre son poids maximal vers le 16^{ème} jour de la gestation, par contre, le placenta foetal est visible seulement vers le 10^{ème} jour, et son poids continue à croître au cours de la gestation parallèlement à l'augmentation du poids foetal (Lebas, 2009). Ceci explique les corrélations moyennes mais positives retrouvées entre le poids du fœtus et celui de son placenta foetal pour les femelles des deux parités à l'inverse des corrélations entre le poids du fœtus et le poids de son placenta maternel qui étaient d'une part faible et positive pour les nullipares et faible et négative pour les femelles primipares. Une relation négative entre le poids de fœtus et celui de son placenta maternel s'expliquerait par l'augmentation du nombre d'embryons implantés observé chez les primipares par rapport aux nullipares. En effet, l'augmentation du nombre d'embryons implantés est associée à une réduction du poids placentaire chez la lapine (Argente et *al.*, 2003) et chez la truie (Christenson, 1993 ; Biensen et *al.*, 1998, Vallet et *al.*, 2002), elle même liée à la diminution de la vascularisation et à la disponibilité d'espace utérin.

L'espace vital estimé à J24 de la gestation chez les femelles de population locale au stade primipare est fortement influencé par la position *in utero*. Cependant, au stade nullipare la variation de l'espace vital entre les fœtus qui s'implantent près de l'extrémité ovarienne ou cervicale est moindre. En revanche, les fœtus de la position intermédiaire ont toujours l'espace vital le plus faible comparé à celui des autres positions quelque soit la parité de la femelle. Ces résultats sont en accord avec ceux enregistrés par plusieurs auteurs et qui indiquent que les fœtus qui s'implantent au niveau de la position intermédiaire ont l'espace le plus faible lié probablement à une très grande compétition entre les placentas maternels pour l'espace disponible à cet endroit d'une part et à une faible irrigation de l'autre part (Duncan, 1969 ; Bruce et Abdul-Karim, 1973 ; Argente et *al.*, 2003).

Chez la lapine locale, la taille du fœtus à J24 de la gestation, estimée par la longueur entre le sommet de la tête et la croupe, montre que les fœtus implantés aux extrémités de la corne ont une grande taille par rapport à ceux de la position médiane. Ceci est probablement lié à un grand espace vital et à une moindre compétition entre les placentas maternels à cet endroit. Cependant, au 18^{ème} jour de la gestation, Argente et *al.* (2006, 2008) montrent que les fœtus en position cervicale ont un poids plus élevé par rapport à ceux situés en position médiane et oviductale chez des lapines sélectionnées sur la capacité utérine.

Développement fœtal maximal.....

.....Vascularisation maximale

Le poids fœtal chez les lapines de population locale varie significativement entre les différentes classes de vaisseaux sanguins considérées. En effet, les fœtus recevant un nombre élevé de vaisseaux sanguins (>05) ont un meilleur poids au 24^{ème} jour de la gestation comparés à ceux recevant un nombre de vaisseaux sanguins moyen (entre 04 et 05) ou faible (moins de 04). Ainsi, les fœtus les plus irrigués présentent les poids les plus élevés (R = 0,86 pour les nullipares et 0,59 pour les primipares). De tels résultats sont également rapportés chez la lapine au 18^{ème} jour de gestation par Argente et *al.* (2008) et au 28^{ème} jour par Bruce et Abdul-Karim (1973) et Mocé et *al.* (2004). Chez la souris en fin de gestation, Wirth-Dzieciolska (1987) constate le même effet. L'augmentation de l'irrigation au niveau des sites d'implantation est associée à l'augmentation de l'apport en nutriments traduisant une meilleure croissance des fœtus (Szendro et Maertens, 2001).

Les fœtus vivants recevant plus de 05 vaisseaux sanguins présentent le placenta fœtal le plus lourd contrairement à ceux recevant moins de vaisseaux sanguins, avec des écarts très significatifs et ce quelque soit la parité. Cependant, le poids du placenta fœtal évolue peu chez les lapines nullipares ou pas chez les lapines primipares, en fonction des différentes classes considérées. Des résultats similaires sont rapportés par Mocé et *al.* (2004) et indiquent que le nombre de vaisseaux sanguins aboutissant au niveau de chaque site d'implantation affecte le poids de placenta fœtal mais pas celui du placenta maternel au 28^{ème} jour de gestation. Cependant, Argente et *al.* (2003) observent un léger effet de la vascularisation sur le poids du placenta maternel chez la lapine au 25^{ème} jour de gestation.

Dans nos conditions expérimentales, l'augmentation de l'espace vital est associée à celle du nombre de vaisseaux sanguins et ce quelque soit la parité de la femelle. Argente et *al.* (2008) suggèrent qu'un meilleur espace disponible permet une meilleure vascularisation des sites d'implantation.

L'augmentation du nombre de vaisseaux sanguins irrigant les sites d'implantation est associée à un meilleur développement fœtal, reflétée par une augmentation de la taille du fœtus. En effet, les fœtus recevant plus de 05 vaisseaux sanguins présentent la plus grande longueur entre le sommet de la tête et la croupe.

Développement fœtal.....

.....Pas de différence de poids entre parité

Les résultats de notre expérience montrent que le poids fœtal estimé au 24^{ème} jour de la gestation ne varie pas entre le stade nullipare et primipare. Ceci pourrait être lié au rythme de croissance fœtale et au choix de la date d'abattage (J24) des femelles. En effet, la croissance fœtale n'est accélérée qu'en fin de gestation (Lebas, 2009) et pourrait dévoiler une différence entre les poids des fœtus en fonction de la parité.

***Conclusion et
recommandations***

L'exploitation de la lapine de population locale peut constituer une alternative pour promouvoir le développement de l'activité cunicole mais cela nécessite au préalable une bonne connaissance de ces performances. Dans cette étude, nous avons mesuré la prolificité et ses principales composantes biologiques chez la lapine de population locale ainsi que les facteurs de variation du poids fœtal au cours des deux premières parités.

A l'issue des résultats de cet essai, nous pouvons conclure que :

Le potentiel ovulatoire chez la lapine de population locale augmente entre le stade nullipare et primipare, cependant il reste faible comparé à celui des races sélectionnées. La **mortalité préimplantatoire** au stade primipare est tantôt similaire, tantôt différente de celles rapportées par certains auteurs chez des animaux de différentes origines. En revanche, la **mortalité post implantatoire** est faible chez les femelles des deux parités en comparaison particulièrement aux lapines de souches sélectionnées. Le **nombre d'embryons implantés**, mesuré dans nos conditions, reste toutefois inférieur par rapport aux données rencontrées dans la littérature toute race et souche confondues.

Le poids de fœtus au 24^{ème} jour de la gestation semble être lié à sa position au niveau de la corne utérine. Les fœtus implantés près de l'extrémité ovarienne bénéficient d'un meilleur poids contrairement à ceux implantés au milieu de la corne utérine.

De même **l'espace vital, le poids du placenta fœtal et la taille de fœtus** sont liés à la position au niveau de la corne utérine, les meilleures performances ont été retrouvées pour les fœtus implantés près de l'extrémité ovarienne. Par ailleurs, **le poids du placenta maternel** ne varie pas quelque soit la position considérée.

La vascularisation fœtale, estimée par le comptage des vaisseaux sanguins arrivant au niveau de chaque site d'implantation du fœtus vivant montre que les fœtus recevant un nombre élevé de vaisseaux sanguins présentaient les meilleures performances (poids, taille, espace vital et poids de placenta fœtal) avec des écarts très significatifs par rapport à ceux recevant moins de vaisseaux sanguins. Par ailleurs, aucune variation du poids du placenta maternel chez les femelles primipares n'a été mise en évidence pour les trois classes de

vaisseaux sanguins considérées (moins de 4 vaisseaux sanguins, entre 4 et 5 et plus de 5 vaisseaux). Cependant, chez les femelles nullipares, le poids de placenta maternel des fœtus recevant plus de 5 vaisseaux sanguins sont significativement plus élevés que ceux des fœtus dont la vascularisation est assurée avec moins de 4 vaisseaux sanguins. Enfin, aucune variation significative entre le poids des fœtus issus des femelles nullipares et primipares n'a été montrée entre ces deux stades.

En définitif, la plupart des composantes de la prolificité chez la lapine locale mesurées dans nos conditions expérimentales sont considérées comme insuffisantes par rapport aux races et aux souches étrangères.

Ce travail constitue une étude préliminaire pour caractériser les performances de reproduction de la lapine locale. Les conclusions auxquelles nous avons abouti, nous amènent à l'identification de plusieurs axes de recherche. A ce propos, plusieurs paramètres importants seraient à développer :

Une étude complémentaire, sur un grand effectif et sur plusieurs parités, serait intéressante à mettre en place pour connaître l'origine des faibles performances de reproduction liées à la prolificité et à ses composantes biologiques, notamment sur le taux d'ovulation en utilisant des méthodes d'étude non invasives à l'exemple de la cœlioscopie qui permet de mesurer le taux d'ovulation et d'implantation tout en gardant l'animal en vie.

L'application des techniques de biotechnologie (insémination artificielle et synchronisation des chaleurs) semble nécessaire pour élucider certains aspects en relation avec la variabilité individuelle et optimiser la reproduction des lapines locales.

Les résultats de cette étude et l'ensemble des données bibliographiques confirment les faibles performances de reproduction des femelles locales notamment leur prolificité. Il convient donc d'améliorer leurs performances en agissant sur le plan génétique. Le croisement avec d'autres races sélectionnées peut être une solution.

Dans cette optique, une sélection génétique a été réalisée au niveau de l'Institut Technique des Elevages de Baba Ali consistant en la création d'une souche synthétique par le croisement des femelles de population locale avec les mâles de la souche INRA 2666 (Gacem et Bolet, 2005). Ce croisement a permis d'améliorer la taille de portée à la naissance (+1 lapereau) et le poids de lapereau au sevrage (+175 g) laissant entrevoir d'autres perspectives.

Références bibliographiques

A

- Adams C.E., 1960. Studies on prenatal mortality in the rabbit, *Oryctolagus cuniculus*: the amount and distribution of loss before and after implantation. *J. Endocrinol.* 19, 325–344.
- Adams C.E., 1968. Ovarian response to HCG and egg transport in the pregnant and post-parturient rabbit. *Endocrinology.* 40, 101-105.
- AFC et ITAVI, 1998. Mémento de l'éleveur des lapins, numéro hors série de la revue « *Cuniculture* » Mars/Avril 1988, 7^{ème} édition.
- Afifi E.A., 2002. The Gabali rabbits (Egypt). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 51-64.
- Akpo Y., Kpodekon T.M., Tanimomo E., Djago A.Y., Youssao A.K.I., Coudert P., 2008. Evaluation of the reproductive performance of a local population of rabbits in south Benin. *9th World Rabbit Congress*. Verona, Italy, June 10-13, 29-34.
- Argente M.J., Sanchez M.J., Santacreu M.A., Blasco A., 1996. Genetic parameters of birth weight and weaning weight in ovariectomised and intact rabbit does. *6th World Rabbit Congress*, Toulouse, (2), 237-240.
- Argente M.J., Santacreu M.A., Climent A., Blasco A., 2003. Relationships between uterine and fetal traits in rabbit selected on uterine capacity. *J. Anim. Sci.* 2003, 81: 1265-1273.
- Argente M.J., Santacreu M.A., Climent A., Blasco A., 2006. Influence of available uterine space per fetus on fetal development and prenatal survival in rabbits selected for uterine capacity. *Livestock Science.* 102 (2006) 83– 91.
- Argente M.J., Santacreu M.A., Climent A., Blasco A., 2008. Effect of intra uterine crowding on available uterine space per fetus in rabbits. *Livestock Science.* 114 (2008), 211-219.
- Arias-Alvarez M., Garcia-Garcia R.M., Revuelta L., Cuadrado M., Mollan P., Nicodemus N., Rebollar P.G., Lorenzo L., 2008. Short term effects of different diets on ovarian function and oocyte maturation of rabbit nulliparous does. *9th World Rabbit Congress*. Verona, Italy, June 10-13, 279-284.
- Armero E., Baselga M., Cire J., 1995. Selecting litter size in rabbits: Analysis of different strategies. *World Rabbit Science*, 3 (4), 179-186.

Awojobi H.A., Adejumo D.O., 2009. Reproduction study on doe rabbits Re-Bred at three postpartum re-mating time-periods in a tropical environment. *World Journal of Zoology* 4 (1): 14-18, 2009.

B

Barkok A., Jaouzi T., 2002. The Zemmouri rabbits (Morocco). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 175-185.

Baselga M., 2002a. Line A (Spain). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 221-230.

Baselga M., 2002b. Line V (Spain). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 231-241.

Bazer F.W., Terqui M., Martinat-Botte F., 1990. Physiological Limits to Reproduction. *Proceedings of the 4th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Edinburgh, UK, Vol. 16, pp. 292–298.

Beier H.M., 2000. The discovery of uteroglobin and its significance for reproductive biology and endocrinology. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 923, 9–24.

Belhadi S., 2004. Characterization of local rabbit performance. *8th World Rabbit Congress*. Puebla (Mexico), September, 2004, 218-223.

Bencheikh N., 1995. Effet de la fréquence de collecte de la semence sur les caractéristiques du sperme et des spermatozoïdes récoltés chez le lapin. *Ann. Zootech.* 1995, 44, 263-279.

Ben Hamouda M., Kennou S., 1990. Croisement de lapins locaux avec la souche Hyla: résultats des performances de reproduction et de croissance en première génération. *Options Méditerranéenne*. Série séminaires. N°8-1990 : 103-108.

Berchiche M., Zerrouki N., 2000. Reproduction de femelles de population locale: Essai d'évaluation de quelques paramètres en élevage rationnel. *3^{èmes} Journées de Recherche sur les Productions Animales : « Conduite et performance de l'élevage »* Tizi-Ouzou. 13, 14, 15 Novembre, 285-291.

Berchiche M., Kadi S.A., Lounaouci G., 2000a. Elevage rationnel du lapin de population locale : Alimentation, croissance et rendement à l'abattage. *3^{èmes} Journées de Recherche sur les Productions Animales : « Conduite et performance de l'élevage »* Tizi-Ouzou. 13, 14, 15 Novembre, 293-298.

- Berchiche M., Zerrouki N., Lebas F., 2000b. Reproduction performances of local Algerian does raised in rational conditions. *7th World Rabbit Congress*, Valencia, 4-7 juillet 2000, *World Rabbit Science*, 8 (supp. 1) B43-49.
- Berchiche M., Kadi S.A., 2002. The Kabyle rabbits (Algeria). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 11-20.
- Berepubo N.A., Nodu M.B., Monsi A., Amadi E.N., 1993. Reproductive response of pre pubertal female rabbit to photoperiod and/or male presence. *World Rabbit Science*, 1993. 1(2), 83-87.
- Bidanel P.J., 1998. Nouvelles perspectives d'amélioration génétique de la prolificité des truies. *INRA. Prod. Anim.*, 11, 219-221.
- Biensen N.J., Wilson M.E., Ford S.P., 1998. The impact of either a Meishan or Yorkshire uterus on Meishan or Yorkshire fetal and placental development to days 70, 90, and 110 of gestation. *J. Anim. Sci.* 76:2169-2176.
- Blasco A., Ortega J.A., Climent A., Santacreu M.A., 2005. Divergent selection for uterine capacity in rabbits. I. Genetic parameters and response to selection. *J. Anim. Sci.*, 2005. 83: 2297-2302.
- Blibek, 2003. Etudes des composantes biologiques de la lapine locale. Projet de fin d'étude, Faculté de Biologie et Agro-Vétérinaire, Université de Blida, 82p.
- Bodnar K., Torok I., Hejel P., Bodnar E., 1996. Preliminary study on the effect of ejaculation frequency on some characteristics of rabbit semen. *6th World Rabbit Congress*, Toulouse, 1996, 41-44.
- Boiti C., 2004. Underlying physiological mechanisms controlling the reproductive axis of rabbit does. *8th World Rabbit Congress*. Puebla (Mexico), September, 2004, 186-206.
- Boiti C., Galeati G., Maranesi M., Lilli L., Brecchia G., Dall'aglio C., Mercati F., Gobetti A., Zerani M., 2008. Pituitary gonadotropines and receptors for estrogen and GnRH in fasted does. *9th World Rabbit Congress*. Verona, Italy, June 10-13, 285-290.
- Bolet G., Garcia-Ximenez F., Vicente J.S., 1992. Criteria and methodology used to characterize reproductive abilities of pure and crossbred rabbits in comparative studies. *Option Méditerranéennes*, série séminaires- N°17. 1992: 95-104.
- Bolet G., Santacreu M.A., Argente M.J., Climent A., Blasco A., 1994. Divergent selection for uterine efficiency in unilaterally ovariectomized rabbits. I. Phenotypic and genetic parameters, *5th World Rabbit Congress on Genetic Applied to livestock Production*, Guelph, 1994.vol 19, 261.

- Bolet G., Esparbié J., Falières J., 1996. Relations entre le nombre de fœtus par corne utérine, la taille de portée à la naissance et la croissance pondérale des lapereaux. *Ann. Zootech.* (1996) 45, 185-200.
- Bolet G., 1998. Problèmes liés à l'accroissement de la productivité chez la lapine reproductrice. *INRA. Prod. Anim.*, 11, 235-238.
- Bolet G., Brun J.M., Lechevestrier S., Lopez M., Boucher S., 2001. Evaluation des performances de reproduction de 8 races de lapins dans 3 élevages expérimentaux. *9^{ème} Journées de la Recherche Cunicole*, Paris, France, 28-29 Novembre 2001, 213-216.
- Bolet G., 2002a. Fauve de Bourgogne (France). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 85-92.
- Bolet G., 2002b. Strain INRA 2066 (France). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 109-116.
- Bolet G., 2002c. Argente de Champagne (France). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 93-100.
- Bolet G., 2002d. Flemish Giant (France). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 101-107.
- Bolet G., Brun J.M., Lechevestrier S., Lopez M., Boucher S., 2004. Evaluation of the reproductive performance of eight rabbits breeds on experimental farms, *Anim. Res.* 53 (2004) 59-65.
- Bonnes G., Desclaude J., Drogoul C., Gadoud R., Jussiau R., Le Loc'h A., Montmeas L., Gisele R., 2005. Reproduction des animaux d'élevage. 2^{ème} édition, Edition: Educagri, 407p.
- Boumahdi Z., Belabbas R., Theau-Clément M., Bolet G., Brown P., Kaidi R., 2009. Behavior at birth and anatomo-histological changes studies of uteri and ovaries in the post partum phase in rabbits. *European Journal of Scientific Research*. Vol.34 N° 4 (2009), pp.474-484
- Boussit D., 1989. Reproduction et insémination artificielle en cuniculture. Edition Association Française de cuniculture. 233p.
- Bouvier A.C., Jacquinet C., 2008. Pheromone in rabbit: Preliminary technical results on farm use in France. *9th World Rabbit Congress*. Verona, Italy, June 10-13, 303-308.

- Bouzekraoui A., 2002. The Tadla rabbits (Morocco). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 165-174.
- Brecchia G., Bananno A., Galeatic G., Dallaglio C., Di Grigoli A., Parrillof A., Boiti C., 2004. Effects of short and long term fasting on the ovarian ascis and reproductive performance of rabbit does. *8th World Rabbit Congress*. Puebla (Mexico), September, 2004, 231-237.
- Bruce N.W., Abdul-Karim R.W., 1973. Relationships between fetal weight, placental weight and maternal placental circulation in the rabbit at different stages of gestation. *J. Reprod. Fertil.* 32, 15–24.
- Bunaciu P., Cimpeanu I., Bunaciu M., 1996. Mating frequency effect on spermatogenesis and performance of breeding rabbits. *6th World Rabbi Congress*, Toulouse, 1996, 51-54.

C

- Chaou T., 2006. Etude des paramètres zootechniques et génétiques d'une lignée paternelle sélectionnée mise en place en G0 et sa descendance, du lapin local « *Oryctolagus Cuniculus* ». Mémoire de Magistère, Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire, 102p.
- Chavatte-Palmer P., Laigre P., Simonoff E., Challah M., Chesne P., Renard J.P., 2005. Caractérisation de la croissance *in utéro* par échographie chez la lapine. *11^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 29-30 novembre 2005, Paris, 83-86.
- Christenson, R. K., 1993. Ovulation rate and embryonic survival in Chinese Meishan and White crossbred pigs. *J. Anim. Sci.* 71:3060–3066.

D

- Desaive P., 1947. Contribution à l'étude du mécanisme de l'évolution et de l'involution folliculaire dans l'ovaire de lapine adulte. *Arch Biol*, 58, 332-446.
- Djellal F., Mouhous A., Kadi S.A., 2006. Performances de l'élevage fermier du lapin dans la région de Tizi-Ouzou, Algérie. *Livestock Reseach for Rural Developpment*, 18 (7) 2006.
- Duncan S.L.B., 1969. The partition of uterine blood flow in the pregnant rabbit. *J. Physiol.* 204, 421–433.

E

Eiben C.S., Kustos K., Kenessey A., Virag G.Y., Szendro Z.S., 2001. Effect of different feed restrictions during rearing on reproduction performance in rabbit does. *World Rabbit Science*, 2001, vol 9 (1), 9-14.

F

Farghaly H.M., 1996. Analysis of incidence of pre and post mature gestations in rabbit populations. *6th World Rabbit Congress*, Toulouse, 2. 273-277.

Fayez M., Rashwan A., 2003. Rabbits behaviour under modern commercial production conditions. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 46 (2003) 4, 357-376.

Fayos L., Climent A., Santacreu M.A., Gallego M., Molina I., Blasco A., 1994. Taux de fertilisation et développement embryonnaire dans deux lignées de lapin sélectionnées de façon divergente pour l'efficacité utérine : premier résultats. *6^{èmes} Journées de Recherche Cunicole*, la Rochelle, France. 211-213.

Fechneimer N.S., Beatty R.A., 1974. Chromosomal abnormalities and sex ratio in rabbit blastocyst. *J. Reprod. Fertil.* 37:331.

Ferhi C., 2004. Histologie comparée du tractus génital de lapines de population locale normale et traitées à la PMSG : Mise en évidence de particularités au niveau du nombre de pontes ovulatoires et du nombre de nidation. Mémoire de Magistère en biologie et physiologie animale USTHB, 96p.

Feugier A., Fortun-Lamothe L., Fuin H., 2005. Réduction du rythme de reproduction et la durée de la lactation améliore l'état corporel et la fertilité des lapines. *11^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 29-30 Novembre, 2005, Paris, 107-110.

Feugier A., Fortun-Lamothe L., 2006. Extensive reproductive rhythm and early weaning improve body condition and fertility of rabbit does. *Anim. Res.* 55 (2006) 459-470.

Fortun-Lamothe L., Prunier A., Lebas F., 1993. Effects of lactation on foetal survival and development in rabbit does mated shortly after parturition. *J. Anim. Sci.*, (1993), 71, 1882-1886.

Fortun L., Prunier A., Etienne M., Lebas F., 1994. Influence of the nutritional deficit on fetal survival and growth and plasma metabolites in rabbit does. *Reprod. Nutri. Dev.*, 34, 201-211.

Fortun- Lamothe L., Bolet G., 1995. Les effets de la lactation sur les performances de reproduction chez la lapine. *INRA. Prod. Anim.* 1995, 8(1), 49-56.

- Fortun-Lamothe L., 1998. Effets de la lactation, du bilan énergétique et du rythme de reproduction sur les performances de reproduction chez la lapine primipare. 7^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, France, Lyon, 257-260.
- Fortun-Lamothe L., Gidenne T., 2000. The effects of size of suckled litter on intake behaviour, performance and health status of young and reproducing rabbits. *Ann. Zootech.* 49 (2000) 517–529.
- Fortun-Lamothe L., Powers S., Collet A., Read K., Mariana J.C., 2000. Effects of concurrent pregnancy and lactation in rabbit does on the growth of follicles in daughters ovaries. *World Rabbit Science*, 2000, Vol 8(1), 33-40.
- Fortun-Lamothe L., 2006. Energy balance and reproductive performance in rabbit does. *Anim. Reprod. Sci.* 93(2006), 1-15.

G

- Gabery, 1992. Les lapins : races-soins-élevage. Ed : Rustica. Paris.
- Gacem M., Lebas F., 2000. Rabbit husbandry in Algeria. Technical structure and evaluation of performances. 7th World Rabbit Congress, 4-7 July 2000, 69-80.
- Gacem M., Bolet G., 2005. Création d'une lignée issue du croisement entre une population locale et une souche européenne. 11^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, 29-30 Novembre, Paris, 15-18.
- Gallouin F., 1981. Mécanismes physiologiques de la reproduction. Etat endocrinien de la lapine après l'ovulation. *Cuniculture*, 8 (6), 294-297.
- Gayrard V., 2007. Physiologie de la reproduction des mammifères. Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, septembre, 2007. 198p.
- Giannetti R., 1984. L'élevage rentable du lapin. Edition : Vecchi, 191p.
- Gomez E.A., Rafel O., Ramon J., 2002a. The Caldes Strain (Spain). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 193-198.
- Gomez E.A., Rafel O., Ramon J., 2002b. The Prat Strain (Spain). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 199-208.
- Gonzalez M.J., 2004. Maternal behavior in rabbit: regulation by hormonal and sensory factors. 8th World Rabbit Congress. Puebla (Mexico), September, 2004, 1218-1228.

Gosalvez L.F., Alvarino J.M.R., Diaz P., Tor M., 1994. Influence of age, stimulation by PMSG or flushing on the ovarian response to LHRHa in young rabbit females. *World Rabbit science*, 2 (2), 41-45.

H

Hajj E., Boutros C., Abi Samra J., 2002. The Baladi rabbits (Liban). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 153-161.

Hamilton H.H., Lukefahr S.D., McNitt J.I., 1997. Maternal nest quality and its influence on litter survival and weaning performance in commercial rabbits. *J. Anim. Sci.*, 75. 926-933.

Hawk H.W., 1982. Effect of acetylcholine, prostaglandins F2a and estradiol on number of sperm in the reproductive tract of inseminated rabbit. *J. Anim. Sc.*, 55(4), 891-900.

Hould R., 1984. Techniques d'histopathologie et de cytopathologie. Décarie édition. Montréal. 385p.

Hulot F., Matheron G., 1981. Effet du génotype, de l'âge et de la saison sur les composantes de la reproduction chez la lapine. *Ann. Génét. Sél. Anim.* 13, 131-150.

Hulot F., Mariana J.C., Lebas F., 1982. L'établissement de la puberté chez la lapine (Folliculogénèse et ovulation). Effet du rationnement alimentaire. *Reprod. Nutri. Dévelop.*, 1982, 22 (3), 439-453.

Hulot F., Mariana J.C., 1985. Effet du génotype, de l'âge et de la saison sur les follicules préovulatoires de la lapine 8 heures après la saillie. *Reprod. Nutri. Dévelop.*, 1985, 25 (1A), 17-32.

I

Ibanez N., Santacreu M.A., Martinez M., Climent A., Blasco A., 2006. Selection for ovulation rate in rabbits, *Livestock Science* 101 (2006), 126-133.

INRAP., 1988. Reproduction des mammifères d'élevage. Collection INRAP. Edition: Foucher, Paris 1988, 239p.

J

- Joan Y., Landis Keyes P., Richard C., 1980. Comparison of serum Progesterone, 20 α -Dihydroprogesterone and Estradiol-17 β in pregnant and pseudopregnant rabbits: evidence for posimplantation recognition of pregnancy. *Biology of reproduction*, 23, 1014-1019.
- Johnson M.H., Barry J., 2002. Reproduction. Sciences Médicales série Pasteur. Edition: DE BOEK université. 298p.

K

- Kamawanja L.A., Hauser E.R., 1983. The influence of photoperiod on the onset puberty in the female rabbit. *J. Anim. Sci.*, 56 (6), 1370-1375.
- Kennelly J.J., Foote R.H., 1965. Superovulatory Response of Pre- and Post-Pubertal Rabbits to Commercially Available Gonadotrophins. *J Reprod Fertil* 9, 177-188.
- Kennou S., Bettaib S., 1990. Etude de la prolificité et ses composantes des lapines locales tunisiennes. *Options Méditerranéennes - Série Séminaires – N° 8 - 1990: 97-101.*
- Khalil M.H., 2002a. The Baladi rabbits (Egypt). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 37-50.
- Khalil M.H., 2002b. The Giza White rabbits (Egypt). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 23-36.
- Kohel P.E., 1994. Etude comparative d'élevage cunicole à hautes et faibles performances. *6^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, La Rochelle, 6-7 Décembre, Vol, 481-485.
- Kranzfelder D., Korr H., Mestwerdt W., Maurer-Schultze B., 1984. Follicle growth in the ovary of the rabbit after ovulation-inducing application of human chorionic gonadotropin. *Cell Tissue Res* 238, 611-620.

L

- Laborda P., Mocé M.L., Climent A., Blasco A., Santacreu M.A., 2008. Selection for ovulation rate in rabbits: correlated response on litter size and its components. *9th World Rabbit Congress*. Verona, Italy, June 10-13, 149-152.
- Lazzaroni C., Andrione A., Luzi F., Zecchini M., 1999. Performances de reproduction du lapin Gris de Carmagnola : influence de la saison et de l'âge des lapereaux au sevrage. *8^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, Paris, 1999, 151-154.

- Lazzaroni C., 2002. The Carmagnola Grey rabbit (Italy). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 141-150.
- Lebas F., 1982. Influence de la position *in utero* sur le développement corporel des lapereaux. *3^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 8-9 Décembre 1982, Paris, 161-166.
- Lebas F., Marionnet D., Hennaf P., 1991. La production du lapin, Technologie et documentation, LAVOISIER (3^{èmes} édition), 260p.
- Lebas F., 1994. Physiologie de la reproduction chez la lapine. Journée. AERA-ASFC « la reproduction chez le lapin » 20 janvier 1994. 2-11.
- Lebas F., Coudert P., De Rochambeau H., Thebault R., 1996. Le lapin, élevage et pathologie. FAO. Edition : Rome, 227p.
- Lebas F., 2009. Cuniculture, biologie du lapin. www.cuniculture.info (accès le 16/08/2009).
- Lorenzo P.L., Rebollar P.G., Illera M.J., Illera J.C., Illera M., Alvarino J.M.R., 1996. Characterization of rabbit follicular oocytes and their ability to mature in vitro. *Arch. Zootec.* 45, 25–35.
- Lopez M., Sierra I., 2002. The Gigante de Espana Breed (Spain). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 209-220.
- Lukefahr S., Hohenboken W.D., Cheeke P.R., Patton N.M., 1983. Characterization of straightbred and crossbred rabbits for milk production and associative traits. *J. Anim. Sci.*, 57, 1100-1107.

M

- Mariana J.C., Hulot F., Poujardieu B., 1986. Croissance comparée des follicules ovariens dans deux souches de lapin, *4^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, Paris (France), Communication n°20, 12p.
- Marongiu M.L., Gulinati A., 2008a. Ultra sound evaluation of ovarian follicular dynamics during early pseudopregnancy as a tool to inquire into the High progesterone (P⁺) syndrome of rabbit does. *9th World Rabbit Congress*. Verona, Italy, June 10-13, 393-398.
- Marongiu M.L., Gulinati A., 2008b. Opioid inhibition of the pulsatile luteinizing hormone release as assessed by naloxone treatment in lactating rabbit. *9th World Rabbit Congress*. Verona, Italy, June 10-13, 387-392.

- Mattaraia V.G.M., Bianospino E., Fernandes S., Vasconcellos J.L.M., Moura A.S.A., 2005. Reproductive responses of rabbit do to a supplemental lighting program. *Livest. Prod. Sci.*, 94 (2005), 179-187.
- Mccorkell R., Woodbury M., Adams G.P., 2006. Ovarian follicular and luteal dynamics in wapiti during estrous cycle. *Theriogenology*, 65, 540-556.
- McLaren A., 1965. Genetic and environmental effects on fetal and placental growth in mice. *J. Reprod. Fertil.* 9:79–88.
- Merchàn M., Peiró R., Argente M.J., García M.L., Agea I., Santacreu M.A., Blasco A., Folch J.M., 2006. Candidate Genes for Reproductive Traits in Rabbits: I. Oviductin Gene. Reproduction. *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Belo Horizonte, Brasil, vol. 11, pp. 156–201.
- Millis T., Copland A., Osteen K., 1981. Factors affecting the post ovulatory surge of FSH in the rabbit. *Biology of reproduction*, 25, 330-335 (1981).
- Mocé M.I., Santacreu M.A., Climent A., 2002. Effect of divergent selection for uterine capacity on progesterone, estradiol and cholesterol levels around implantation time. *World Rabbit Science*, 2002, Vol 10 (3), 89-97.
- Mocé M. L., Santacreu M. A., Climent A., Blasco A., 2004. The effect of divergent selection for uterine capacity on fetal and placental development at term in rabbits: Maternal and embryonic genetic effects. *J. Anim. Sci.* 2004. 82:1046-1052.
- Mocé M.L., Peiro R., Blasco A., Santacreu M.A., 2008. Uteroglobin levels at day 6 of gestation in two lines of rabbits divergently selected for uterine capacity. *9th World Rabbit Congress*. Verona, Italy, June 10-13, 175-178.
- Moulla F., Yakhlef H., 2007. Evaluation des performances de reproduction d'une population locale de lapins en Algérie. *12^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France, 45-48.
- Moumen S., 2006. Effet du rythme de reproduction sur les performances zootechniques de l'élevage et les paramètres sanguins de la population locale (*Oryctolagus Cuniculus*) 121p.
- Muelas R., Cano P., Garcia M.L., Esquifino A., Argente M.J., 2008. Influence of FSH, LH and prolactin on the components of litter size in rabbits does. . *9th World Rabbit Congress*. Verona, Italy, June 10-13, 405-410.

N

Nizza A., Di Meo C., Taranto S., Stanco G., 2001. Effect of collection frequency on rabbit semen production. *World Rabbit Science*, 2001. 10 (2), 49-52.

O

Othmani-Mecif K., Benazzoug Y., 2005. Caractérisation de certains paramètres biochimiques plasmatiques histologiques (tractus génital femelle) chez la population locale de lapin (*Oryctolagus Cuniculus*) non gestante et au cours de la gestation. *Science et technologie C-N°23*, pp.91-96.

Ouyed A., Lebas F., Lefrancois M., Rivest J., 2007. Performances de reproduction de lapines de races Néo-Zélandais Blanc, Californien et Géant Blanc du Bouscat ou croisées en élevage assaini au Québec. *12^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France, 145-148.

P

Palos J., Szendro Z.S., Kustosk K., 1996. The effect of number and position of embryos in the uterin horns on their weight at 30 days of pregnancy. *6th World Rabbit Congress*, Toulouse, 2, 97-102.

Parigi-Bini R., Xiccato G., Cinetto M., 1990. Répartition de l'énergie alimentaire chez la lapine non gestante pendant la première lactation. *5^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*. Paris, Comm. N° 47.

Parigi-Bini R., Xiccato G., 1993. Recherches sur l'interaction entre alimentation, reproduction et lactation chez la lapine. *World Rabbit Science*, 1, 155-161.

Perrier G., Theau-Clément M., Poujardieu B., Delhomme G., 1998. Essai de conservation de la semence de lapin pendant 72 heures. *7^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 13-14 Mai, Lyon, France, 237-240.

Perrot B., 1991. L'élevage des lapins. Collection verte Armand colin, 127P.

Peters H., 1978. Folliculogenesis in Mammals, In: RE, J. (Ed.), *The Vertebrate ovary. Comparative biology and evolution*, Plenum Press, New York, pp. 121-144.

Poigner J., Szendro Zs., Lévai A., Biró-Németh E., Radnai I., 2000. Weight of new-born rabbits in relation to their number and position within the uterus in unilaterally ovariectomised does. *7th World Rabbit Congress*, Valencia, Spain, 231-237.

Pope W.F., Xie S., Broermann D.M., Nephew K.P., 1990. Causes and consequences of early embryonic diversity in pigs. *J. Reprod. Suppl.* 40, 251–260.

Prud'hon M., 1975. Le lapin : Règles d'élevage et hygiène. Physiologie de la reproduction : Méthodes de reproduction, 87-106. Informations techniques des services vétérinaires, N° 51-54.

Q

Quintela L.A., Pena A.I., Barrio M., Viga M.D., Diaz R., Maseda F., Garcia P., 2001. Reproductive performance of multiparous rabbit lactating does: effect of lithing programs and PMSG use. *Reprod. Nutri. Dev.* 41(2001) 247-257.

Quinton et Egron, 2001. Maîtrise de la reproduction chez la lapine. Le point vétérinaire N° 218, août-septembre, 28-33.

R

Rashwan A.A., Maria I.F.M., 2000. Mortality in young rabbits: a review. *World Rabbit Science*, 8 (3), 111-124.

Rebollar P.G., Perez-Cabal M.A., Pereda N., Lorenzo P.L., Arias-Alvares M., Garcia-Rebollar P., 2009. Effects of parity order and reproductive management on the efficiency of rabbit productive systems. *Livestock science*. 121 (2009) 227-233.

Remas K., 2001. Caractéristiques zootechniques et hormones sexuelles chez les populations locales du lapin domestique *Oryctolagus Cuniculus*. Thèse de Magister, Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire, 89p.

Rinaldo D., 1986. Composantes et facteurs de variation de la carrière des femelles reproductrices : Application au lapin. DEA de physiologie animale. Université de Rennes I. 90p.

Rodriguez De Lara R., Fellas L.M., 1999. Environmental factors and physiological factors influencing kindling rates and litter size at birth in artificially inseminated does rabbits. *World Rabbit Science*, 7(4), 191-196.

S

Saidj D., 2006. Performances de reproduction et paramètres génétiques d'une lignée maternelle d'une population de lapin local sélectionné en G0. Mémoire de Magister en médecine vétérinaire, Option : Zootechnie, Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire, 106p.

- Salvetti P., Theau-Clément M., Beckers J.F., Hurtaud F., Guerin P., Neto V., Falieres J., Joly T., 2007. Effect of the luteinizing hormone on embryo production in super ovulated rabbit does. *Theriogenology*, 67: 1185-1193.
- Santacreu M.A., Viudes De Castro P., Blasco A., 1990a. Evaluation par coelioscopie des corps jaunes et des embryons : influence sur la taille de portée chez la lapine. *Reprod. Nutri. Dev.* 1990, 30, 583-588.
- Santacreu M.A., Gou P., Blasco A., 1990b. Taux d'ovulation et survie des embryons en relation avec la taille de portée chez la lapine. 5^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, 12-13 Décembre 1993, Paris. Communication N° 11.
- Santacreu M.A., Climent A., Argente M.A., Blasco A., 1994. Caractéristiques, irrigation sanguine et survie des fœtus dans deux lignées de lapin sélectionnées de façon divergente pour l'efficacité utérine. 5^{èmes} Journée de la Recherche Cunicole, La Rochelle, 6-7 Décembre 1994, 247-249.
- Saoudi N., 2008. Etude de la coccidiose dans les élevages de lapin de la région de Bejaïa. Projet de fin d'étude, Faculté de Biologie et Agro-Vétérinaire, Université de Blida, 62p.
- Selme M., Prud'hon M., 1973. Comparaison au cours des différentes saisons, des taux d'ovulation, d'implantation et de survie embryonnaire chez des lapines allaitantes saillies à l'œstrus post partum et chez des lapines témoins. *Journées de Recherche Avicoles et Cunicoles*, Décembre 1973. 55-58.
- Sid S., 2005. Etude des paramètres génétiques et zootechniques sur les critères de reproduction chez le lapin local (*Oryctolagus Cuniculus*). Mémoire d'ingénieur d'état en Agronomie, Blida, 80p.
- Stoufflet I., Caillol M., 1988. Relations between sex steroids concentrations and sexual behavior during pregnancy and postpartum in the domestic rabbit. *J. Reprod. Fert.*, 82, 209-218.
- Szendro Z.S., Maertens L., 2001. Maternal effect during pregnancy and lactation in rabbits. *Acta Agraria Kaposvariensis* (2001) vol 5, N° 2, 1-21.

T

- Teplitz R., Ohno S., 1963. Postnatal induction of oogenesis in the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Exp Cell Res*, 31, 183-189.

- Theau-Clément M., Poujardieu B., Belleraud J., 1990a. Influence des traitements lumineux, modes de reproduction et état physiologiques sur la productivité des lapines multipares. *5^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 12-13 Décembre, Paris (France).
- Theau-Clément M., Bolet G., Roustan A., Mercier P., 1990b. Comparaison de différents modes d'induction de l'ovulation chez les lapines multipares en relation avec leur stade physiologique et la réceptivité au moment à la mise à la reproduction. *5^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*. Paris, comm N°6.
- Theau-Clément M., Roustan A., 1992. A study on relationships between receptivity and lactation in the doe, and their influence on reproductive performance, *5th World Rabbit Congress*, Corvallis, USA, 1992, pp. 55–62.
- Theau-Clément M., Poujardieu B., 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*, 6-7 Décembre, La Rochelle, France, 1,187-194.
- Theau-Clément M., Bencheikh N., Mercier P., Belleraud J., 1996. Reproductive performance of does under artificial insemination use of deep frozen rabbit semen. *6th World Rabbit Congress* Toulouse, (2), 127-132.
- Theau-Clément M., Boiti C., Mercier P., Falieres J., 2000. Description of the ovarian status and fertilizing ability of primiparous rabbit does at different lactation stage. *7th World Rabbit Congress*, Valencia, Spain, 4-7 July, 259-266.
- Theau-Clément M., 2005. Préparation de la lapine à l'insémination : analyse bibliographique. *11^{èmes} journées de la Recherche Cunicole*. 23-30 Novembre, Paris. 111-114.
- Theau-Clément M., 2008. Facteurs de réussite de l'insémination et méthodes de l'induction de l'œstrus. *INRA. Prod. Anim*, 2008, 21(3), 221-230.
- Theau-Clément M., Bolet G., Fortun-Lamothe L., Brecchia G., Boiti C., 2008. High plasmatic progesterone levels at insemination depress reproductive performance of rabbit does. *9th World Rabbit Congress*. Verona, Italy, June 10-13, 459-464.
- Thibault C., Levasseur M. C., 2001. La reproduction chez les mammifères et l'homme. INRA Editions, 928p.
- Torres S., 1982. Etude de la mortalité embryonnaire chez la lapine. *3^{ème} Journées de la Recherche Cunicole*, 8-9 Décembre 1982, Paris, Comm N° 15.
- Torres S., Hulot F., Sevellec C., 1987. Early stages of embryonic development in two rabbit genotype. *Reprod. Nutri, Develop.*, 1987, 27 (3), 715-719.

V

- Vallet K.L., Christenson R.K., 1993. Uterine space affects placental protein secretion in swine. *Biology Reproduction*. 48, 575–584.
- Vallet K.L., Klemcke H.G., Christendon R. K., 2002. Interrelationships among conceptus size, uterine protein secretion, fetal erythropoiesis, and uterine capacity. *J. Anim. Sci.* 80:729–737.
- Varga G.Y., Szendro S.Z., Holdas S., 1984. Relationship between the number of mammary glands and the production of female rabbits. *3th World Rabbit Congress*, Rome, 4-8 April (2), 141-148.
- Verdelhan S., Bourdillon A., David J.J., Hurtaud J., Ledan L., Renouf B., Roulleau X. Salaun J.M., 2005. Comparaison de deux programmes alimentaires pour la préparation des futures reproductrices. *11^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 29-30 novembre 2005, Paris, 119-122.
- Vicente J.S., Lavara R., Marco Jimenez F., Viudes-De-Castro M.P., 2008. Rabbit reproductive performance after insemination with busserelin acetate extender. *Livestock Science*, 115 (2008), 153-157.
- Villena F.E., Ruiz Matas J., 2003. *Technicien en élevage*, Tome2, édition Cultural S.A. Poligon industriel Arroyomolinos. 256-266.
- Virag G.Y., Gocza E., Hiripi L., Bosze Z.S., 2008. Influence of a photo-stimulation on ovary and embryo recovery in nulliparous rabbit females. *9th World Rabbit Congress*. Verona, Italy, June 10-13, 471-476.
- Viudes-De-Castro P., Santacreu M.A., Vicente J.S., 1991. Effet de la concentration énergétique de l'alimentation sur les pertes embryonnaires et fœtales chez la lapines. *Reprod. Nutri. Dev.*, (1991) 31, 525-534.

W

- Wirth-Dzieciolska, E. M., 1987. Survival of embryos in relation to the vasculature of implantation places in laboratory mice. *Genetica Polonica*, 28:127–130.
- Wise, T., Roberts A.J., Christenson R. K., 1997. Relationships of light and heavy fetuses to uterine position, placental weight, gestational age and fetal cholesterol concentrations. *J. Anim. Sci.* 75:2197–2204.
- Wu M. C., Hentzel M. D., Dziuk P. J., 1987. Relationships between uterine length and number of fetuses and prenatal mortality in pigs. *J. Anim. Sci.* 65:762–770.

X

Xiccato G., Trocino A., Boiti C., Brecchia G., 2005. Reproductive rhythm and litter weaning age as they affect rabbit doe performance and body energy balance. *Anim. Sci.* 81 (2005) 289–296.

Y

Yaou A., Kpodekon M., Lebas F., 2009. Méthodes et techniques d'élevage du lapin : élevage en milieu tropical. www.cuniculture.info (accès le 16/08/2009).

Ypsilantis P., Saratsis Ph., 1999. Early pregnancy diagnosis in the rabbit by real time ultra sonography. *World Rabbit Science*, 1999. 7(2), 95-99.

Z

Zerrouki N., Bolet G., Berchiche M., Lebas F., 2001. Caractérisation d'une population locale de lapins en Algérie : Performances de reproduction des lapines. 9^{èmes} *Journées de la Recherche Cunicole*. Paris, 28-29 novembre, 163-166.

Zerrouki N., Bolet G., Berchiche M., Lebas F., 2004. Breeding performance of local Kabyle rabbits does in Algeria. 8th *World Rabbit Congress*, 371-377.

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

Zerrouki N., Kadi S.A., Berchiche M., Bolet G., 2005b. Evaluation de la productivité des lapines d'une population locale Algérienne, en station expérimentale et dans des élevages. 11^{èmes} *Journées de la Recherche Cunicole*. 29-30 Novembre, Paris, 11-14.

Zerrouki N., Lebas F., Berchiche M., Bolet G., 2005c. Evaluation of milk of a local Algerian rabbit population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabylia). *World Rabbit Science*, 13, 39-47.

Zerrouki N., Kadi S.A., Lebas G., Bolet G., 2007a. Characterization of a Kabyle population of rabbits in Algeria: Birth to weaning, Growth performance. *World Rabbit Science*, 2007, 15:111-114.

Zerrouki N., Hannachi R., Lebas F., Saoudi A., 2007b. Productivité des lapines d'une souche blanche de la région de Tizi-Ouzou en Algérie. 12^{èmes} *journées de la Recherche Cunicole*, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France. 141-144.

Zerrouki N., Hannachi R., Lebas F., Berchiche M., 2008. Productivity of rabbit does of White population in Algeria. 9th *World Rabbit Congress*. Verona, Italy, June 10-13, 29-34.

Annexes

Annexe I



Photo 1: L'intérieur du bâtiment (Cages de matirnit  et d'engraissement).

Annexe II

I. Méthodes d'analyse physico-chimique de l'aliment :

Les analyses ont été effectuées au laboratoire de l'Institut Technique des Elevages (ITELV) de Baba Ali selon les méthodes AFNOR (1985).

IV.1. Détermination de la Matière sèche (MS) :

La teneur en matière sèche de l'aliment est déterminée conventionnellement par le poids de celui-ci après dessiccation dans une étuve à circulation d'air (type Memmert) à 103°C.

$$\text{Teneur en MS \%} = (Y/X) \times 100$$

Y: Poids de l'échantillon après dessiccation. **X** : Poids de l'échantillon humide.

IV.2. Détermination de la Matière minérale (MM) :

La teneur en matière minérale d'une substance alimentaire est conventionnellement, le résidu de la substance après destruction de la matière organique par incinération dans un four à moufle de type (Nobetherm) à 550°C durant 03 heures.

$$\text{Teneur en MM \%} = (A \times 100) / (B \times MS) \times 100$$

A : Poids des cendres. **B** : Poids de l'échantillon sec (en %).

MS : Teneur en matière sèche en %.

IV.3. Détermination de la Matière azotée totale (MAT) :

L'azote total est dosé par la méthode de Kjeldhal. Le produit est minéralisé par l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur : l'azote (N) organique est transformé en azote ammoniacal par lessive de soude puis dosé après l'avoir reçu dans de l'acide borique (indicateur).

$$\text{Teneur en MAT (\% MS)} = N \times 6,25$$

N = g d'azote.

IV.4. Détermination de la cellulose brute (CB):

La teneur en cellulose brute est déterminée par la méthode de Weende. Les matières cellulosiques constituent le résidu organique obtenu après deux hydrolyses successives, l'une en milieu acide et l'autre en milieu alcalin. Par la suite, ils subsistent une grande partie de la cellulose vraie, une partie de la lignine, des résidus d'hémicellulose ainsi qu'une petite quantité de matières minérales insolubles.

$$\text{Teneur en CB (\% MS)} = (A-B \times 100) / (C \times MS) \times 100$$

A : Poids du creuset + résidu après dessiccation. **B** : Poids du creuset + résidu après incinération.

C : Poids de l'échantillon de départ.

IV.5. Détermination des matières grasses (MG) :

L'extraction est faite dans un extracteur Soxhlet (de type Gerhardt) pendant 6 heures. Le ballon plus le résidu sont placés dans l'étuve à 102°C pendant 3 heures.

$$\text{Teneur en CB (\% MS)} = (A-B \times 100) / (C \times MS) \times 100$$

A : Poids du ballon + résidu après étuve de 02 heures. **B** : Poids du ballon vide.

C : Poids de la prise de l'essai.