



Institut des Sciences  
Vétérinaires- Blida

Université Saad  
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du  
**Diplôme de Docteur Vétérinaire**

*Etude des facteurs de variation du poids fœtal et placentaire chez la  
lapine de souche synthétique :  
Effet de la position in utero, de la vascularisation et du sexe fœtal*

Présentés par  
**Kaïs Sabrina & Ouargli Mohamed Rafik**

Soutenu : Juin 2017

Devant le jury :

|                        |             |     |           |
|------------------------|-------------|-----|-----------|
| <b>Présidente :</b>    | Tarzaali D. | MAB | ISV,Blida |
| <b>Examinatrice :</b>  | Bettaher S. | MAA | ISV,Blida |
| <b>Promoteur :</b>     | Belabbas R. | MCB | ISV,Blida |
| <b>Co-promotrice :</b> | Ezzeroug R. | MAB | ISV,Blida |

**Année : 2016/2017**

Nous tenons dans un premier temps à rendre grâce à Allah pour nous avoir accordé la santé, le moral et sa bénédiction pour la réalisation de notre mémoire de fin d'études.

Nous tenons à remercier notre promoteur Belabbas Rafik, Maître de conférence B à l'Institut des Sciences Vétérinaires de Blida, d'avoir accepté de diriger nos travaux, puis de nous avoir offert la possibilité de poursuivre ce travail avec beaucoup de patience. Il nous a toujours accordé un encadrement attentionné.

Nos sincères remerciements vont à Dr. Ezzeroug Rym, Maître assistante B à l'Institut des sciences vétérinaires de Blida d'avoir accepté de co-diriger ce travail. Hommages respectueux.

C'est avec notre enthousiasme le plus vif et le plus sincère que nous voudrions exprimer notre profonde gratitude à :

Dr Tarzaali D, Maître assistante B à l'Institut des Sciences Vétérinaires de Blida, qui nous a fait l'honneur d'accepter de présider notre jury.

Dr Bettaher S, Maitre assistante A à l'Institut des Sciences Vétérinaires de Blida, pour nous avoir fait l'honneur d'accepter d'être membre du jury et d'examiner ce travail.

Nous tenons à remercier vivement Dr. Ismail Mohamed Djamel Eddine pour son temps précieux et l'accès à son cabinet.

Nous remercions également Dr. Tarzaali Dalila pour sa contribution dans la réalisation de ce travail. Sincères remerciements.

Nous exprimons nos remerciements au Dr.Abadda Leila pour son aide et sa disponibilité au cours de la réalisation de la partie expérimentale.

Enfin, nous tenons à remercier Manel, Othman, Adlen et toutes les personnes ayant participé de près ou de loin à la réalisation de notre projet de fin d'étude. Reconnaissance particulière pour leur aide précieuse.



## *Dédicace*

*A mes parents pour tous l'amour, le réconfort, et le soutien que j'ai trouvé auprès de vous tous les jours, pour avoir su effacer mes doutes, et éclaircir ma voie, pour m'avoir donné les moyens de réaliser tous mes rêves. Je ne sais comment vous remercier. Soyez sûr de mon amour et mon admiration pour vous.*

*A ma sœur unique Radia pour ses précieux conseils, à mes frères chéris Mounir Imed et Abd Raouf et ma nièce chérie Ritaj.*

*A tous mes ami(e)s et surtout mon binôme Rafik.*

*A mes professeurs merci de m'avoir transmis votre précieux savoir. Aux enseignants de l'ISV, merci de nous avoir transmis votre savoir et votre passion, c'est grâce à vous que j'en suis là.*

*Sabrina*

## *Dédicace*

*A mes parents, surtout ma mère pour son amour et son sacrifice. Je ne te remercierais jamais assez. Ma profonde reconnaissance et ma gratitude éternelle.*

*A Manel, en qui j'ai trouvé l'aide et le soutien absolu et qui était présente à mes côtés durant toute l'année.*

*A tous mes amis les futur docteurs vétérinaires : Othman, Adlen, Imene, Abdeldjebbar, Lola, Bouchra, Nouhad, Ferial, Abir, et surtout ma binôme Sabrina.*

*A tous mes amis : Youcef, Belaid, Abderraouf, Ryad, Sabrina, Hadjer, Madjid, Chakib, Samah, Mohamed, imene, Yousef et Rahim.*

*A mes professeurs merci de m'avoir transmis votre précieux savoir. Aux enseignants de l'ISV, merci de nous avoir transmis votre savoir et votre passion, c'est grâce à vous que j'en suis là.*

***Rafik***

L'objectif de cette expérience est d'étudier chez la lapine de la souche synthétique, l'effet de la position intra utérine, du sexe fœtal et de la vascularisation sur le développement des fœtus et de leurs organes internes, le poids des placentas et l'espace vital. Sept lapines nullipares et une ovariectomisée ont été saillies puis sacrifiées au 28<sup>ème</sup> jour de la gestation afin de mesurer le développement fœtal et placentaire sur les différentes composantes de l'appareil génital femelle. Le taux d'ovulation et le nombre de follicules prèovulatoires étaient de 11 corps jaunes et 4 follicules. Le nombre total d'embryons implantés est de 8 dont 6 fœtus vivants, 0,4 fœtus morts et 1 fœtus résorbé. La distance entre l'oviducte et le premier placenta maternel d'une part, et la distance entre le cervix et le dernier placenta maternel d'autre part, sont de 1,7 et 1,6 cm respectivement. Par ailleurs, la survie embryonnaire, fœtale et prénatale étaient élevées (75, 85 et 62%) respectivement. Contrairement au poids du cerveau et du tissu adipeux brun, le poids du fœtus et son placenta fœtal, sa taille, le poids de son tube digestif et du foie ont varié significativement en fonction de sa position *in utero*. En effet, les fœtus en position oviductale et cervicale ont montré les meilleures performances. En revanche, les fœtus en position médiane ont présenté la valeur de l'efficacité placentaire la plus élevée par rapport aux autres positions étudiées (+30% en moyenne ;  $P < 0,05$ ). L'effet de la vascularisation a été hautement significatif et les fœtus ayant reçu un nombre de vaisseaux sanguins supérieur à 6 ont montré le meilleur développement (poids corporel, du tube digestif et du tissu adipeux brun). De même, les fœtus appartenant à cette dernière classe de vaisseaux sanguins, présentent la valeur d'efficacité placentaire la plus élevée (+2,45 en moyenne ;  $P < 0,05$ ). Enfin, le sexe fœtal n'a influencé aucun paramètre mesuré dans cette étude. En définitif, nous pouvons conclure que le développement fœtal et placentaire sont influencés par la position et la vascularisation intra utérine.

**Mots clés :** lapine, ovulation, fœtus, position intra utérine, vascularisation, sexe.

ان الهدف من هذه التجربة، هو دراسة قدرة الرحم وتأثير مكان الجنين داخل الرحم، الاوعية الدموية والجنس على تطور ونمو الجنين واعضائه الداخلية، المشيمة، والمساحة المتوفرة لدى انثى الارنب. تمت هذه العملية على سبعة ارناب من بعد استئصال المبيض الايسر، وبعد ذلك تم تلقيح الاناث لأول مرة، ثم تم ذبحهم في اليوم 28 من الحمل لقياس عدد الاجنة المزروع، وضع الجنين والمكونات البيولوجية للتكاثر، الاوعية الدموية لكل مشيمة. ان معدل التبويض وعدد بصيلات ما قبل التبويض كان 11 جسم اصفر و4 بصيلات. حيث بلغ عدد الاجنة المزروعة في الرحم 8 منها 6 أجنة حية، 0.4 معدل الاجنة الميتة و01 جنين ممتص. المسافة بين قناة المبيض، أول مشيمة امومية، وعنق الرحم واخر مشيمة امومية كانت كما يلي 1,67 و 1,65 بالترتيب، بالإضافة إلى ذلك، كان معدل البقاء على قيد الحياة، الأجنة الغير الناضجة، والجنين قبل الولادة عالية (75، 85 و62) على التوالي. خلافا لوزن الدماغ والأنسجة الدهنية البنية، وزن الجنين ومشيمته، حجمها، ووزن الجهاز الهضمي والكبد تختلف اعتمادا حسب موقعهم داخل الرحم، في الواقع، الاجنة المتواجدة من جهة قنوات المبيض والمتواجدة في عنق الرحم اعطت أفضل النتائج مقارنة مع الاجنة المتواجدة في الوسط هذه الاخيرة التي اعطت قيمة مرتفعة فيما يخص كفاءة المشيمة بالنسبة للمواقع المذكورة سابقا (بمعدل +30% ;  $P < 0,05$ ). كما لاحظنا ان تأثير الأوعية الدموية كبير للغاية حيث أظهرت الأجنة التي حصلت على أكثر من 6 أوعية دموية أفضل تنمية (وزن الجسم، الجهاز الهضمي والأنسجة الدهنية البنية). وبالمثل، الأجنة التي تنتمي إلى هاته الطبقة الأخيرة من الأوعية الدموية لديها أعلى قيمة كفاءة المشيمة (بمعدل  $\pm 2.45$ ؛  $P < 0.05$ ). كما كانت المعايير المقاسة في هاته التجربة تطابق بين الجنسين اي ان جنس الجنين ليس له تأثير. في الاخير نستنتج ان مكان تواجد الجنين في الرحم و عدد الاوعية الدموية يؤثر على معظم المعايير المقاسة في هذه الدراسة.

**الكلمات الرئيسية:** أرناب، الإباضة، موقع داخل الرحم، الجنين، الأوعية الدموية، والجنس.

The objective of this experiment is to study in the rabbit of synthetic line, the effect of the intra uterine position, fetal sex and vascularization, on the development of fetuses and their internal organs, the weight of placentas and individual available uterine space. Seven nulliparous unilaterally ovariectomized rabbit does have been mated and sacrificed at 28<sup>th</sup> day of their pregnancy, in order to measure the fetal and placental development. The ovulation rate and the number of preovulatory follicle were respectively 11 corpora lutea and 4 follicles. The total number of implanted embryos is 8, with 6 fetus alive, 0.4 dead and 1 resorbed. The distance between the oviduct and the first maternal placenta and between the cervix and the last maternal placenta were 1.67 and 1.65 cm respectively. Otherwise, the embryo, fetal and prenatal survival were higher (75, 85 and 62 % respectively). In contrary, the brain weight, adipose brown tissue, the weight of the fetus and its fetal placenta, its size, and the weight of the digestive tract and liver have varied significantly according to the intra uterine position. Indeed, the fetuses in oviductale and cervical position have shown the best performances. On other side, the fetuses in median position have presented the best of placental effectiveness value compared to the other parameters studied (+30% on average;  $P < 0.05$ ). The effect of vascularization has been highly significant and the fetuses receiving a higher number of blood vessels ( $>6$ ) have shown the best performances (individual body weight, digestive tract, adipose brown tissue). Moreover, the fetuses with implantation site receiving more than 6 blood vessels have presented a higher value of placenta efficiency (+2.45 on average;  $P < 0.05$ ). Finally, the fetal sex didn't affect all parameters measured in this study. In conclusion, the fetal and placental development were influenced by the intra uterine position and vascularization.

**Key-words:** rabbit does, ovulation, fetus, intra uterine position, vascularization, sex.

| Tableau N°                              |  | Page N° |
|---|--|---------|
| <b><i>La partie bibliographique</i></b> |  |         |
| <b>01</b>                               | Diamètre du follicule à l'ovulation chez différentes mammifères.   | 5       |
| <b><i>Matériel et méthodes</i></b>      |  |         |
| <b>02</b>                               | Les paramètres mesurés chez les lapines au moment de l'abattage.   | 33      |
| <b>03</b>                               | Les paramètres mesurés chez les fœtus.   | 34      |
| <b><i>Résultats</i></b>                 |  |         |
| <b>04</b>                               | Le taux d'ovulation, d'implantation et les caractéristiques des fœtus en développement chez les lapines de souche synthétique. | 35      |
| <b>05</b>                               | La survie embryonnaire, fœtale et prénatale chez les femelles de souche synthétique.   | 36      |
| <b>06</b>                               | L'effet de la position <i>in utero</i> sur développement des fœtus et de leurs organes internes.                               | 37      |
| <b>07</b>                               | L'effet de la position <i>in utero</i> sur l'espace vital, le développement des placentas et sur l'efficacité placentaire.     | 38      |
| <b>08</b>                               | L'effet de la vascularisation sur développement des fœtus et de leurs organes internes.  | 39      |
| <b>09</b>                               | L'effet de la vascularisation sur l'espace vital, le développement des placentas et sur l'efficacité placentaire.              | 39      |
| <b>10</b>                               | L'effet du sexe sur le développement des fœtus et de leurs organes internes.   | 40      |
| <b>11</b>                               | L'effet du sexe sur l'espace vital, le développement des placentas et sur l'efficacité placentaire.                            | 40      |

| <b>Figure N°</b>              |  | <b>Page</b> |
|-------------------------------|--|-------------|
| <b>Partie bibliographique</b> |  |             |
| 1                             | Schéma de l'appareil génital femelle chez la lapine.   | 4           |
| 2                             | Evolution des taux sanguins d'ocytocine et de la prolactine chez la lapine, dans les 45 minutes suivant l'accouplement.    | 6           |
| 3                             | Schématisation du développement embryonnaire chez le lapin.  | 7           |
| 4                             | Évolution de la production laitière de lapines simplement allaitantes ou simultanément gestantes et allaitantes.           | 11          |
| 5                             | Vaisseaux sanguins arrivant au niveau des sites d'implantation de la corne utérine droite d'une lapine hémiovariectomisée. | 15          |
| 6                             | Représentation schématique des positions de fœtus dans un utérus.  | 16          |
| <b>Matériel et Méthodes</b>   |  |             |
| 7                             | Le bâtiment d'élevage.   | 17          |
| 8                             | Lapine en décubitus dorsal.  | 21          |
| 9                             | Fixation des champs opératoires.   | 21          |
| 10                            | Incision du plan cutané.   | 22          |
| 11                            | La dilacération du plan sous-cutané à l'aide d'un ciseau de MAYO.  | 22          |
| 12                            | Incision des muscles de l'abdomen par la ligne blanche.  | 23          |
| 13                            | Recherche et extériorisation de l'ovaire.  | 24          |
| 14                            | ovaire placé avec une pince hémostatique.  | 24          |
| 15                            | L'hémostase chirurgicale au moyen de deux ligatures.   | 25          |
| 16                            | l'ovaire gauche entier après exérèse.  | 26          |
| 17                            | Suture du péritoine et du muscle abdominale.   | 26          |
| 18                            | Suture de la peau.   | 27          |
| 19                            | Ovaire avec ses différentes structures.  | 28          |
| 20                            | Les vaisseaux sanguins arrivant au niveau des sites d'implantation.  | 29          |
| 21                            | Fœtus vivant.  | 30          |
| 22                            | Fœtus mort.  | 30          |

## *Liste des figures*

|                  |   |    |
|------------------|---|----|
| 23               | Fœtus résorbé.  | 30 |
| 24               | La position des fœtus au niveau de la corne utérine.  | 31 |
| 25               | L'espace vital par fœtus mesuré sur la corne utérine.   | 32 |
| 26               | Fœtus vivant avec ses placentas (maternel et fœtal).  | 33 |
| <b>Résultats</b> |   |    |
| 27               | La survie embryonnaire, fœtale et prénatale chez les femelles synthétiques au 28 <sup>ème</sup> jour de la gestation. | 36 |
| 28               | Corrélation entre poids des fœtus et les vaisseaux sanguins.  | 41 |
| 29               | Corrélation entre le poids des fœtus et le placenta maternel.   | 42 |
| 30               | Corrélation entre le poids des fœtus et le placenta fœtal.  | 42 |
| 31               | Corrélation entre le gras inter scapulaire et les vaisseaux sanguins.   | 43 |

**CMV**: Complexe minéraux vitamines.

**FSH**: Follicle Stimulating Hormone.

**GnRH** : Gonadotropin Releasing Hormone.

**LB** : ligne blanche.

**LH**: Luteinising Hormone.

**n/nb**: Nombre.

**PGF2 $\alpha$**  : Prostaglandine F2 $\alpha$ .

---

|  |    |
|--|----|
| <b>INTRODUCTION</b> .....  | 01 |
| <b>PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE.</b>   |    |
| <b>Chapitre I : Rappel sur la physiologie de la gestation chez la lapine</b> .....           | 03 |
| I.1 Particularités de la reproduction chez la femelle et ovulation.....                      | 03 |
| I.1.1. Particularités de la reproduction chez la femelle.....                                | 03 |
| I.1.2. L'ovulation.....  | 04 |
| I.2. La physiologie post ovulatoire.....   | 05 |
| I.2.1. La remontée des spermatozoïdes. ....  | 05 |
| I.2.2. La capacitation.....  | 06 |
| I.2.3. La descente de l'ovule.....   | 06 |
| I.2.4. La fécondation.....   | 07 |
| I.3. Le développement embryonnaire précoce.....  | 07 |
| I.4. Implantation et développement fœtal.....  | 08 |
| I.5. La placentation.....  | 09 |
| I.5.1. Les caractéristiques du placenta chez la lapine.....                                  | 09 |
| I.6. Mise bas et allaitement des lapereaux.....  | 10 |
| <b>Chapitre II : Poids à la naissance chez le lapin et leurs facteurs de variation</b> ..... | 12 |
| II.1. Le poids de la portée à la naissance .....   | 12 |
| II.2. Les facteurs de variation du poids à la naissance .....                                | 12 |
| II.2.1 Effet de la parité .....  | 12 |
| II.2.2. Effet de l'allaitement .....   | 13 |
| II.2.3 Effet de la taille de portée .....  | 13 |
| II.2.4 Effet de l'alimentation .....   | 14 |
| II.2.5 Effet de la saison de naissance .....   | 14 |
| II.2.6. Effet de la position intra-utérine .....   | 14 |
| II.2.6.1 Effet de l'espace vital .....   | 14 |
| II.2.6.2 effet de la vascularisation .....   | 15 |
| II.2.6.3 Effet du sexe fœtal .....   | 15 |
| <b>PARTIE EXPERIMENTALE</b>  |    |
| I. L'objectif.....   | 17 |
| <b>II. Matériel et méthodes</b> .....  | 17 |
| II.1. Lieu et durée de l'expérimentation.....  | 17 |
| II.2. Les animaux.....   | 17 |
| II.3. L'alimentation.....  | 18 |

---

|  |    |
|--|----|
| II.4. La conduite expérimentale.....                                       | 19 |
| II.4.1. L'ovariectomie unilatérale (OUL).....                              | 20 |
| II.4.1.1. Phase préopératoire .....  | 20 |
| II.4.1.2. Phase opératoire .....   | 20 |
| II.4.1.3. Les soins post opératoire .....                                  | 27 |
| II.4.2. La mise à la reproduction .....                                    | 27 |
| II.4.3. Mesure de la capacité utérine .....                                | 28 |
| II.4.3.1. Les caractéristiques de l'ovaire .....                           | 28 |
| II.4.3.2. Etude de la vascularisation .....                                | 29 |
| II.4.3.3. Etude de l'implantation et du développement fœtal .....          | 29 |
| II.4.3.4. Etude des effets de la position intra utérine.....               | 30 |
| II.4.3.5. Etude des caractéristiques fœtales .....                         | 31 |
| II.4.3.6. Calcul de l'espace vital .....                                   | 31 |
| II.4.4. Les paramètres mesurés chez la femelle et les chez les fœtus ..... | 33 |
| II.4.5. L'analyse statistique.....   | 34 |
| <b>Résultats</b> .....   | 35 |
| I. Paramètres mesurés chez la femelle.....                                 | 35 |
| I.1. Ovulation, implantation et caractéristiques des fœtus.....            | 35 |
| I.2. La survie au cours de la gestation.....                               | 36 |
| II. Paramètres mesurés chez les fœtus .....                                | 37 |
| II.1. L'effet de la position intra utérine .....                           | 37 |
| II.1.1. Effet sur le développement fœtal .....                             | 37 |
| II.1.2. Effet sur l'espace vital et le développement des placentas .....   | 38 |
| II.2. L'effet de la vascularisation .....                                  | 38 |
| II.2.1. Effet sur le développement fœtal.....                              | 38 |
| II.2.2. Effet sur l'espace vital et le développement des placentas .....   | 39 |
| II.3. L'effet du sexe fœtal .....  | 40 |
| II.3.1. Effet sur le développement fœtal .....                             | 40 |
| II.3.2. Effet sur l'espace vital et le développement des placentas .....   | 40 |
| III. L'étude des corrélations.....   | 41 |
| III.1 Corrélation entre poids des fœtus et les vaisseaux sanguins .....    | 41 |
| III.2 Corrélation entre le poids des fœtus et le placenta maternel.....    | 41 |

|  |    |
|--|----|
| III.3 Corrélation entre le poids des fœtus et le placenta fœtal .....            | 42 |
| III.4 Corrélation entre le gras inter scapulaire et les vaisseaux sanguins ..... | 42 |
| <b>Discussion</b> .....  | 44 |
| <b>Conclusion</b> .....  | 49 |
| <b>Références bibliographiques</b> .....   | 50 |

En Algérie, 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.

Les travaux de caractérisation ont mis en évidence certaines qualités et défauts de cette population 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.*, 2000 ; Zerrouki et *al.*, 2005a et 2005b, Moulla et Yakhlef, 2007, Saoudi, 2008).

Un programme de croisement et de sélection a été réalisé au niveau de l'ITELV et 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). Après plusieurs générations de croisement et de sélection génétique, cette nouvelle souche a

présenté une prolificité plus importante comparée à celle de la population locale algérienne (+ 2 lapereaux) mais, un poids à la naissance faible (Zerrouki *et al.*, 2014).

Chez les espèces polytoques à l'exemple de la lapine, le poids à la naissance est lié à plusieurs facteurs qui interviennent durant la vie intra utérine. Parmi ces derniers, l'effet de la position *in utero* est considéré comme le principal facteur influençant le développement fœtal durant la gestation et même, durant la période postnatal. Ceci est lié particulièrement au développement des placentas (Argente *et al.*, 2003), lui-même influencé par la disponibilité de l'espace vital et la vascularisation de l'utérus (Mocé *et al.*, 2004).

L'objectif de ce mémoire est d'étudier chez les lapines de la souche synthétique, quelques facteurs de variation du poids fœtal en fin de gestation (effet de la position intra utérine, de la vascularisation et du sexe fœtal).

## **Chapitre I : Rappel sur la physiologie de la gestation chez la lapine.**

### **I.1. Particularités de la reproduction chez la femelle et ovulation :**

#### **I.1.1. Particularités de la reproduction chez la femelle :**

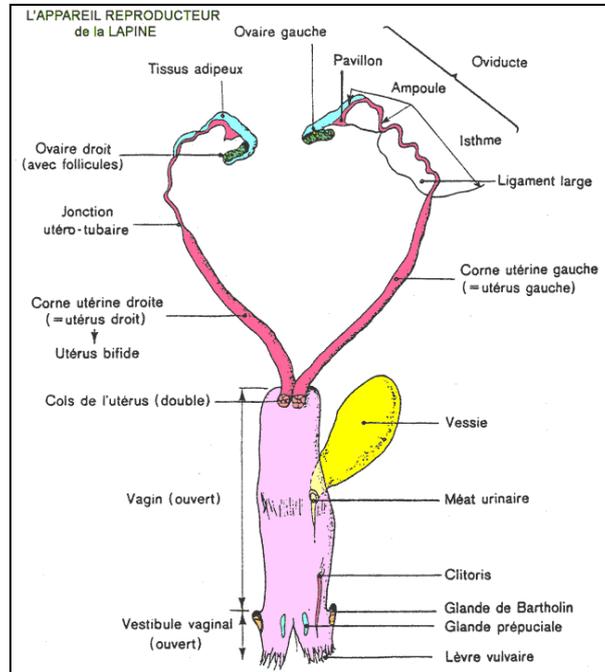
L'appareil génital de la lapine est constitué de deux ovaires qui sont ovoïdes, de taille approximative de 1,5 cm dans leur plus grande dimension. L'oviducte présente de nombreuses circonvolutions caractéristiques. Sa jonction à l'utérus duplex est très complexe, avec une forme en rosette sans portion intra murale. La spécificité chez cette espèce est la duplication des cornes utérines qui est totale (**Figure 1**) chaque corne mesure environ 7 cm, dessine 3 circonvolutions et s'ouvrent séparément par un conduit cervical dans le vagin unique qui mesure 6 à 10 cm de long. On trouve enfin, une paire de glandes périnéales et une paire de glandes anales qui jouent un rôle de stimulus olfactif sexuel.

La femelle est pubère à environ 2,5 à 3 mois, elle atteint la maturité sexuelle entre 4 et 5 mois. Compte tenu de l'absence du cycle œstral, l'âge à la puberté est difficile à définir puisqu'il n'est possible de déterminer un âge au premier œstrus comme chez les autres espèces animales. L'âge à la puberté est donc déterminé par des critères indirectes qui dépendent plus du type de population ou race de lapines et du développement corporel (Moret, 1980 ; Hulot *et al.*, 1982).

Les caractéristiques de la physiologie de la reproduction de la lapine ont fait l'objet de plusieurs études comme celles de Moret (1980) et Fortun-Lamothe et Bolet (1995). Parmi les études les plus récentes, celles de Theau-Clement (2008), Dal Bosco *et al.* (2011) et Theau-Clemnt *et al.*, (2012). Ces travaux ont mis en évidence des périodes alternées d'acceptation de l'accouplement (œstrus) et de refus du mâle (dioestrus), dont les durées sont très variables et par conséquent, la lapine n'a donc pas de cycle œstral régulier.

La lapine est une espèce polytoque à ovulation provoquée par le coït. La vie reproductive commence vers l'âge de 16 à 18 semaines. C'est l'accouplement qui provoque la maturation finale du follicule, sa rupture et la libération de l'ovule. Il s'agit d'une ovulation provoquée.

Par ailleurs, la lapine peut entreprendre une gestation dès la fin de la précédente. Elle peut donc être à la fois gestante et allaitante. La durée de gestation est généralement de 30 jours (Fortun-Lamothe et Bolet, 1995 ; Bolet, 1998 ; Castellini, 2007).



**Figure 1** : Schéma de l'appareil génital femelle chez la lapine (Lebas *et al.*, 1996).

### **I.1.2. L'ovulation :**

L'ovulation est un processus complexe au cours duquel sont induits à la fois la reprise de méiose de l'ovocyte, l'expansion du cumulus, la rupture du pôle apicale du follicule, et la restructuration tissulaire associée à la différenciation cellulaire nécessaire à la formation du corps jaune. Face à ce phénomène ponctuel, l'ovulation résulte de deux processus plus longs : la folliculogénèse et l'ovogénèse. Au cours d'un cycle normal, tous ces événements doivent être coordonnés pour aboutir à la production d'un ovocyte mature et fécondable et d'un corps jaune, capable d'assurer le début de gestation (Driancourt et Levasseur, 2001).

Chez la lapine, l'ovulation s'observe à un intervalle assez défini d'environ 10 heures entre l'accouplement et la rupture réelle du follicule (Walton et Hammond, 1928). D'autres auteurs enregistrent des intervalles différents à savoir, 10 à 18 heures selon Kayser (1963) et 10 à 12 heures selon Foote et Caney (2000).

Le développement du follicule mur, pousse ce dernier vers la surface de l'ovaire ; l'ovisac serait refoulé vers l'extérieur par un processus conjonctif partant de l'albuginée. Dans sa poussée vers la paroi externe, le follicule mur amincit la couche du tissu ovarien qui le recouvre et le point du plus grand amincissement est une tache blanchâtre, le stigma. En effet, une cicatrice appelée « stigma » correspondant à la rupture des couches périphériques et aux réactions inflammatoires associées à l'ovulation reste visible sur la partie apicale des follicules ayant ovulés (Bolet *et al.*,1992).

Le diamètre à l'ovulation constitue le diamètre maximal qu'atteint le follicule au cours de la folliculogénèse. Il est variable en fonction des différentes espèces (**Tableau 1**).

**Tableau 1** : Diamètre du follicule à l'ovulation chez différentes mammifères (Baker, 1982 ; Moniaux *et al.*, 1997 ; Driancourt *et al.*, 2001).

| Espèces                     | Vache | Truie | Lapine | Chatte | Ratte   |
|-----------------------------|-------|-------|--------|--------|---------|
| Diamètre à l'ovulation (mm) | 10-20 | 7-11  | 0,8-2  | 3      | 0,6-0,9 |

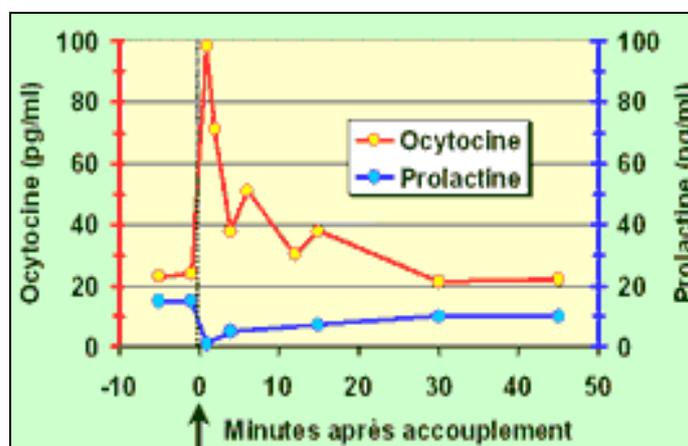
## **I.2 La physiologie post ovulatoire :**

### **I.2.1. 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 des cols utérins 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 (Hawk, 1982).

Le taux des hormones circulant de la lapine conditionne directement la réussite de la fécondation. En effet, 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 2**). 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 2** : 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).

### **I.2.2. 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 (la partie supérieure du vagin). 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 h 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 ; Gayraud, 2007). La durée de la remontée des spermatozoïdes jusqu'à la partie distale de l'ampoule est variable selon les auteurs, allant de 30 minutes après le coït à 8 h *post coïtum* (Austin, 1955; Boussit, 1989).

### **I.2.3. 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.

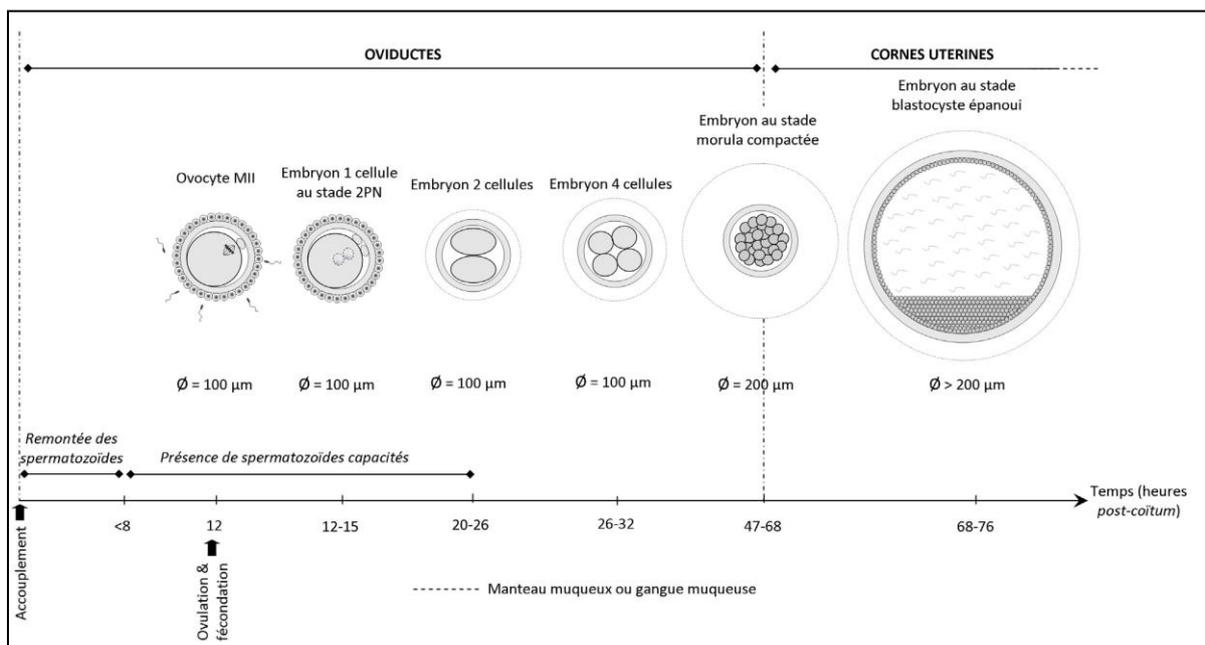
### I.2.4. La fécondation :

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.

### I.3. Le développement embryonnaire précoce :

Dès leur libération, les ovocytes sont « aspirés » par le pavillon de l'oviducte et sont fécondables, avec un maximum de fécondabilité situé entre 12 et 15 h *post coïtum* (*p.c.*) avant de diminuer progressivement jusqu'à 19 h *p.c.* où les ovocytes commencent à dégénérer (Thibault, 1967).

Après fécondation, tous les embryons sont présents dans l'isthme de l'oviducte 24 heures après le coït (Bourdage et Halbert, 1988). D'après les observations de López-Béjar (1995), les embryons ont terminé leur premier cycle cellulaire à 26 h *p.c.*, puis poursuivent leurs divisions pour atteindre les stades 4 cellules (26-32 h *p.c.*), 8 cellules (32-40 h *p.c.*), 16 cellules (40-47 h *p.c.*), morula (47-68 h *p.c.*) et blastocyste (68-76 h *p.c.*). Parallèlement à leur développement, les embryons migrent le long de l'oviducte où ils acquièrent leur manteau muqueux avant d'arriver dans la corne utérine, siège de l'implantation (**Figure 3**).



**Figure 3** : Schématisation du développement embryonnaire chez le lapin (Pascal Salvetti, 2008).

Les embryons du lapin possèdent deux couches extracellulaires dont l'intégrité est primordiale pour la survie embryonnaire. La couche la plus interne est la zone pellucide (11 à 30  $\mu\text{m}$  d'épaisseur) mise en place dans les ovaires lors de la folliculogénèse (formation des follicules secondaires) et indispensable pour la nutrition des ovocytes lors de la croissance folliculaire et la reconnaissance des gamètes lors de la fécondation (Dunbar, 1983; Motta *et al.*, 1994).

La couche la plus externe est la couche muqueuse qui est mise en place plus tardivement lors de la migration des embryons dans l'oviducte et dont l'épaisseur augmente de 10  $\mu\text{m}$  à 24 h *p.c.* à 100  $\mu\text{m}$  à 72 h *p.c.* (Lopez-Bejar, 1995). Cette couche est d'une grande importance pour l'implantation de l'embryon dans l'utérus, avec un rôle encore plus essentiel que la zone pellucide dans le développement *in vivo* des embryons (Lopez-Bejar, 1995; Murakami et Imai, 1996).

### **I.4. Implantation et développement fœtal :**

On distingue plusieurs phases dans l'implantation des blastocystes épanouis caractérisées par le degré de contact entre les cellules épithéliales utérines et trophoblastiques. A 7 jours post ovulation, les blastocystes perdent leur zone pellucide qui est remplacée par des couches de glycoprotéines dont les propriétés adhésives jouent un rôle important dans l'implantation (Alliston et Pardee, 1973). Le type d'implantation et le positionnement du blastocyste par rapport au plan mésométrial est variable selon les espèces. Chez le lapin, les blastocystes adoptent, sous l'effet des contractions du myomètre, une position de type antimésométrial caractérisée par un site d'implantation distinct situé à l'opposé du bouton ou disque embryonnaire.

Les premiers contacts entre les cellules trophoblastiques et utérines correspondent à la phase d'apposition qui précède la phase d'adhésion et d'implantation proprement dite. Le trophoblaste pénètre ensuite dans l'épithélium utérin par un mécanisme de fusion du syncytio-trophoblaste et des cellules utérines aboutissant à la formation de grosses cellules multinucléées. Dès le 12<sup>ème</sup> jour de gestation, on peut assister au développement du placenta de type bi-discoïde qui assurera la croissance et le développement du fœtus jusqu'à la parturition (Rodriguez *et al.*, 1985).

Du 3<sup>ème</sup> au 12<sup>ème</sup> jour suivant l'accouplement, le taux de progestérone ne cesse d'augmenter passant de 5 à 20 ng/ml, puis reste relativement stationnaire avant de diminuer rapidement dans les quelques jours précédant la mise bas (Browning *et al.*, 1980). Chez la lapine, la sécrétion de progestérone n'est pas modifiée par la présence des embryons pendant les deux premières semaines de gestation. Ensuite, un facteur protéique anti lutéolytique produit par la partie fœtale du placenta constitue, en synergie avec l'œstradiol, un facteur lutéotrope indispensable au maintien de la gestation (Browning et Wolf, 1981).

Les pertes embryonnaires estimées par comparaison du nombre de corps jaunes et du nombre d'embryons vivants peuvent être importantes. En général, 70 à 80 % des ovocytes libérés donnent finalement des lapereaux vivants à la naissance (Adams, 1960 ; Hafez, 1965). La majeure partie des mortalités embryonnaires se produit entre la fécondation et le 17<sup>ème</sup> jour de la gestation (Adams, 1960). La mortalité embryonnaire préimplantatoire serait liée à la qualité des embryons alors que les mortalités fœtales seraient plus liées à l'emplacement de la nidation ainsi qu'à la qualité du milieu utérin (Torres, 1982).

### **I.5. 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<sup>ème</sup> jour de gestation. La partie fœtale est visible vers le 10<sup>ème</sup> jour, son poids dépasse celui du placenta maternel à partir du 20<sup>ème</sup> jour de gestation (Lebas, 2009).

#### **I.5.1. Les caractéristiques du placenta chez la lapine :**

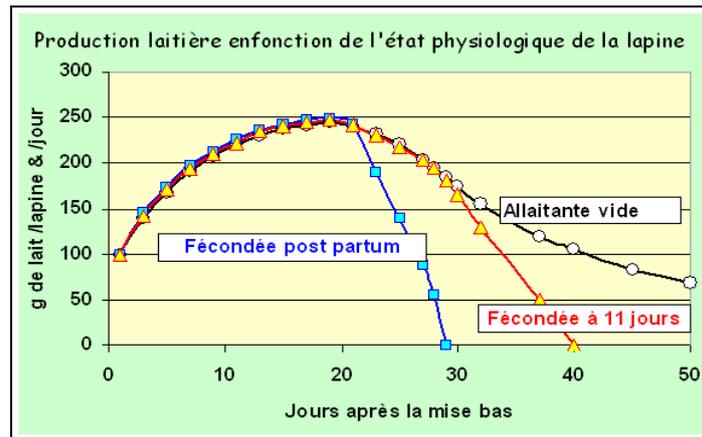
Le placenta chez la lapine se caractérise par rapport à celui des autres mammifères domestiques par (Gayrard, 2007) :

- **Placenta décidualé (ou décidu)** : les inter digitations 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.

### I.6. Mise bas et allaitement des lapereaux.

La mise bas dure 10 à 20 minutes indépendamment de la taille de portée qui peut varier de 1 à 20 lapereaux avec une moyenne située autour de 8 à 10. Elle intervient généralement après 31 à 32 jours de gestation (Foote et Carney, 2000). Dès lors, la production quotidienne de lait augmente de 30-50 g les deux premiers jours à 200-250 g vers la fin de la 3<sup>ème</sup> semaine de lactation (**Figure 4**). Elle décroît ensuite plus ou moins rapidement en fonction de la présence ou de l'absence simultanée d'une gestation. A partir du 22<sup>ème</sup> jour *post partum*, la quantité de lait produite diminue brutalement chez les lapines gestantes alors que cette diminution est beaucoup moins rapide chez des lapines non gestantes (Lebas, 1972). Quelque soit le statut physiologique des lapines allaitantes, la production laitière devient nulle au 28-29<sup>ème</sup> jour de gestation.

La lapine peut être mise à la reproduction aussitôt après la mise bas ou même pendant la période de lactation et alors, assurer simultanément, une lactation et une gestation. Cette situation est celle qui est le plus souvent rencontrée dans les élevages cunicoles avec une conduite en bande unique et des inséminations artificielles (IA) tous les 42 jours (IA au 11<sup>ème</sup> jour de lactation).



**Figure 4 :** Évolution de la production laitière de lapines simplement allaitantes ou simultanément gestantes et allaitantes (Lebas, 1972).

## **Chapitre II : Poids à la naissance chez le lapin et leurs facteurs de variation.**

### **II.1. Le poids de la portée à la naissance :**

Chez les lapins de population locale Algérienne, le poids moyen total de la portée à la naissance est de 324 g avec un poids individuel de 48,4 g (Moulla et Yakhlef, 2007).

Selon Berchiche et Zerrouki (2000), le poids à la naissance des lapins de population locale est assez variable, avec un coefficient de variation de 31,05%.

D'après 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).

A la naissance, les lapines de race Européenne expriment un poids nettement plus haut. Le poids moyen de la portée à la naissance des femelles de race Fauve de Bourgogne et Chinchilla est de 431 g alors que les lapereaux à la naissance pèsent environ 75,5 g (Bolet *et al.*, 2004).

### **II.2. Les facteurs de variation du poids à la naissance :**

#### **II.2.1. Effet de la parité :**

Selon Theau-Clément (2005), les nullipares sont généralement très réceptives et indiquent une fertilité supérieure à 70 %, mais une prolificité plus modeste que les lapines de parités suivantes pour le même génotype. 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). La parité pour laquelle le maximum est atteint varie en fonction des auteurs. Selon Ouyed *et al.*, (2007), le maximum s'observe vers la cinquième parité. Après ce maximum, la diminution de la taille de portée est nette et régulière.

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 de 6 à 12 % plus élevé par rapport à celui des 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 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 ovulés, la mortalité embryonnaire et fœtale a tendance à augmenter avec le numéro de parité (Hulot et Matheron, 1981).

### **II.2.2. Effet de l'allaitement :**

Chez la lapine, l'unité fœto-placentaire 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). Au 28<sup>ème</sup> jour de la gestation, le poids des fœtus des femelles allaitantes est de - 20 % par rapport 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 sa 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.2.3 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.*, 2007).

#### **II.2.4. 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.2.5 Effet de la saison de naissance :**

Un effet significatif de la saison sur le poids total des lapereaux nés vivants a été observé par Moulla et Yakhlef (2007). En effet, 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.2.6. Effet de la position intra-utérine :**

##### **II.2.6.1 Effet de l'espace vital :**

Chaque fœtus a besoin d'un minimum d'espace dans l'utérus pour s'attacher, survivre et se développer. Une réduction de la longueur de l'utérus est associée à une diminution des performances (Webel et Dziuk, 1974 ; Christenson *et al.*, 1987).

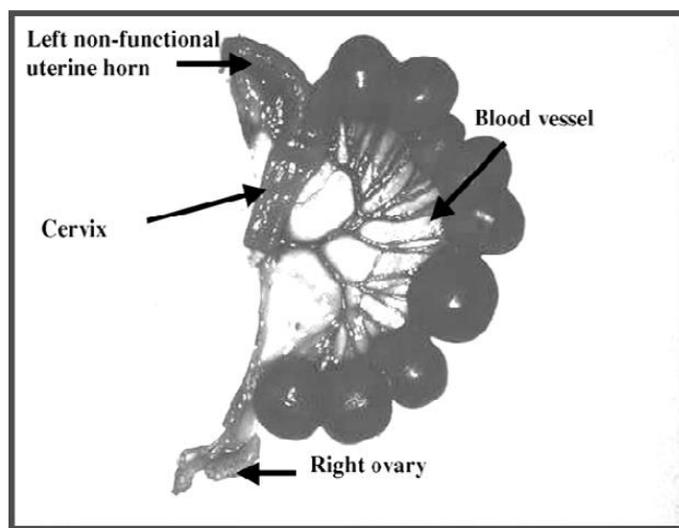
L'augmentation de la taille de portée est associée avec une diminution de l'espace vital. Au 18<sup>ème</sup> jour de gestation, Argente *et al.* (2008), ont démontré chez les lapines uniovariectomisées que l'espace vital n'influence pas le développement des placentas et le développement fœtal. Par contre, aux stades avancés de gestation. Argente *et al.* (2003), ont trouvé une réduction du développement fœtal et placentaire avec chaque augmentation du nombre de fœtus (25<sup>ème</sup> jour de gestation) car le développement fœtal devient plus limité par l'espace vital à la fin de gestation. Par ailleurs, chez les fœtus morts, l'espace vital retrouvé est plus faible par rapport à celui des fœtus vivants (Argente *et al.*, 2008).

De même, le poids des placentas fœtaux des fœtus morts est doublement faible chez les femelles uniovariectomisées comparées aux femelles intactes. Le poids faible de placenta est responsable en partie de la mortalité précoce (Argente *et al.*, 2008). Par ailleurs, une grande disponibilité en espace vital permet à un grand nombre de vaisseaux sanguins d'arriver

au niveau du site d'implantation et par conséquent, un meilleur développement (Argente *et al.*, 2008).

### II.2.6.2 L'effet de la vascularisation :

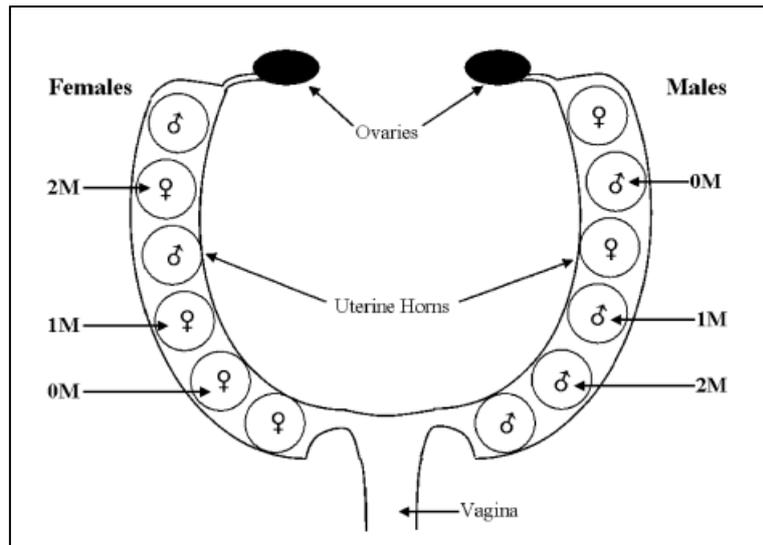
La relation entre le développement fœtal et la position dans la corne utérine peut s'expliquer par l'espace vital ou l'espace disponible pour chaque fœtus d'une part et le nombre de vaisseaux sanguins arrivant au niveau de chaque site d'implantation d'autre part (Figure 5).



**Figure 5** : Les vaisseaux sanguins arrivant au niveau des sites d'implantation de la corne utérine droite d'une lapine hémiovariectomisée (Argente *et al.*, 2003).

### II.2.6.3 L'effet du sexe fœtal :

Hormis ce type de position purement anatomique, il existe une autre particularité quant à cette dernière, celle en relation avec les hormones fœtales. Tout fœtus non situé à une extrémité de l'utérus sera situé entre deux mâles (2 M), deux femelles (0 M) ou un mâle et une femelle (1 M) (Figure 6). Cette position intra utérine à des effets importants et de grande envergure sur le développement fœtal (Ryan et Vandenberg, 2002).



**Figure 6** : Représentation schématique des positions de fœtus dans un utérus (Bryce, 2002).

Chez les mammifères, les fœtus mâles produisent de la testostérone plutôt et en plus grande quantité que les fœtus femelles. Celles-ci à leurs tours produisent de plus grandes quantités d'œstradiol. Ces hormones peuvent diffuser à travers le liquide amniotique entre fœtus.

Effectivement, les deux fœtus 2M mâles et femelles (positionnés entre deux mâles) ont des concentrations sanguines plus élevées en testostérone et faibles en œstradiol que les fœtus 0M (positionnés entre deux femelles) (VomSaal *et al.*, 1990). Ce mécanisme de transfert d'hormones chez le fœtus de souris est devenu assez bien compris et accepté chez plusieurs espèces.

## **I. L'objectif :**

L'objectif de cette expérience est d'étudier, chez les lapines de la souche synthétique, les facteurs de variation du développement fœtal et placentaire en fin de gestation : l'effet de la position intra utérine, de la vascularisation et du sexe fœtal.

## **II. Matériel et méthodes :**

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

L'expérience s'est déroulée au niveau du clapier de la Station Expérimentale de l'Université Saad Dahleb, Blida -1- (**Figure 07**). Elle s'est étalée entre le mois de Janvier au mois de Mai 2017.



**Figure 07** : Le bâtiment d'élevage.

### **II.2. Les animaux :**

Un total de 16 femelles ont été sélectionnées et placées dans des cages individuelles de type maternité. Les critères de choix des femelles étaient :

- **Age** : 04 mois.
- **Un poids homogène et représentatif de la population** :  $2000 \pm 130$  g.

- **Un bon état sanitaire.**

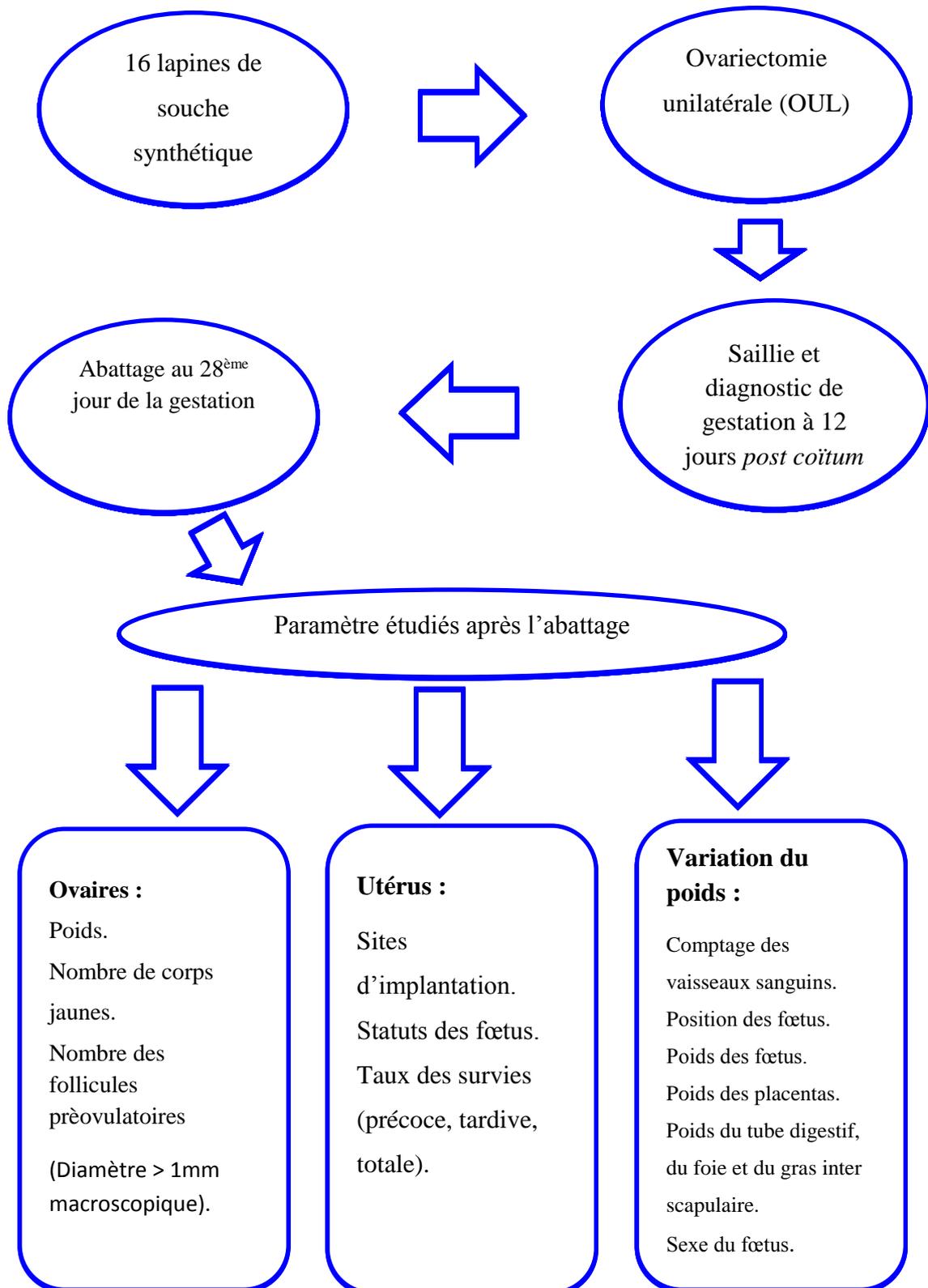
Au cours de l'expérience, quatre mâles de souche synthétique ( $3445,12 \pm 120$  g ; âgés de 7 mois) ont été utilisés pour saillir les femelles.

### **II.3. 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 bétails de Khemis el - Khechena (Boumerdes). Il est composé de maïs, de tourteau de soja, de luzerne, de son, de calcaire, de phosphate bicalcique et de CMV spécial lapin.

## II.4. La conduite expérimentale :

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



#### **II.4.1. L'ovariectomie unilatérale (OUL) :**

A l'âge de 4 mois, les femelles sélectionnées pour cette expérience (n = 16) ont subi une ovariectomie unilatérale (ovaire gauche) par voie médiane au niveau d'un cabinet vétérinaire privé (Cheraga, Alger).

##### **II.4.1.1. Phase préopératoire :**

Une diète hydrique de 12 heures, la veille de l'intervention, pour garantir la vacuité du tube digestif a été faite avant chaque intervention. Dans la salle de préparation, une demi-heure avant l'ovariectomie, nous avons effectué un examen général de la lapine, c'est un élément essentiel pour la réussite de l'intervention. Une fois la lapine est apte pour l'intervention, l'abdomen est tondu depuis la région péri-ombilicale jusqu'à la région inguinale. La tonte a été large pour limiter le passage de poils dans le champ opératoire. La zone tondu est nettoyée et aseptisée à l'aide d'un savon antiseptique chirurgical.

Le protocole que nous avons utilisé pour anesthésier les femelles est couramment utilisé chez la lapine à l'aide d'une injection intra musculaire d'acèpromazine (5mg/kg, Rompun® 2% solution injectable ; Bayer Healthcare) suivie par une deuxième injection en intra veineuse de Kétamine (5mg/kg, Imalgène 1000®, Biomérieux, France). La kétamine seule, ne donne pas une myorelaxation ni analgésie suffisante donc nous avons été obligé de l'utiliser en association avec l'Acèpromazine.

##### **II.4.1.2. Phase opératoire :**

- **Technique opératoire :**

Une fois la lapine anesthésiée et préparée, sa vessie est vidée manuellement et elle est transférée depuis la salle de préparation jusqu'en salle de chirurgie. Elle est installée sur une table de chirurgie et mise en décubitus dorsale, puis immobilisée, à l'aide des ficelles attachées sur ses quatre pattes. La zone tendue est largement désinfectée avec une solution de polyvidone iodée. Un champ opératoire stérile est placé sur l'abdomen et maintenu par quatre pinces à champ (**Figures 08, 09**). Un scialytique est placé afin de permettre l'éclairage du site opératoire (en haut).



**Figure 08** : Lapine en décubitus dorsal.



**Figure 09** : Fixation des champs opératoires.

L'ovariectomie unilatérale s'est déroulée en 4 étapes : la laparotomie, la recherche et l'extériorisation de l'ovaire gauche, l'exérèse de l'ovaire et enfin la suture de la paroi abdominale.

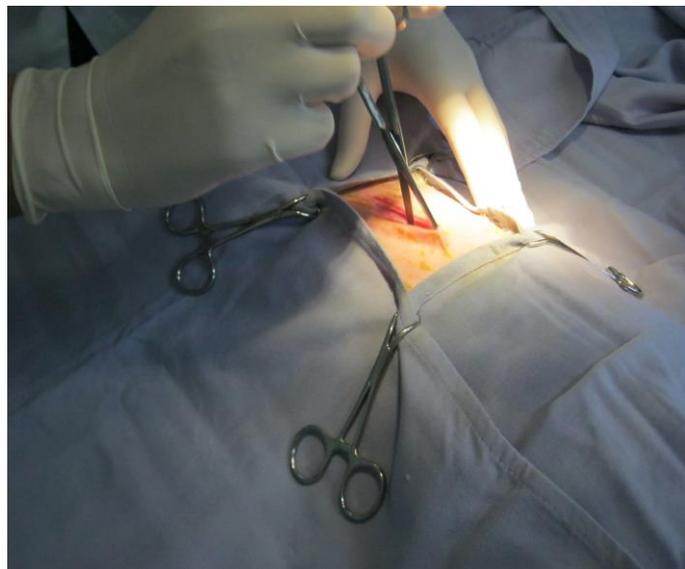
- **Laparotomie :**

L'abord des ovaires s'effectue par laparotomie longitudinale médiane moyenne, centrée sur la ligne blanche (LB) de l'ombilic vers le pubis. Une incision du plan cutané est pratiquée à l'aide d'un bistouri à environ 1 cm en arrière de l'ombilic et s'étend 3 à 5 cm

approximativement caudalement à celui-ci. Cette incision cutanée laissée apparaitre le tissu conjonctif sous cutané (**Figure 10**). Un ciseau de MAYO est introduit, lames fermées, entre les fibres afin de ponctionner d'un seul coup ferme celles-ci. Le ciseau est retiré, lames ouvertes, ce qui permet d'élargir la plaie opératoire pour faire apparaitre la paroi musculaire abdominale. La dilacération va limiter les saignements (**Figure 11**).



**Figure 10** : Incision du plan cutané.



**Figure 11** : La dilacération du plan sous-cutané à l'aide d'un ciseau de Mayo.

L'étape suivante consiste à identifier la ligne blanche, la saisir à l'aide de pinces à dents de souris et la ponctionner avec la lame du bistouri placée si possible parallèlement à la LB.

Une sonde cannelée est ensuite introduite dans le trou de ponction et est placée sous la LB afin de permettre son incision au bistouri avec le tranchant de la lame positionné vers le haut (**Figure 12**). Cette étape permet d'éviter de ponctionner accidentellement des organes (intestins, vessie ou le caecum très volumineux chez le lapin ...). Des écarteurs ont été placés pour maintenir écartées les marges de la laparotomie et favoriser la suite de l'ovariectomie.



**Figure 12** : Incision des muscles de l'abdomen par la ligne blanche.

- **Recherche et extériorisation de l'ovaire :**

Plusieurs techniques de recherche des ovaires peuvent être utilisées : au crochet, au doigt ou à la vue. La technique que nous avons utilisé est dite « au doigt », elle consiste à aller rechercher au touché soit l'ovaire soit la corne utérine (côté gauche). Une fois l'ovaire est identifié, le doigt le comprime contre la paroi abdominale et le fait glisser jusqu'à la plaie en s'aidant avec le pouce. L'ovaire et la corne utérine correspondante sont attirés délicatement vers la plaie opératoire pour être enfin extériorisés (**Figure 13**).



**Figure 13 :** Recherche et extériorisation de l'ovaire.

L'ovaire est ensuite placé dans une pince en cœur. Il doit être bien positionné au centre de la pince afin de s'assurer que la totalité de l'ovaire sera excisée et de pouvoir poser les ligatures vasculaires de part et d'autre (**Figure 14**).

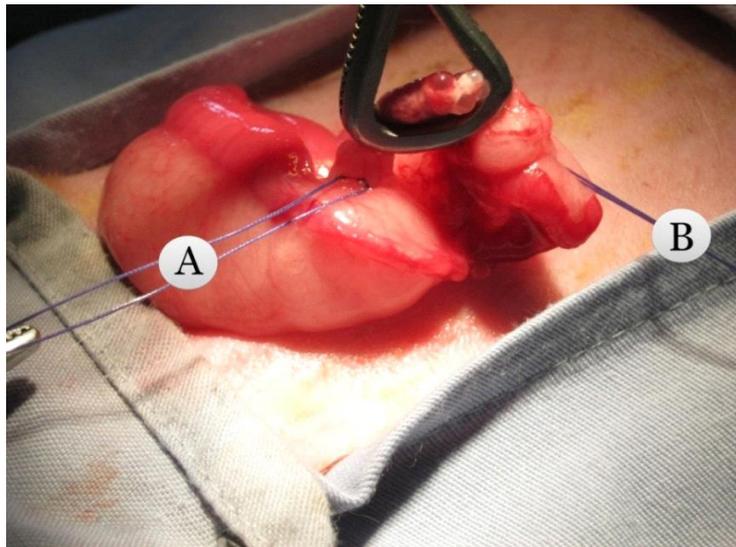


**Figure 14 :** ovaire placé dans une pince hémostatique.

- **Exérèse de l'ovaire :**

Avant de procéder à l'ablation de l'ovaire, l'hémostase chirurgicale est réalisée au moyen de deux ligatures. Pour ce faire, la pointe d'une pince hémostatique est utilisée pour

créer une brèche dans le ligament large en dessous de l'ovaire. Cette brèche est réalisée entre les vaisseaux qui convergent vers l'ovaire, permettant ainsi le passage du fil pour poser les ligatures. La première ligature intéresse l'artère et la veine utéro-ovarienne en amont de l'ovaire correspondant. La deuxième ligature doit être placée en aval de l'ovaire et intéresse l'artère ovarienne ainsi que sa veine satellite (**Figure 15**). Le passage du fil pour la réalisation de cette ligature se fait par la même brèche. Les ligatures sont placées assez loin de l'ovaire. L'exérèse de l'ovaire se fait ensuite aux ciseaux entre la ligature et l'organe.



**Figure 15** : L'hémostase chirurgicale au moyen de deux ligatures.

**A** : Ligature de l'artère et la veine utéroovarienne "en amont de l'ovaire".

**B** : Ligature de l'artère ovarienne ainsi que sa veine satellite "en aval de l'ovaire".

L'hémostase est alors vérifiée. Une fois le pédicule ovarien est incisé, l'ovaire est éliminé tout en vérifiant qu'il est entier.



**Figure 16** : l'ovaire gauche entier après exérèse.

- **Suture des plans :**

La suture se fait en trois plans. Un premier plan regroupant le péritoine et les muscles abdominaux est réalisé par des points simples séparés (**Figure 17**). Un deuxième plan intéressant le conjonctif sous cutané est refermé par un surjet simple. Enfin, la suture de la peau (**Figure 18**). Se fait au moyen de points simples séparés.



**Figure 17** : Suture du péritoine et du muscle abdominale.



**Figure 18 :** Suture de la peau.

#### **II.4.1.3. Les soins post opératoire :**

La femelle a été remise dans sa cage après un nettoyage de la plaie avec une solution de polyvidone iodée, une injection de 1 ml de pénicilline en intra musculaire (Duphapen® L.A. suspension injectable de procaine pénicilline G et de benzothine pénicilline G, 100ml, Pfizer) et pulvérisation superficielle avec l'ALUSPRAY® (Spray220 ml, Vétoquinol). Un suivi de la reprise de l'appétit et du transit digestif a été fait d'une manière régulière durant le post-opératoire parce qu'ils constituent un élément prédictif de la réussite de l'intervention. Les points de sutures ont été enlevés 10 à 12 jours après l'intervention.

#### **II.4.2. La mise à la reproduction :**

Les femelles (n = 13) ont été présentées la première fois aux mâles à l'âge de 4,5 mois, au cours de l'expérimentation, 3 femelles ont été éliminées pour des raisons sanitaires. Quatre mâles ont été utilisés pour saillir toutes les femelles. 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 comme 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

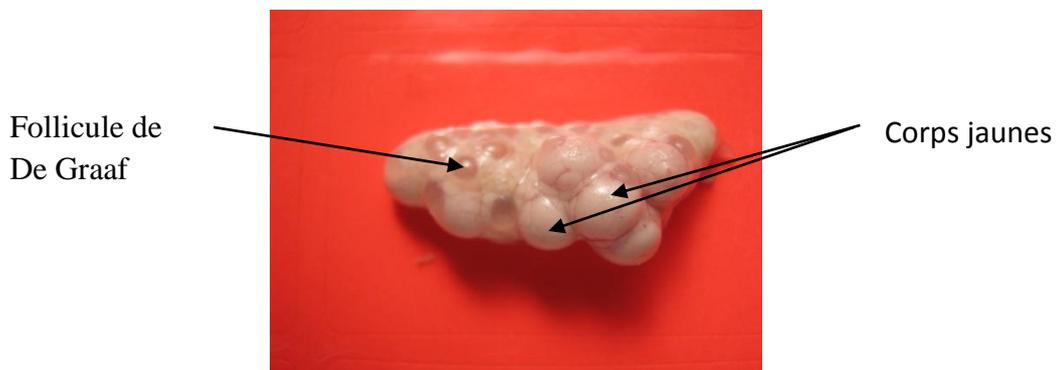
lapine puis se porte en avant pour enserrer les lombes de cette dernière avec ses membres antérieurs. Il effectue ensuite des mouvements pelviens rapides et un mouvement copulatoire, jetant ses membres postérieurs en avant et éjaculant. Déséquilibré, il tombe en arrière ou à côté en émettant quelque 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. A 12 jours *post coitum*, un diagnostic de gestation est fait par palpation abdominale.

#### **II.4.3. Mesure de la capacité utérine :**

Au 28<sup>ème</sup> jour *post coitum*, les femelles gestantes ont été pesées et sacrifiées par saignée. 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 uro-génital. La masse intestinale est poussée dans la cavité abdominale afin de faciliter l'extériorisation de l'appareil génital ainsi, l'ovaire, la corne utérine et l'oviducte droits ont été prélevés. Divers paramètres sur les différentes composantes de l'appareil génital ont alors été mesurés.

##### **II.4.3.1. Les caractéristiques de l'ovaire :**

Une fois débarrassés de leurs graisses, les ovaires sont pesés puis placés dans des boites de pétri contenant du sérum physiologique. Le nombre de follicules pré ovulatoires dont le diamètre est supérieur à 1 mm sont mesurés sur l'ovaire selon la technique cité par Lorenzo *et al.* (1996) sous une loupe binoculaire. Le nombre de corps jaunes non hémorragiques a été compté directement sur l'ovaire (**Figure 19**).



**Figure 19** : Ovaire avec ses différentes structures.

#### **II.4.3.2. Etude de la vascularisation :**

Un dénombrement, par un examen externe des cornes utérines, des sites d'implantation contenant des fœtus ou sans et du nombre de vaisseaux sanguins arrivant au niveau de chaque site d'implantation (**Figure 20**) 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  $\leq 4$  vaisseaux sanguins.
- Fœtus présentant entre 5 à 6 vaisseaux sanguins.
- Fœtus avec plus de 6 vaisseaux sanguins.



**Figure 20 :** Les vaisseaux sanguins arrivant au niveau des sites d'implantation.

#### **II.4.3.3. Etude de l'implantation et du développement foetal :**

La corne utérine est séparée dans la zone vaginale au niveau du cervix et débarrassée de sa graisse. Sa longueur et son poids ont été rapidement noté et elle est longitudinalement fondue afin de mesurer les différents paramètres.

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

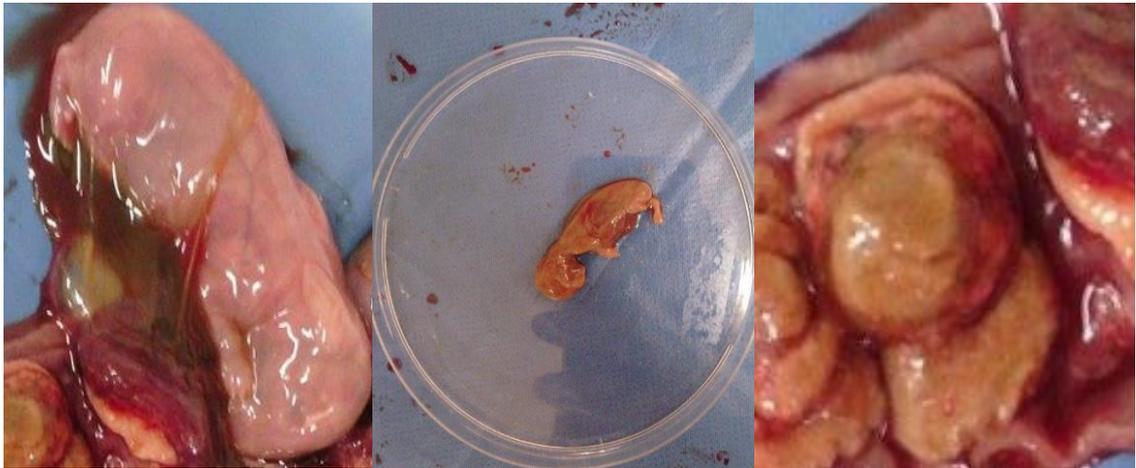
Le nombre de sites d'implantation a été noté. Nous considérons comme site d'implantation toute trace d'implantation de l'embryon qu'il soit mort ou vivant lors de l'abattage.

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

- **Le statut des fœtus :**

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

- **Fœtus vivants** : lorsque les fœtus étaient bien développés (**Figure 21**).
- **Fœtus morts** : lorsque les fœtus sont reconnaissables mais ils présentent un retard de développement (cette mortalité s'observe entre le 20<sup>ème</sup> et le 28<sup>ème</sup> jour de la gestation) (**Figure 22**).
- **Fœtus résorbés** : lorsque les fœtus ne sont pas reconnaissables et seulement le placenta est présent (cette mortalité s'observe généralement entre le 15<sup>ème</sup> et le 20<sup>ème</sup> jour de la gestation) (**Figure 23**).

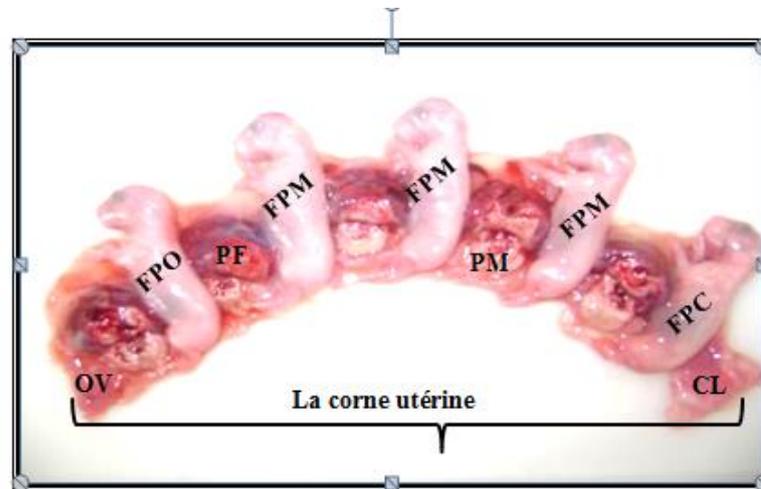


**Figure 21** : Fœtus vivant.    **Figure 22** : Fœtus mort.    **Figure 23** : Fœtus résorbé.

#### **II.4.3.4. Etude des effets de la position intra utérine :**

Les fœtus ont été classés selon leur localisation dans la corne utérine en trois positions (Argente *et al.* 2008) (**Figure 24**) :

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



**Figure 24** : La position des fœtus au niveau de la corne utérine. **CL** : Col utérin ; **FPC** : Fœtus en position cervicale ; **FPM** : Fœtus en position médiane ; **FPO** : Fœtus en position oviductale ; **OV** : Extrémité oviductale ; **PF** : Placenta fœtal ; **PM** : placenta maternel.

#### **II.4.3.5. Etude des caractéristiques fœtales :**

Les fœtus, débarrassés de leurs enveloppes fœtaux, sont pesés à l'aide d'une balance de précision. La longueur entre le sommet de la tête et la croupe a été mesurée par un ruban métrique. Les fœtus ont été disséqués et les poids du tube digestif vide, le foie et le tissu adipeux brun ont été notés. Le sexe de chaque fœtus a été identifié par observation directe des gonades mâles ou femelles.

#### **II.4.3.6. Calcule de l'espace vital:**

Les placentas fœtaux et maternels sont disséqués, séparés tout en laissant le placenta maternel attaché à l'utérus. L'espace vitale ou disponible pour chaque fœtus a été calculé selon les formules citées par Argente *et al.* (2008) (**Figure 25**) :

- *Pour le fœtus en position centrale :*

L'espace disponible (ED) = La longueur de son placenta maternel (LPM) + ½ la distance totale entre deux placentas maternels adjacents (2).

- *Pour les fœtus en position extrême :*

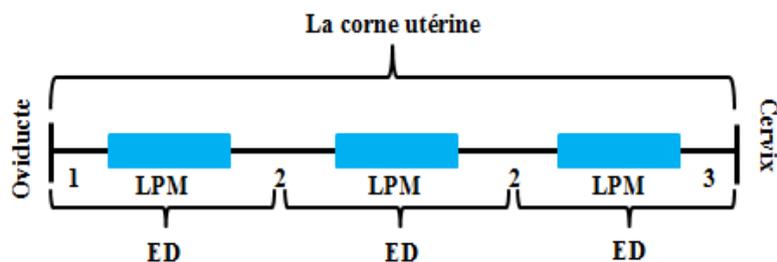
*La position oviductale :*

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.

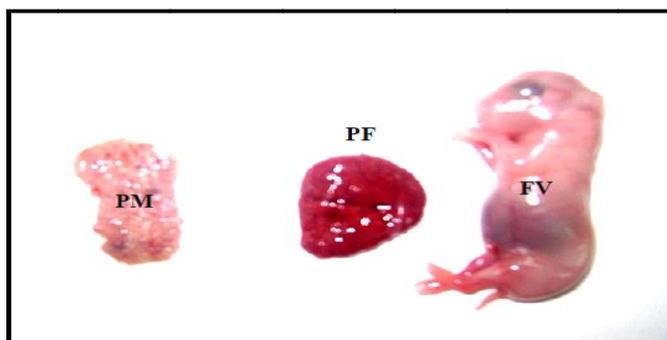
*La position cervicale :*

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) et la longueur et le poids de corne utérine vide sont mesurés.



**Figure 25 :** L'espace vital par fœtus mesuré sur la corne utérine. **LPM :** Longueur de placenta maternel ; **ED :** Espace vital ou disponible pour chaque fœtus ; **1 :** Distance entre le sommet de la corne utérine et le premier placenta maternel ; **2 :** Distance entre deux placentas maternels adjacents ; **3 :** Distance entre le col et le premier placenta maternel.



**Figure 26** : Foetus vivant avec ses placentas (maternel et foetal). **FV** : Foetus vivant ; **PM** : Placenta maternel ; **PF** : Placenta foetal.

#### II.4.4. Les paramètres mesurés chez la femelle et les chez les foetus :

Les différents paramètres mesurés chez les femelles ainsi que les foetus sont regroupés respectivement dans les tableaux suivants.

**Tableau 02** : Les paramètres mesurés chez les lapines au moment de l'abattage.

| Traits              | Définition   |
|---------------------|--|
| <b>PO</b>           | Le poids de l'ovaire droit   |
| <b>TO</b>           | Le taux d'ovulation : le nombre de corps jaunes non hémorragiques  |
| <b>EI</b>           | Le nombre d'embryons implantés : le nombre de sites d'implantation   |
| <b>FV</b>           | Le nombre de foetus vivants : foetus bien développés sans aucun retard de croissance ou mal formation  |
| <b>FM</b>           | Le nombre de foetus morts : foetus de petite taille, reconnaissables et présentant un retard de croissance.<br>$FM = EI - FV$                    |
| <b>FR</b>           | Le nombre de foetus résorbés : foetus non reconnaissables et seulement le placenta est présent marquant l'implantation.<br>$FR = EI - (FV + FM)$ |
| <b>SE</b>           | La survie embryonnaire = $EI/TO$   |
| <b>SF</b>           | La survie foetale = $FV/EI$  |
| <b>SP</b>           | La survie prénatale = $FV/TO$  |
| <b>LCUP et PCUP</b> | La longueur et le poids de la corne utérine pleine   |
| <b>LCUV et PCUV</b> | La longueur et le poids de la corne utérine vide   |

**Tableau 03** : Les paramètres mesurés chez les fœtus

| Traits      | Définition   |
|-------------|--|
| <b>PIF</b>  | Poids individuel des fœtus   |
| <b>PTD</b>  | Poids de tube digestif avec l'estomac vidé                               |
| <b>PF</b>   | Poids de foie  |
| <b>PTAB</b> | Poids de tissu adipeux brun  |
| <b>PIPM</b> | Poids individuel de placenta maternel                                    |
| <b>PIPF</b> | Poids individuel de placenta fœtal                                       |
| <b>LF</b>   | Longueur des fœtus : la distance entre le sommet de la tête et la croupe |
| <b>LPM</b>  | Longueur du placenta maternel  |
| <b>EDI</b>  | Espace disponible individuel   |
| <b>EP</b>   | poids individuel du fœtus / poids individuel du placenta fœtal           |

#### **II.4.5. L'analyse statistique :**

Les résultats obtenus ont été décrits par la moyenne et l'écart-type. Ils ont été soumis à une analyse de la variance à un seul facteur. Les analyses ont été effectuées à l'aide du programme Statview (Abacus Concepts, 1996, Inc., Berkeley, CA94704-1014, USA). Les paramètres mesurés chez les fœtus sont analysés en utilisant la procédure Mixed avec le modèle suivant :

$$y_{ijkl} = \mu + P_i + S_j + V_k + e_{ijkl}$$

**P<sub>i</sub>**: l'effet de la position intra utérine avec trois niveaux (oviductale, médiane et cervicale), **S<sub>j</sub>**: l'effet du sexe avec deux niveaux (mâle et femelle), **V<sub>k</sub>** : l'effet de la vascularisation avec trois niveaux ( $\leq$  à 4, entre 5 à 6 et  $>$  à 6 vaisseaux sanguins), **e<sub>ijkl</sub>** : l'erreur.

Afin d'apprécier la relation entre les différents paramètres mesurés dans notre expérimentation, nous avons étudié certaines corrélations. Le coefficient de régression linéaire a été calculé à l'aide du programme Microsoft Excel 2013.

Résultats :

**I. Paramètres mesurés chez la femelle.**

**I.1. Ovulation, implantation et caractéristiques des fœtus :**

L'ovulation, l'implantation et les caractéristiques des fœtus sont présentées dans le **Tableau 04**. Le poids des femelles utilisées durant l'expérimentation est de 3893g.

Au niveau ovarien, au 28<sup>ème</sup> jour de la gestation, le poids de l'ovaire droit est de 10,87 ± 1,72g. Les femelles de souche synthétique présentent un taux d'ovulation de 11 corps jaunes. Le nombre de follicules préovulatoires mesuré macroscopiquement est de 4,25 ± 2,96.

Par ailleurs, le nombre total d'embryons implantés est de 7,7 dont 6,4 vivants, 0,4 morts et 1 résorbé.

Enfin, la distance entre l'oviducte et le premier placenta maternel d'une part et le dernier placenta maternel et le cervix d'autre part étaient respectivement 1,67 et 1,65 cm.

**Tableau 04 :** Le taux d'ovulation, d'implantation et les caractéristiques des fœtus en développement chez les lapines de souche synthétique (moyenne ± écart-type).

|                                 | Moyenne | Ecart-type |
|---------------------------------|---------|------------|
| <b>PV</b> , g                   | 3893,12 | 313,72     |
| <b>TO</b> , cj                  | 10,87   | 1,72       |
| <b>PO</b> , g                   | 0,85    | 0,15       |
| <b>FP</b> , macro               | 4,25    | 2,96       |
| <b>EI</b> , embryons            | 7,75    | 3,19       |
| <b>FV</b>                       | 6,37    | 2,77       |
| <b>FM</b>                       | 0,37    | 0,51       |
| <b>FR</b>                       | 1       | 1,19       |
| <b>OV-Premier placenta</b> , cm | 1,67    | 1,03       |
| <b>Cv-Dernier placenta</b> , cm | 1,65    | 0,59       |

**PV** : poids vif ; **TO** : taux d'ovulation ; **PO** : poids de l'ovaire droit ; **FPmacro** : nombre de follicules préovulatoires estimés macroscopiquement ; **EI** : nombre d'embryons implantés ; **FV** : nombre de fœtus vivants ; **FM** : nombre de fœtus morts ; **FR** : nombre de fœtus résorbés ; **OV-Premier placenta** : la distance entre l'oviducte et le premier placenta maternel ; **Cv-Dernier placenta** : la distance entre le cervix et le dernier placenta maternel.

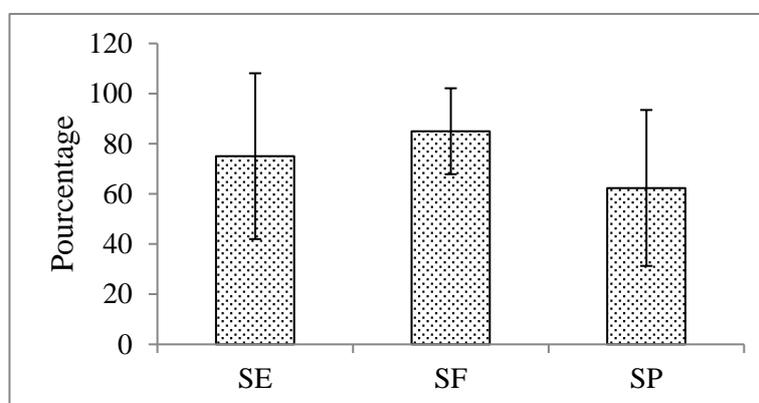
## I.2. La survie au cours de la gestation :

La survie aux différents stades de la gestation est présentée dans le **Tableau 05** et illustrée dans la **Figure 27**. La survie embryonnaire, fœtale et prénatale sont 75, 85, et 62% respectivement.

**Tableau 05** : La survie embryonnaire, fœtale et prénatale chez les femelles de souche synthétique (moyenne  $\pm$  écart-type).

|               | Moyenne | Ecart-type |
|---------------|---------|------------|
| <b>SE</b> , % | 75,04   | 33,06      |
| <b>SF</b> , % | 84,99   | 17,13      |
| <b>SP</b> , % | 62,37   | 31,09      |

**SE** : survie embryonnaire ; **SF** : survie fœtale ; **SP** : survie prénatale.



**Figure 27** : La survie embryonnaire, fœtale et prénatale chez les femelles de souche synthétique au 28<sup>ème</sup> jour de la gestation.

**SE** : survie embryonnaire ; **SF** : survie fœtale ; **SP** : survie prénatale.

## II. Paramètres mesurés chez les fœtus :

### II.1. L'effet de la position *in utéro* :

#### II.1.1. Effet sur le développement fœtal :

L'effet de la position intra utérine sur le développement fœtal est présenté dans le **Tableau 06**. L'effet de la position intra utérine est hautement significatif. En effet, les fœtus en position cervicale ou oviductale présentent un poids et une taille significativement plus élevés par rapport à ceux implantés en position médiane (+ 21% et 9,6% ;  $P < 0,05$  respectivement).

Par ailleurs, le poids du tube digestif et du foie sont significativement plus faibles en position médiane par rapport à ceux mesurés en position oviductale d'une part (1,75 vs 1,93g ;  $P < 0,05$ ) et ceux notés en position cervicale d'autre part (1,75 vs 2,12g ;  $P < 0,05$ ).

Enfin, aucune différence significative n'a été relevée entre les trois positions étudiées pour le poids du cerveau et celui du tissu adipeux brun.

**Tableau 06** : L'effet de la position *in utéro* sur développement des fœtus et de leurs organes internes (moyenne  $\pm$  écart-type).

| Traits          | Position oviductale (n=7)     | Position médiane (n=35)       | Position cervicale (n=6)       |
|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| <b>PIF</b> , g  | 43,25 <sup>a</sup> $\pm$ 5,96 | 34,74 <sup>b</sup> $\pm$ 8,28 | 45,09 <sup>ab</sup> $\pm$ 9,02 |
| <b>LF</b> , cm  | 12,21 <sup>a</sup> $\pm$ 0,42 | 11,11 <sup>b</sup> $\pm$ 1,17 | 12,38 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,98 |
| <b>PTD</b> , g  | 1,93 <sup>a</sup> $\pm$ 0,69  | 1,75 <sup>b</sup> $\pm$ 0,73  | 2,12 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,78  |
| <b>PF</b> , g   | 3,43 <sup>a</sup> $\pm$ 0,51  | 2,46 <sup>b</sup> $\pm$ 0,62  | 3,97 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,51  |
| <b>PC</b> , g   | 0,88 $\pm$ 0,29               | 0,86 $\pm$ 0,18               | 0,86 $\pm$ 0,06                |
| <b>PTAB</b> , g | 0,38 $\pm$ 0,28               | 0,26 $\pm$ 0,15               | 0,31 $\pm$ 0,06                |

**PIF** : poids individuel des fœtus ; **LF** : longueur des fœtus ou la distance entre le sommet de la tête et la croupe ; **PTD** : poids du tube digestif avec l'estomac vidé ; **PF** : poids du foie ; **PC** : poids du cerveau ; **PTAB** : poids de tissu adipeux brun. a, b, c ... : sur une même ligne les moyennes affectées d'une lettre différente, diffèrent entre elles au seuil  $P < 0,05$ .

### II.1.2. Effet sur l'espace vital et le développement des placentas :

Contrairement à l'espace vital ou disponible pour chaque fœtus, le poids du placenta fœtal a varié en fonction de la position intra utérine (**Tableau 07**). En effet les fœtus en position oviductale ou cervicale ont présentés des placentas fœtaux plus lourds par rapport à ceux des fœtus en position médiane (+30% ;  $P < 0,05$ ).

Par ailleurs, le poids du placenta maternel et l'efficacité placentaire n'ont pas varié significativement en fonction de la position intra utérine ( $P > 0,05$ ).

**Tableau 07** : L'effet de la position *in utero* sur l'espace vital, le développement des placentas et sur l'efficacité placentaire (moyenne  $\pm$  écart-type).

|                 | Position oviductale (n=7)     | Position médiane (n=35)       | Position cervicale (n=6)      |
|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <b>EDI</b> , cm | 3,89 $\pm$ 1,53               | 3,13 $\pm$ 0,65               | 3,42 $\pm$ 0,57               |
| <b>PIPF</b> , g | 3,83 <sup>a</sup> $\pm$ 0,98  | 2,58 <sup>b</sup> $\pm$ 0,56  | 3,56 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,49 |
| <b>PIPM</b> , g | 1,57 $\pm$ 0,51               | 1,34 $\pm$ 0,31               | 1,14 $\pm$ 0,24               |
| <b>EP</b>       | 11,78 <sup>a</sup> $\pm$ 2,77 | 13,78 <sup>b</sup> $\pm$ 3,56 | 12,77 <sup>a</sup> $\pm$ 2,60 |

**EDI** : espace disponible individuel ou espace vital ; **PIPF** : poids individuel du placenta fœtal ; **PIPM** : poids individuel du placenta maternel ; **EP** : efficacité placentaire. a, b, c ...: sur une même ligne les moyennes affectées d'une lettre différente, différent entre elles au seuil  $P < 0,05$ .

## II.2. L'effet de la vascularisation :

### II.2.1. Effet sur le développement fœtal :

L'effet du nombre de vaisseaux sanguins arrivant au niveau de chaque site d'implantation sur le développement du fœtus et de ses organes internes est présenté dans le **Tableau 08**. L'effet de la vascularisation a été hautement significatif et les fœtus dont le site d'implantation est irrigué avec un nombre de vaisseaux sanguins  $>6$  ont présenté les poids corporel, du tube digestif et du tissu adipeux brun les plus élevés ( $P < 0,05$ ).

En revanche, la taille du fœtus, le poids de son foie et celui de son cerveau n'ont pas varié significativement entre les trois classes de vaisseaux sanguins considérées ( $P > 0,05$ ).

**Tableau 08 :** L'effet de la vascularisation sur le développement des fœtus et de leurs organes internes (moyenne  $\pm$  écart-type).

| Traits          | VS $\leq$ 4<br>(n=6)          | VS entre 5 à 6<br>(n=19)      | VS > 6<br>(n=23)               |
|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| <b>PIF</b> , g  | 35,78 <sup>a</sup> $\pm$ 6,22 | 34,98 <sup>a</sup> $\pm$ 7,49 | 39,56 <sup>b</sup> $\pm$ 10,35 |
| <b>LF</b> , cm  | 11,23 $\pm$ 1,15              | 11,11 $\pm$ 0,94              | 11,76 $\pm$ 1,32               |
| <b>PTD</b> , g  | 1,78 <sup>a</sup> $\pm$ 0,34  | 1,60 <sup>a</sup> $\pm$ 0,44  | 2,02 <sup>b</sup> $\pm$ 0,93   |
| <b>PF</b> , g   | 2,77 $\pm$ 0,82               | 2,68 $\pm$ 0,75               | 2,88 $\pm$ 0,88                |
| <b>PC</b> , g   | 0,87 $\pm$ 0,03               | 0,87 $\pm$ 0,25               | 0,85 $\pm$ 0,14                |
| <b>PTAB</b> , g | 0,28 <sup>a</sup> $\pm$ 0,08  | 0,23 <sup>a</sup> $\pm$ 0,24  | 0,33 <sup>b</sup> $\pm$ 0,22   |

**PIF** : poids individuel des fœtus ; **LF** : longueur des fœtus ou la distance entre le sommet de la tête et la croupe ; **PTD** : poids du tube digestif avec l'estomac vidé ; **PF** : poids du foie ; **PC** : poids du cerveau ; **PTAB** : poids de tissu adipeux brun. a, b, c ... : sur une même ligne les moyennes affectées d'une lettre différente, différent entre elles au seuil P<0,05.

### II.2.2. Effet sur l'espace vital et le développement des placentas :

Contrairement à l'espace vital et le poids des placentas, l'efficacité placentaire a présenté des valeurs significativement différentes en fonction du nombre de vaisseaux sanguins (**Tableau 09**). En effet, la valeur la plus élevée de l'efficacité placentaire a été mesurée pour les fœtus recevant un nombre de vaisseaux sanguins >6 (+2,45 ; P<0,05).

**Tableau 09 :** L'effet de la vascularisation sur l'espace vital, le développement des placentas et sur l'efficacité placentaire (moyenne  $\pm$  écart-type).

|                 | VS $\leq$ 4<br>(n=6)          | VS entre 5 à 6<br>(n=19)      | VS > 6<br>(n=23)              |
|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <b>EDI</b> , cm | 2,87 $\pm$ 0,72               | 3,39 $\pm$ 0,74               | 3,30 $\pm$ 0,95               |
| <b>PIPF</b> , g | 3,11 $\pm$ 0,83               | 2,88 $\pm$ 0,83               | 2,83 $\pm$ 0,79               |
| <b>PIPM</b> , g | 1,47 $\pm$ 0,01               | 1,21 $\pm$ 0,34               | 1,43 $\pm$ 0,35               |
| <b>EP</b>       | 11,80 <sup>a</sup> $\pm$ 1,51 | 12,41 <sup>a</sup> $\pm$ 1,90 | 14,55 <sup>b</sup> $\pm$ 4,24 |

**EDI** : espace disponible individuel ou espace vital ; **PIPF** : poids individuel du placenta fœtal ; **PIPM** : poids individuel du placenta maternel ; **EP** : efficacité placentaire. a, b, c ... : sur une même ligne les moyennes affectées d'une lettre différente, différent entre elles au seuil P<0,05.

### II.3. L'effet du sexe fœtal :

#### II.3.1. Effet sur le développement fœtal :

L'effet du sexe sur le développement du fœtus et ses organes internes est présenté dans le **Tableau 10**. L'analyse statistique n'a montré aucune différence significative entre les deux sexes étudiés et ce pour l'ensemble des paramètres mesurés au 28<sup>ème</sup> jour de la gestation.

**Tableau 10** : L'effet du sexe sur le développement des fœtus et de leurs organes internes (moyenne  $\pm$  écart-type).

| Traits  | Fœtus mâles<br>(n=26) | Fœtus femelles<br>(n=22) |
|---------|-----------------------|--------------------------|
| PIF, g  | 37,17 $\pm$ 10,53     | 37,39 $\pm$ 6,97         |
| LF, cm  | 11,31 $\pm$ 1,25      | 11,57 $\pm$ 1,10         |
| PTD, g  | 1,83 $\pm$ 0,77       | 1,82 $\pm$ 0,69          |
| PF, g   | 2,75 $\pm$ 0,95       | 2,83 $\pm$ 0,63          |
| PC, g   | 0,89 $\pm$ 0,20       | 0,84 $\pm$ 0,17          |
| PTAB, g | 0,27 $\pm$ 0,12       | 0,30 $\pm$ 0,22          |

PIF : poids individuel des fœtus ; LF : longueur des fœtus ou la distance entre le sommet de la tête et la croupe ; PTD : poids du tube digestif avec l'estomac vidé ; PF : poids du foie ; PC : poids du cerveau ; PTAB : poids de tissu adipeux brun.

#### II.3.2. Effet sur l'espace vital et le développement des placentas :

Nous n'avons enregistré aucune différence significative entre les fœtus de sexe mâle et femelle pour l'espace vital, le poids des placentas et l'efficacité placentaire (**Tableau 11**).

**Tableau 11** : L'effet du sexe sur l'espace vital, le développement des placentas et sur l'efficacité placentaire (moyenne  $\pm$  écart-type).

|         | Fœtus mâles<br>(n=26) | Fœtus femelles<br>(n=22) |
|---------|-----------------------|--------------------------|
| EDI, cm | 3,27 $\pm$ 0,70       | 3,32 $\pm$ 1,00          |
| PIPF, g | 2,77 $\pm$ 0,73       | 3,01 $\pm$ 0,87          |
| PIPM, g | 1,28 $\pm$ 0,33       | 1,42 $\pm$ 0,36          |
| EP      | 13,68 $\pm$ 3,46      | 12,98 $\pm$ 3,31         |

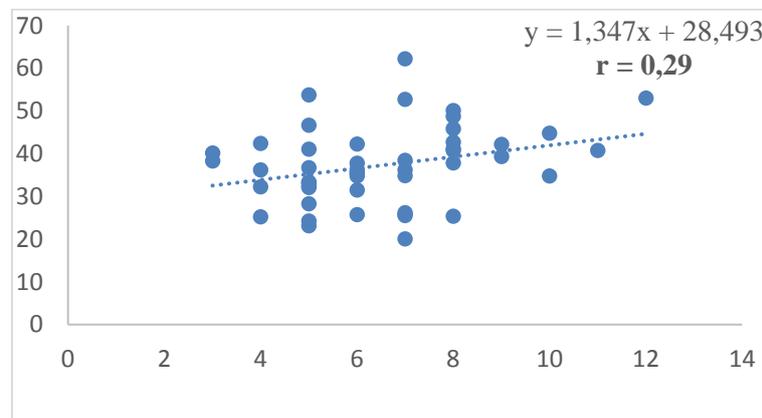
EDI : espace disponible individuel ou espace vital ; PIPF : poids individuel du placenta fœtal ; PIPM : poids individuel du placenta maternel ; EP : efficacité placentaire.

### III. L'étude des corrélations :

Afin d'étudier la relation entre les différents paramètres mesurés dans cette étude, nous avons calculé le coefficient de corrélation linéaire existant entre les variables.

#### III.1 Corrélation entre poids des fœtus et les vaisseaux sanguins :

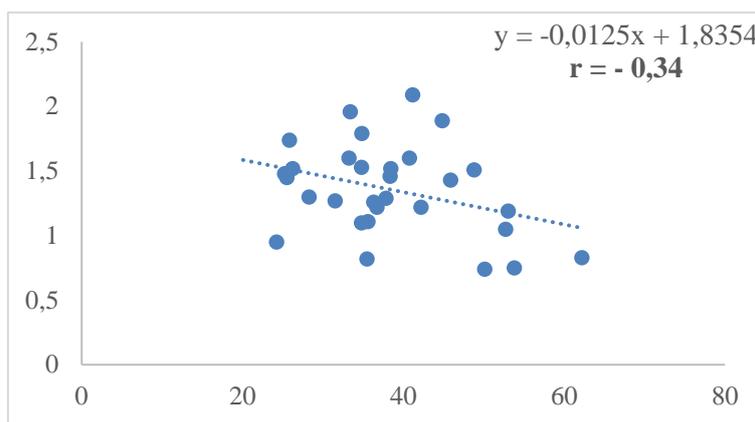
La corrélation entre le nombre de vaisseaux sanguins arrivant au niveau de chaque site d'implantation et le poids du fœtus est présentée dans la **Figure 28**. La corrélation entre ces deux derniers paramètres est faible mais positive ( $r = 0,29$ ).



**Figure 28** : Corrélation entre poids des fœtus et les vaisseaux sanguins.

#### III.2 Corrélation entre le poids des fœtus et le placenta maternel :

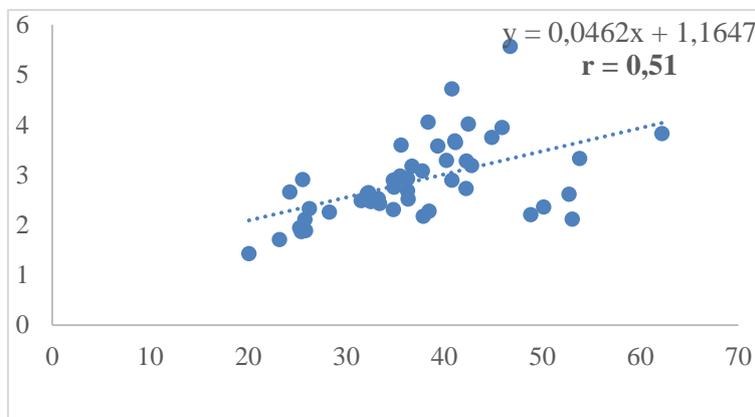
La corrélation entre le poids du fœtus et de son placenta maternel est négative et faible ( $r = -0,34$ ) (**Figure29**).



**Figure 29** : Corrélation entre le poids des fœtus et le placenta maternel.

### III.3 Corrélation entre le poids des fœtus et le placenta fœtal :

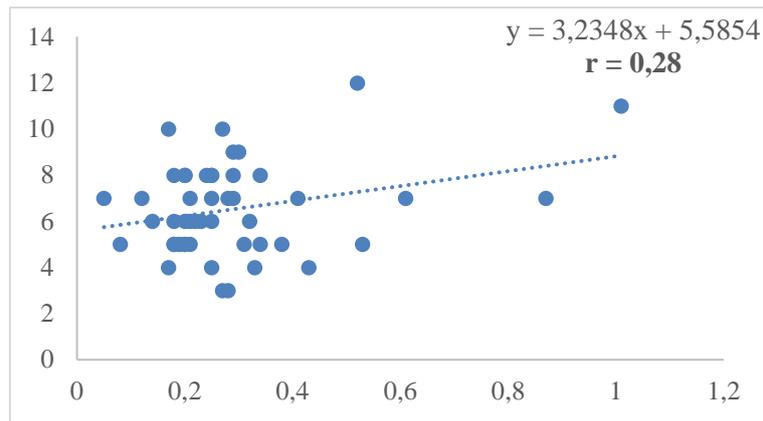
La relation entre le poids du fœtus et le placenta fœtal est illustrée dans la **Figure 30**. La corrélation entre le poids du fœtus et le placenta fœtal est moyenne et positive ( $r = 0,51$ ).



**Figure 30** : Corrélation entre le poids des fœtus et le placenta fœtal.

### III.4 Corrélation entre le gras inter scapulaire et les vaisseaux sanguins :

La **Figure 31** montre la corrélation entre le poids du gras inter scapulaire et le nombre des vaisseaux sanguins qui est faible et positive ( $r = 0,28$ ).



**Figure 31** : Corrélation entre le gras inter scapulaire et les vaisseaux sanguins.

L'objectif de cette expérience est d'étudier, chez la lapine de la souche synthétique, les facteurs de variation du poids fœtal et placentaire, en fin de gestation. Trois principaux facteurs ont été étudiés : l'effet de la position intra utérine, la vascularisation et le sexe fœtal.

### *Aspect méthodologiques...*

*L'ovariectomie unilatérale des lapines* est réalisée à l'âge de 4 mois, soit un mois avant la date présumée de l'entrée en puberté, afin de laisser aux femelles un intervalle de temps suffisant pour la cicatrisation des plaies et pour que l'ovaire restant, puisse entreprendre une croissance compensatrice. En effet, suite à l'ovariectomie unilatérale, une accélération de la prolifération des structures ovariennes ainsi qu'une croissance folliculaire sont observées (Hermreck et Greenwald, 1964 ; Hirshfield, 1982). Le nombre de follicules préovulatoires double rapidement dans l'ovaire restant (Fleming *et al.*, 1984) et une période de 10 jours est suffisante, pour restaurer le nombre de follicules préovulatoires.

Un autre aspect méthodologique, concernant le choix de *l'ovaire gauche* pour la réalisation de l'ovariectomie unilatérale mérite d'être relevé. En effet, le choix de ce dernier n'est pas fortuit car, en comparaison avec l'ovaire droit, il présente plus de variabilité pour le taux d'ovulation (Blasco *et al.*, 1996).

Notre choix a porté également sur l'utilisation *des femelles non allaitantes* afin d'éviter les effets défavorables de la lactation sur les performances de reproduction (Fortun-Lamothe et Bolet, 1995). Il est souvent admis que chez la lapine simultanément gestante et allaitante, l'unité fœto-placentaire et la glande mammaire utilisent les mêmes substrats conduisant ainsi à une compétition entre ces deux compartiments pour les nutriments, au détriment de la croissance et la survie fœtales. En effet, dans ces conditions, la croissance foetale est réduite de 19,6% et la mortalité fœtale tardive augmente de 10% chez les femelles allaitantes comparées aux non allaitantes (Fortun-Lamothe *et al.*, 1993).

***Le taux d'ovulation chez les femelles uniovariectomisées***

***...Réponse compensatrice chez la majorité des femelles***

***Le taux d'ovulation*** est de 11 corps jaunes chez les femelles de souche synthétique. Le taux d'ovulation enregistré chez ces dernières est tantôt similaire (Salvetti *et al.*, 2007) tantôt différent (Garcia et Baselga, 2002) comparativement à ceux reportés chez les femelles de souches et de races étrangères intactes ou uniovariectomisées, sélectionnées sur des différents critères de reproduction. De tels résultats mettent en évidence une restauration de l'activité ovarienne de l'ovaire restant, après l'ovariectomie unilatérale, par une hypertrophie compensatrice. Ce phénomène a été déjà décrit chez le lapin (Argente *et al.*, 1997), chez la souris (Bolet et Theau-Clément, 1994) et chez porc (Père *et al.*, 1997).

Au 28<sup>ème</sup> jour de la gestation, ***le poids de l'ovaire droit*** des lapines uniovariectomisées augmente d'environ 50% par rapport à celui des lapines intactes sélectionnées sur la capacité utérine (Argente *et al.*, 2003) et celui des lapines intactes de population locale algérienne (Belabbas *et al.*, 2011). L'augmentation du poids de l'ovaire est due à une hypertrophie compensatrice observée suite à l'ovariectomie unilatérale, phénomène déjà décrit chez plusieurs espèces polytoques dont le lapin (Martin *et al.*, 1986).

***Le nombre d'embryons implantés***

***...faible taux d'implantation***

***Le nombre d'embryons implantés*** au 28<sup>ème</sup> jour de la gestation est de 7,8. Ce dernier est inférieur à celui noté par Argente *et al.* (2003) chez des femelles uniovariectomisées sélectionnées sur la capacité utérine au 23<sup>ème</sup> jour de la gestation et de celui enregistré par Fortun-Lamothe *et al.* (1993) sur des femelles intactes (INRA 1066 \* 1077) au 28<sup>ème</sup> jour de la gestation. De même, il est inférieur à celui mesuré chez les femelles sélectionnées sur le taux d'ovulation et sur la survie prénatale (intactes ou uniovariectomisées) (Blasco *et al.*, 1994) et chez les femelles de lignées espagnoles intactes (Laborda *et al.*, 2011).

***Composantes biologiques de la prolificité...***

***...Survie embryonnaire, fœtale et prénatale similaires***

Au 28<sup>ème</sup> jour de la gestation, *les taux de survie embryonnaire, fœtale et prénatale* sont comparables chez les deux groupes de femelles. Ils sont toutefois nettement supérieurs à ceux enregistrés par Argente *et al.* (2003) au 25<sup>ème</sup> jour de la gestation et Mocé *et al.* (2004) en fin de gestation chez des lapines uniovariectomisées. En effet, la mortalité aux différents stades de la gestation est un phénomène complexe impliquant des facteurs liés à l'embryon, aux fœtus et à la femelle (Blasco *et al.*, 1993). Une meilleure survie embryonnaire pourrait être expliquée par un taux d'ovulation élevé avec des ovocytes de bonne qualité (Torres, 1982), par une meilleure qualité de la semence (Saacher *et al.*, 2000) et enfin, par un taux de fertilisation élevé avec des embryons homogènes (Blasco *et al.*, 2005). La survie embryonnaire dépend également du milieu oviductale et utérin (Argente *et al.*, 2008). Plusieurs protéines et glycoprotéines sont présentes au niveau des sécrétions de l'oviducte et de l'utérus à l'exemple de l'oviductine et l'utéroglobuline, et qui jouent 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). En revanche, les pertes d'embryons enregistrées après l'implantation semblent être liées au développement du placenta (Argente *et al.*, 2003), lui-même influencé par la disponibilité de l'espace vital, par la position du fœtus dans la corne utérine (Vallet et Christenson, 1993) et par la vascularisation de l'utérus (Mocé *et al.*, 2004).

***Développement fœtal en fin de gestation...***

***...Position oviductale privilégiée***

*Les poids moyen des fœtus*, du tube digestif, du foie et la taille à J28 de la gestation semblent être liés à la position au niveau de la corne utérine. Les fœtus en position intermédiaire sont plus légers par rapport à ceux des autres positions. 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 fœtal (Argente *et al.*, 2003). De plus, ces auteurs mentionnent qu'au niveau de la position oviductale ou cervicale, la compétition entre les embryons implantés est faible et le flux sanguin est meilleur, permettant ainsi un développement optimal

des placentas. Par ailleurs, Bautristra *et al.* (2015) rapportent, qu'à la naissance, les lapereaux issus de la position oviductale ont un poids plus élevé comparé à celui noté en position médiane ou cervicale.

**Le développement du placenta fœtal** est influencé par la position *in utero*. Les fœtus vivants situés en position oviductale ont le poids du placenta fœtal le plus élevé, en relation avec une meilleure vascularisation et un important espace vital (Duncan, 1969). 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 fœtal. En effet, après l'implantation, le placenta maternel se développe le premier pour atteindre son poids maximal vers le 16<sup>ème</sup> jour de la gestation, par contre, le placenta fœtal est visible seulement vers le 10<sup>ème</sup> jour, et son poids continue à croître au cours de la gestation parallèlement à l'augmentation du poids fœtal (Lebas, 2016).

**L'efficacité placentaire**, évaluée par le ratio entre le poids du fœtus et le poids de son placenta fœtal, est plus élevée en position médiane. Nos résultats suggèrent qu'un nombre d'embryons implantés élevé en position médiane est associé à une meilleure efficacité placentaire, malgré la réduction importante du poids du placenta fœtal. La différence en efficacité placentaire entre les trois positions étudiées serait liée à la différence des poids des placentas fœtaux plutôt qu'au poids fœtal. Ford *et al.* (2002) montrent que la variation de l'efficacité placentaire entre deux races porcines de prolificité différente, résulte de la différence du poids du placenta fœtal.

### **Développement fœtal maximal...**

### **...Vascularisation maximale**

**Le poids des fœtus et le poids de leurs organes internes** varient significativement en fonction du nombre de vaisseaux sanguins dans les classes considérées. En effet, les fœtus recevant un nombre élevé de vaisseaux sanguins (> 06) présentent les meilleures performances au 28<sup>ème</sup> jour de la gestation comparés à ceux ayant un nombre de vaisseaux sanguins moyen (entre 5 et 06) ou faible ( $\leq 4$ ). Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés chez la lapine au 18<sup>ème</sup> jour de gestation par Argente *et al.* (2008), au 28<sup>ème</sup> jour par Bruce et Abdul-Karim (1973) et Mocé *et al.* (2004), et chez la souris en fin de gestation (Argente *et al.*, 2003). L'augmentation de l'irrigation des sites d'implantation est associée à

l'augmentation de l'apport en nutriments traduisant une meilleure croissance des fœtus et de leurs organes (Szendro, 2001).

Dans notre étude, les fœtus faiblement irrigués présentent des valeurs *d'efficacité placentaire* plus élevées, ce qui est en contradiction avec les résultats obtenus chez le porc (Ford *et al.*, 2002). Comparé à ce dernier, le placenta du lapin est de type hémochorial et donc plus invasif que celui du porc, ce qui explique que le développement de la surface placentaire n'est pas autant lié au développement fœtal (Ford *et al.*, 2002). Chez le porc, le concept de l'efficacité placentaire, défini comme étant le ratio entre le poids fœtal et le poids du placenta fœtal par Wilson *et al.* (1999) pourrait ne pas être adapté chez le lapin (Argente *et al.*, 2003). D'autres méthodes de mesure d'efficacité placentaire ont été proposées et citées auparavant (Vallet *et al.*, 2002).

*Les résultats obtenus nous permettent de conclure que :*

Les femelles de la souche synthétique présentent, **un taux d'ovulation** tout à fait comparable aux femelles de races et lignées étrangères. Toutes les femelles montrent une réponse compensatrice de l'ovaire restant suite à l'ovariectomie unilatérale. En effet, l'ovaire droit double son **poids** et sa production en ovocytes. Par ailleurs, le nombre total d'embryons implantés est de 7,7 dont 6,4 vivants, 0,4 morts et 1 résorbé.

Dans nos conditions expérimentales, les femelles présentent des taux de **survie embryonnaire, fœtale** et **prénatale** élevés comparativement aux données de la littérature. De tels résultats seraient liés d'une part, à un taux de fertilisation élevé et au meilleur développement embryonnaire.

**Le poids du fœtus** au 28<sup>ème</sup> jour de la gestation est fortement lié à sa position au niveau de la corne utérine. Les fœtus implantés près de l'extrémité ovarienne ou cervicale bénéficient d'un meilleur poids contrairement à ceux implantés au milieu de la corne utérine. Des résultats similaires sont observés pour la **taille des fœtus, les poids du tube digestif, du foie et du placenta fœtal**. En revanche, **le poids du placenta maternel** ne varie pas quelque soit la position considérée.

Contrairement à l'effet sexe, celui de 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 présentent les meilleures performances. Ceci est probablement lié à un meilleur apport en nutriments et à un important espace vital.

**A**

- Adams C.E., 1960. Prenatal mortality in the rabbit *Oryctolagus cuniculus*. *J Reprod Fertil* 1, 36-44.
- Affifi E.A., 2002. The Gabli rabbits (Egypt) in rabbit genetic resources Mediterranean countries. *Option Méditerranéennes, série B, CIHEAM, Zaragoza, N°38*, 51, 64.
- AKPO Y., kpodekon T.M., Tanimomo E., Djago A.Y., Youssao A.K.I., and Coudert P., 2008. Evaluation of the reproductive performance of a local population of rabbit in south Benin. 9<sup>th</sup> World Rabbit Congress. Verona, Italy, June 10-13, 29-34.
- Alliston C.W., and Pardee N.R., 1973. Variability of embryonic development in the rabbit at 19 to 168 hours after mating. *Lab Anim Sci*, 23: 665-670.
- Argente M.J., Sanchez M.J., Santacreu M.A., and Blasco A., 1996 Genetic parameters of birth weight and weaning weight in ovariectomised and intact rabbit does. 6<sup>th</sup> World Rabbit Congress, Toulouse, (2), 237-240.
- Argente M.J., Santacreu M. A., Climent A., Bolet G., and Blasco A., “Divergent selection for uterine capacity in rabbits”. *Journal of Animal Science*, V 75, (1997), 2350 – 2354.
- Argente M.J., Santacreu M.A., Climent A., and 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., and Blasco A., “Relationships between uterine and fetal traits in rabbit selected on uterine capacity”, *Journal of Animal Science*, V.81, (2003), 1265 - 1273.
- Argente M.J., Santacreu M.A., Climent A., and Blasco A., 2008. Effect of intra uterine crowding on available uterine space per fetus in rabbits. *Livestock Science*. 114 (2008), 211-219.
- Austin C.R., 1955. Acquisition de la capacité fertilisatrice des spermatozoïdes ("capacitation") dans les voies génitales femelles, In: Cie, M.a. (Ed.), *La fonction tubaire et ses troubles*, Paris (France), pp. 22-27.

**B**

- Baker R.D., and Coggins E.G., 1982. *Transport, survival and union of foreign gametes in the genital tract of the rabbit*. *J Reprod Fertil* 18, 161-162.

- Barkok A., and Jaouzi T., 2002. The Zemmouri rabbits (Morocco). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N°38, 175-185.
- Beier H.M., “The discovery of uteroglobin and its significance for reproductive biology and endocrinology, *Annals New York Academy of Science*, V.923,(2000), 9.
- Belabbas R., AinBaziz H., Ilès I., Zenia S., Boumahdi Z., Boulbina I., et Temim S., “Étude de la prolificité et de ses principales composantes biologiques chez la lapine de population locale algérienne (*Oryctolagus cuniculus*)”, *Livestock Research for Rural Development*, V.23, n°3, (2001).
- Belhadi S., 2004. Characterization of local rabbit performance. 8<sup>th</sup> World Rabbit Congress. Pubela (Mexico), September, 2004, 218-223.
- Berchiche M and Zerrouki N., 2000. Reproduction des femelles de population locale : Essai d'évaluation de quelques paramètres en élevage rationnel. *3èmes Journées de Recherche sur les Productions Animales : « Conduite et performance de l'élevage »* Tizi-Ouzou.13, 14, 15 Novembre, 285-291.
- Blasco A., Argente M.J., Haley C.S., and Santacreu M.A., “Relationships between components of litter size in unilaterally ovariectomized and intact rabbit does”, *Journal of Animal Science*, V72, (1994), 3066 - 3072.
- Blasco A., Gogué J., and Bidanel P., “Relationships between ovulation rate, prenatal survival and litter size in French Large White pigs”, *Animal Science*, V.63: (1996), 143 - 148.
- Blasco A., Ortega J.A., Climent A., and Santacreu M.A., “Divergent selection for uterine capacity in rabbits, I. Genetic parameters and response to selection”, *Journal of Animal Science*, V.83, (2005), 2297 - 2302.
- Bolet G., Garcia-Ximenez F., and Vicente J.S., 1992. Criteria and methodology used to characterize reproductive abilities of pure and crossbred rabbits in comparative studies. *CIHEAM, Options Méditerranéennes*, 95, 104 [abstract].
- Bolet G., and Theau-Clement M., “Fertilization rate and preimplantation embryonic development in two rabbit strains of different fecundity, in pure breeding and crossbreeding”, *Animal Reproduction Science*, V.36, (1994), 153-162.
- Bolet G., “Problèmes liés à l'accroissement de la productivité chez la lapine reproductrice”, *INRA, Production Animale*, V11, (1998), 235-238.
- Bolet G., 2002a. Fauve de Bourgogne (France). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Option Méditerranéennes*, serie B, CIHEAM, Zaragoza, N38, 85-92.

- Bolet G., Brun J.M., Lechevestrier S., Lopez M and Boucher S., 2004. Evaluation of the reproductive performance of eight rabbits breeds on experimental farms, *Anim.Res.* 53 (2004) 59-65.
- Bourdage R.J., Halbert S.A., 1988. Distribution of embryos and 500-microM microspheres in the rabbit oviduct: controls for acute motion analysis during transport. *Biol Reprod* 38, 282-291.
- Boussit D., 1989. Reproduction et insémination artificielle en cuniculture. Association Française de Cuniculture, 234 pages, Lempdes.
- Bouzekraoui A., 2002. The Tadla rabbits (Morocco). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, série B, CIHEAM, Zaragoza, N°38, 165-174.
- Bruce N.W., and Abdul-Karim R.W., "Relationships between fetal weight, placental weight and maternal placental circulation in the rabbit at different stages of gestation", *Journal of Reproduction and Fertility*, V.32, (1973), 15 - 24.
- Browning J.Y and Wolf R.C., 1981. Maternal recognition of pregnancy in the rabbit: effect of conceptus removal. *Biol Reprod* 24, 293-297.

## C

- Carney E.W., Foote R.H., 1990. *Effects of superovulation, embryo recovery, culture system and embryo transfer on development of rabbit embryos in vivo and in vitro*. *J Reprod Fertil* 89, 543-551.
- Christenson R.K., Leymaster K.A., and Young L.D., 1987. Justification of unilateral hysterectomy-ovariectomy as a model to evaluate uterine capacity in swine. *Journal Animal Science*, (65):738.

## D

- Davoust C., Saleil G., Theau-Clement M., et Roustan A., 1994. *Influence de l'association PMSG-hCG sur la productivité numérique de lapines allaitantes conduites en bande unique à 35 jours (en insémination artificielle)*, 6èmes Journées de la Recherche Cunicole. 6-7 décembre 1994, La Rochelle, pp. 145-152.
- Driancourt M.A., 2001. Regulation of ovarian follicular dynamics in farm animals. Implications for manipulation of reproduction. *Theriogenology* 55, 1211-1239.

Dunbar B.S., 1983. Morphological, biological, and immunochemical characterization of the mammalian zona pellucida, In: Press, A. (Ed.), Mechanism and control of animal fertilization, New York, pp. 140-177.

Duncan S.L.B., "The partition of uterine blood flow in the pregnant rabbit", *Journal of Physiology*, V.204, (1969), 421 - 433.

## **F**

Fleming M.W., Rhodes R.C., and Dailey R.A., "Compensatory responses after unilateral ovariectomy in rabbits". *Biology of Reproduction*, V.30, (1984), 82 - 86.

Foote R.H., and Carney E.W., 2000. The rabbit as a model for reproductive and developmental toxicity studies. *Reproductive Toxicology* 14, 477-493.

Ford S.P., Vonnahme K.A., and Wilson M.E., "Uterine capacity in the pig reflects a combination of uterine environment and conceptus genotype effects", *Journal of Animal Science*, 80 (Suppl. 1), (2002), 66 - 73.

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

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

Fortun-Lamothe L., et Bolet G., "Les effets de la lactation sur les performances de reproduction chez la lapine". *INRA. Production Animale*, V.8, n°1, (1995), 49 - 56.

Fortun-Lamothe L., Prunier A., and Lebas F., "Effects of lactation on fetal survival and development in rabbit does mated shortly after parturition", *Journal of Animal Science*, V.71, (1993), 1882 - 1886.

Fortun-Lamothe L., 2006. Energy balance and reproductive performance in rabbit does. *Anim. Reprod. Sci.* 93(2006), 1-15.

## **G**

García M.L., et Baselga M., "Estimation of genetic response to selection in litter size of rabbits using a cryopreserved control population", *Livestock Production Science*, V.74, (2002), 45 - 53.

Gasparrini B., Attanasio L., De Rosa A., Monaco E., Di Palo R., and Campanile G., 2006. *Cryopreservation of in vitro matured buffalo (Bubalus bubalis) oocytes by minimum volumes vitrification methods.* *Anim Reprod S.*

Gayrard V., 2007. Physiologie de la reproduction des mammifères. Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, septembre, 2007. 198p.

## **H**

Hafez E.S., 1965. Quantitative aspects of implantation, embryonic survival, and fetal development. *Int J Fertil* 10, 235-251.

Hawk H.W., 1982. Effect of acetylcholine, prostaglandins F2a and estradiol on number of sperm.

Hermreck A.S., and Greenwald G.S., "The effects of unilateral ovariectomy on follicular maturation in the Guinea pig", *Anatomical Record*, V.148, (1964), 171 - 176.

Hirshfield A.N., Follicular recruitment in long term hemicastrate rats", *Biology of Reproduction*, V.27, (1982), 48 - 53. in the reproductive tract of inseminated rabbit. *J. Anim. Sc.*, 55(4), 891-900.

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

## **K**

Khalifa R.M., El-Alamy M.A., and Beshir M.A., 2000. *Vasectomized buck gave better reproductive results in artificial insemination techniques in rabbit than GnRH or hCG*, 7th World Rabbit Congress. 4- 7 juillet 2000, Valencia (Espagne).

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.

## **L**

Laborda P., Mocé ML., Santacreu MA., and Blasco A., "Selection for ovulation rate in rabbits: genetic parameters, direct response and correlated response on litter size", *Journal of Animal Science*, V.88, (2011), 2981 - 2987.

Lebas F., 1972. Effet de la simultanéité de la lactation et de la gestation sur les performances laitières chez la lapine. *Annales de Zootechnie* 21, 129-131.

Lebas F., Coudert P., De Rochambeau H., and Thébault R.G., 1997. *Chapter 8 - Production of rabbit skins and hair for textiles*, In: FAO (Ed.), *the rabbit: husbandry, health and production*, FAO Animal Production and Health, Rome.

Lebas F., 2009. *Cuniculture, biologie du lapin*. [www.cuniculture.info](http://www.cuniculture.info) (accès le 16/08/2009).

Lopez-Bejar M., 1995. *Evaluacion de la viabilidad de embriones de conejo de diversos estadios preimplantaciones crioconservados mediante procedimientos de la congelacion rapida*, PhD, Universidad autonoma de Barcelona, Barcelona.

Lopez M., and 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.*

## **M**

Martin M.J., Redmer D.A., Ford J.J., Christenson R.K., and Day B.N., “*Ovarian compensatory hypertrophy following unilateral ovariectomy in the suckled sow*”, *J. Anim. Sci.* V.63, (1986), 572–578.

Mocé M.I., Santacreu M.A., and 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., and Blasco A., “*The effect of divergent selection for uterine capacity on fetal and placental development at term in rabbits: Maternal and embryonic genetic effects*”, *Journal of Animal Science* (2004), V.82, 1046 - 1052.

Moret B., et Baratte M., 1980. *Comportement d'œstrus chez la lapine*. *Cuniculture* 7,159-161.

Motta P.M., Makabe S., Naguro T., and Correr S., 1994. *Oocyte follicle cells association during development of human ovarian follicle. A study by high resolution scanning and transmission electron miscroscopy*. *Arch Histol Cytol* 57, 369-394.

Moulla F., et Yakhlef H., 2007. *Evaluation des performances de reproduction d'une population locale de lapins en Algérie*. *12èmes Journées de la Recherche Cunicole*, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France, 45-48.

Murakami H., and Imai H., 1996. *Successful implantation of in vitro cultured rabbit embryos after uterine transfer: a role for mucin*. *Mol Reprod Dev* 43, 167-170.

## **O**

Ouyed A., Lebas F., et Lefrancois M., et 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. *12èmes Journées de la Recherche Cunicole*, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France, 145-148.

**P**

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

Père M.C., Dourmad J.Y., and Etienne M., "Effect of number of pig embryos in the uterus on their survival and development and on maternal metabolism", *Journal of Animal Science* V.75, (1997), 1337 - 342.

**R**

Rebollar P., 2009. Effects of parity order and reproductive management on the efficiency of rabbit productive systems. *Livestock science*. 121 (2009) 227-233.

Rodriguez J.M., Sanz J., Alonso F., y Acosta M., 1985. Factores que influyen en la duracion de la gestacion de la coneja. *Archivos de Zootecnia* 34, 183 [abstract].

**S**

Saacke R.G., Dalton J.C., Nadir S., Nebel R.L., and Bame J. H., "Relationship of seminal traits and insemination time to fertilization rate and embryo quality", *Animal Reproduction Science*, V.60, (2000), 663 - 677.

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.

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.

Salveti P., Guérin P., Theau-Clément M., Hurtaud J., Beckers J.F., and Joly T., "Essais d'amélioration de la production d'embryons chez la lapine", *12èmes Journées de la Recherche Cunicole*, Le Mans, France, (27-28 novembre), (2007), 41 - 44.

Salveti P., Allain D., et Bolet G., Hurtaud J., Boucher S., et Joly T., 2008. *La Cryobanque Nationale Lapin: un outil de gestion dynamique des ressources génétiques cunicoles*, 7ème colloque national "Ressources Génétiques", Strasbourg (France), pp. 391-404.ci.

Szendro Z.S., and Maertens L., "Maternal effect during pregnancy and lactation in rabbits", *Acta AgrariaKaposvariensis*V.5, n° 2, (2001), 1 – 21.

**T**

- Theau-Clément M., Bencheikh N., Mercier P., and 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-Clement M., Castellini C., Maertens L., and Boiti C., 1998. *Biostimulations applied to rabbit reproduction: theory and practice*. World Rabbit Science 6, 179-184.
- Theau-Clément M., 2005. Préparation de la lapine à l'insémination : analyse bibliographique. *11èmes journées de la Recherche Cunicole*. 23-30 Novembre, Paris. 111-114.
- Theau-Clément M., Bolet G., Fortun-Lamonthe L., Brecchia G., and Boiti C., 2008. High plasmatic progesterone levels in insemination depress reproductive performance of rabbit does. *9<sup>th</sup> World Rabbit Congress*. Verona, Italy, June 10-13, 459-464.
- Theau-Clément M., Monniaux D., and Tircazes A., Balmissse E., Bodin L., and Brun J.M., "Descriptive analysis of rabbit sexual receptivity and its sources of variation", *10<sup>th</sup> World Rabbit Congress*, Sharm El-Sheikh-Egypt, (September 3-6), (2012), 447-451.
- Thibault C., 1967. Analyse comparée de la fécondation et de ses anomalies chez la brebis, la vache et la lapine. *Ann Biol Anim Bioch Biophys* 7, 5-23.
- Torres S., 1982. Etude de la mortalité embryonnaire chez la lapine, 3èmes Journées de la Recherche Cunicole, Paris (France), p. communication n°15.

**V**

- Vallet K.L., and Christenson R.K., "Uterine space affects placental protein secretion in swine", *Biology of Reproduction*, V.48, (1993), 575 - 584.
- Vallet K.L., Klemcke H.G., and Christenson R.K., "Interrelationships among conceptus size, uterine protein secretion, fetal erythropoiesis, and uterine capacity", *Journal of Animal Science*, V.80, (2002), 729 - 737.
- VomSaal F.S., Quadagno D.M., Keisler D.H., and Khan S., 1990. Paradoxical effects of maternal stress on fetal steroids and postnatal reproductive traits in female mice from different intrauterine positions. *Biology of Reproduction* 43:751 -61.

**W**

- Webel S.K., and Dziuk P.J., 1974. Effect of stage of gestation and uterine space on prenatal survival in the pig. *Journal Animal Science*, 38: 960-963.

Wilson M.E., Biensen N.J., and Ford S.P., "Novel insight into the control of litter size in pigs, using placental efficiency as a selection tool". *Journal of Animal Science*, V.77, (1999), 1654 - 1658.

**Z**

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

Zerrouki N., Berchiche M., and Lebas F., 2003. Caractérisation d'une population locale de lapins en Algérie : Performances de reproduction des femelles. 9<sup>ème</sup> journée de la Recherche Cunicole. Paris.

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

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