

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE VETERINAIRE – ALGER

المدرسة الوطنية العليا للبيطرة - الجزائر

Mémoire

EN VUE DE L'OBTENTION

DE MAGISTRE EN SCIENCES VETERINAIRES

OPTION :

Elevage, Pathologie et Industrie des Animaux de basse-cour

**PERFORMANCES DE REPRODUCTION DU LAPIN
(*Oryctolagus cuniculus*) DE POPULATION BLANCHE :
Production spermatique des mâles et fertilité des femelles
Conduites en insémination artificielle**

Présenté par Dr NABI Ibrahim

Le jury :

- Dr TEMIM Soraya	Professeur ENSV Alger.	Présidente
- Dr ZERROUKI Nacera	Maître de conférences A UMMTO.	Promotrice
- Dr AIN-BAZIZ Hacina	Professeur ENSV Alger.	Examinatrice
- Dr IGUER-OUADA Mokrane	Professeur Univ Med MIRA Bejaia	Examineur
- Dr ILLES Imène	Maître Assistante A ENSV Alger.	Examinatrice

Année universitaire : 2012/2013

Je dédie ce mémoire

A JUGURTA

A AHCEN

A l'issu de ce travail, je réalise la difficulté d'exprimer ma gratitude envers des personnes qui par leur participation, ce mémoire a vu le jour.

Qu'il me soit alors permis d'adresser mes vifs remerciements aux membres du jury, qui ont accepter d'analyser et critiquer ce travail ; par leur évaluation ce travail est mieux apprécié. A :

Dr TEMIM-KESSACI. S, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire ; de m'avoir honoré d'accepter la présidence du jury de ce mémoire. Je la remercie aussi pour son écoute, pendant tous le cursus de graduation et post-graduation. Sincères remerciements.

Dr AIN BAZIZ. H, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire ; pour avoir accepté d'examiner ce travail. Je la remercié aussi pour son esprit pédagogique et scientifique tout au long le cursus de notre formation. Mes gratitudes.

Dr ILESS I, Maitre assistante à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire ; pour avoir examiné ce travail. Sans oublier de vous remercie personnellement, pour votre rigueur, vos conseils, votre confiance que vous transmettez. On a tiré de vous l'exemple. Merci.

Dr IGUER-OUADA M, Professeur. Maitre de conférences à l'université d'Abderrahmane MIRA, Bejaia, pour avoir accepté d'analyser ce travail. Ainsi, Je vous transmets ma gratitude pour votre bienveillance et votre aide permanente, je vous remercié pour les nombreux enseignements que vous m'avait privilégiez.

Je remercié vivement ma promotrice Madame ZERROUKI N, Maitre de conférence à l'UMMTO Tizi-Ouzou ; pour avoir dirigé ce travail, et assurer mon

initiation à la recherche, pour son écoute, ces conseils avisés, sa patience et l'attention apportée tous au long de la réalisation. Sincères remerciements.

Je tiens à remercier aussi, madame Lynda, pour son aide précieuse, ces conseils, et sa gentillesse. Hommages respectueux.

J'exprime ma profonde reconnaissance à l'équipe de la coopérative de DJEBLA, je remercie son directeur Mr SAOUIDI A, pour son accueil et son aide.

Mes profondes reconnaissances à mes amis, membre de l'équipe de DJEBLA, à ACHOUR, à MOHAKHLI, à SARDJENE, à OMAR, à AMMI MOUH. Mais plus particulièrement à AHCEN, celui qui je n'espère que lui transmet mes gratitude, merci AHCEN pour tous.

Je tiens à remercier sincèrement SAADI AHMED, et KADDOUR RACHID pour leur soutien, leurs conseils. Vous nous à gratifiez par vos esprits souriante et calmes qui nous accueille et par le soutien morale, malgré sans trop parler.

Un grand remerciement est adressé aux enseignants de l'ENSV de graduation et de post-graduation. Je tiens aussi, à remercier le cadre administratif de notre établissement, notamment AMMI KAMAL, IBRAHIM, et FOUZI.

J'exprime ma grande reconnaissance à mes amis de FARLAB, à Mes amis de la promotion, Madame HENNAB, FATIMA AMARA-MADI, CHAFIK RIDA, ISMAHAN, MOUNI,

Mes reconnaissances à mes frères et amis Ibrahim el-chelfi, Amine, Rachid, hamza, Mohamed, Ismail, Merzak, Kocèir, Rahal, Bachen, Goutara, Hakem, Bilal, Ben-ada, et Abd-elhak ; et surtout Zakaria.

Mes excuses sont adressés à ceux qui ont contribué de pré ou de loin, et ils ne sont pas cités. A vos tous, je vous adresse mes remerciements.

En fin, je tiens ma dernière gratitude à une personne que je ne citerai pas le nom, son aide non seulement dans ce travail mais dans ma vie entière est plus grande qu'un remerciement emprisonnée entre trois lignes. Je suis sûre si il parvient à lire ces mots, il reconnaitra son anonymat.

Résumé :

L'objectif de notre travail était d'étudier les performances de reproduction du lapin local de population blanche (*Oryctolagus cuniculus*) à travers les caractéristiques qualitatives et quantitatives de la semence chez le mâle, et la réussite de l'insémination artificielle chez la femelle. 11 mâles et 24 femelles ont été suivis dans un élevage rationnel situé dans la région de Tizi-Ouzou. Durant toute l'expérimentation, deux éjaculats successifs ont été récoltés de chaque mâle une fois par semaine. Des inséminations artificielles ont été réalisées chez des femelles, à partir d'une semence fraîche, analysée et diluée localement. Le lapin de cette population a bien réagi aux sollicitations de récolte artificielle de semence par un taux de récolte utile de (91,4%). L'analyse de la semence montre que le lapin de population blanche présente une grande variabilité entre mâles, mais aussi une production spermatique affaiblie ; il produit des éjaculats d'un volume moyen de (0,68 ml) avec une concentration moyenne de (428,94 million) de spermatozoïdes par ml ; l'analyse de la mobilité enregistre en moyenne une motilité massale de (5,1), une motilité individuelle de (1,8) et un pourcentage de mobilité de (59%). L'étude de la fertilité des femelles inséminées artificiellement montre une forte réceptivité (80,7%) mais une faible fertilité en termes de taux de gestation de (46,1%) et taux de mise bas (38,4%), avec une prolificité modeste de (6,25) nés totaux et (6,12) nés vivants. La comparaison de l'insémination artificielle avec les saillies naturelles présente un écart de 9%. On réalise que la réussite de l'insémination artificielle est en relation avec plusieurs facteurs, ainsi, l'amélioration du poids et la réceptivité des femelles, l'augmentation du nombre de spermatozoïdes inséminant ou l'amélioration de la qualité de semence inséminant, affecte positivement la réussite de l'insémination artificielle.

Mots clés : lapin local, population blanche, production spermatique, insémination artificielle.

Abstract:

The objective of our work was to study the reproductive performance of the local white population rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) through the qualitative and quantitative characteristics of semen in the male, and the success of artificial insemination in the female. 11 males and 24 females were followed in a rational farm located in the region of Tizi-Ouzou. Throughout the experiment, two successive ejaculates were collected from each male once a week. Artificial inseminations were performed in females, from fresh semen, diluted and analyzed locally. The rabbit of this population has well respond to artificial collection of semen rate of useful harvest of (91.4%). The semen analysis shows that the white rabbit population has a high variability among males, but also a weakened sperm production, he produced ejaculates with a volume average (0.68 ml) with a mean concentration (428 , 94 million) sperm per ml; the mobility analysis records an average of a mass motility (5.1), individual motility (1.8) and a percentage of mobility (59%). The study of the fertility of artificially inseminated females show a strong receptivity (80.7%) but low fertility in terms of pregnancy rate (46.1%) and kindling rate (38.4%), with a modest prolificacy (6.25) total born and (6.12) of born alive. Comparison of artificial insemination with the natural projections presents a difference of 9%. We realize that the success of artificial insemination is related to several factors, thus, improving the weight and female receptivity, increasing the number of inseminating sperm or improving the quality of semen siring, affects positively the success of artificial insemination.

Key words: local rabbit, white population, semen production, artificial insemination.

ملخص:

هدف بحثنا هو دراسة الأداء التناسلي للأرنب المحلي من السلالة البيضاء, من خلال تحليل الخصائص الكمية و النوعية للسائل المنوي لذكور الأرنب, و كذا دراسة نجاح التلقيح الاصطناعي لإناثه. أحد عشر ذكرا و أربع و عشرين أنثى تمت متابعتها في مزرعة مؤطرة بمنطقة تيزي وزو الجزائرية. طيلة مراحل التجربة, خصصنا جنين قذفتين متتاليتين لكل ذكر مرة في الأسبوع, وأجرينا تلقيحا اصطناعيا للإناث بمني جُني و مُعّ محليا. إن أرنب هذي السلالة قد استجاب جيدا إلى التماسات الجني الاصطناعي للمني بمعدل حصاد جيد (91,4%). و أنتج تحليل السائل المنوي تباينا كبيرا بين الذكور, و ضعفا في إنتاج الحيوانات المنوية, قدر متوسط الإنتاج ب (0,68 مل) لحجم المنوي. و ب (428,94 مليون نطفة) لتركيزه. و أنتج تحليل سمة الحركة العامة للمني ب (5,1), و سمة الحركة الفردية للنطاف ب (1,8) و كذا نسبة حركة النطاف ب (59%). أظهرت دراسة خصوبة إناث الأرنب تقبلا قويا للنكاح بنسبة (80,7%), لكنها سجلت انخفاضا محسوسا في الخصوبة بمعدل حمل (46,1%) و معدل ولادة (38,4%), سجلت الإناث تكاثرا متواضعا بولادة (6,25) خرنقا, (6,12) منهم بقوا على قيد الحياة. إن مقارنة نتائج التلقيح الاصطناعي مع توقعات النكاح الطبيعي لأرنب شكل فرقا ب (9%). علينا أن ندرك إذن أنّ نجاح التلقيح الاصطناعي مرتبط بعوامل شتى, إذ أن تحسين وزن و قابلية الإناث, أو زيادة عدد الحيوانات المنوية المُلقحة وكذا تحسين نوعية المنوي المستعمل, يؤثر إيجابا على نجاح التلقيح الاصطناعي.

كلمات دالة : الأرنب المحلي, السلالة البيضاء, إنتاج النطاف, التلقيح الاصطناعي.

La liste des Figures

N° figure	Titres	Page
Partie Bibliographique		
1	Représentation anatomique de l'appareil génital du lapin mâle.....	4
2	Représentation anatomique de l'appareil génital du la lapine.....	6
3	Schémas de l'organisation des tubes séminifères de mammifère.....	8
4	Le cycle spermato-génétique.....	8
5	La régulation hormonale de la reproduction chez le mâle.....	10
6	Schémas de spermatozoïde de mammifère.....	11
7	Présentation de différentes étapes de croissance folliculaire.....	14
8	Le phénomène de la fécondation.....	17
9	Schématisation du développement embryonnaire chez le lapin.....	18
10	Position naturelle de parturition chez la lapine.....	20
11	Fréquence d'ovulation et fertilité en fonction du stade physiologique des	-
-	lapines.....	34
12	Modèles de vagins artificiels : a) vache, b) cheval, c) lapin.....	37
13	Représentation graphique des différentes terminologies du CASA.....	42
14	Test de vitalité spermatique sous frottis colorés.....	43
15	Différents degrés de HOST chez le spermatozoïde.....	44
16	Différentes anomalies observés sous microscopie électronique.....	46
17	Réaction acrosomique du spermatozoïde humain, fluorescence par (PSA).....	46
18	Différents degrés de condensation chromatique.....	47
19	Matériel de collecte et d'insémination artificielle.....	49
20	Insémination artificielle, méthode vertical et horizontale.....	49
Partie Expérimentale		
21	Vue aérienne de la localisation du lieu d'expérimentation (Gmaps.com).....	57
22	Vue aérienne de l'élevage (encadré par le rouge) (www.Gmaps.com).....	57
23	Photographies de la Présentation des bâtiments d'élevage et d'administration de	-
-	l'exploitation.....	58
24	Photographie du lapin de la population blanche.....	59
25	Photographies du vagin artificiel utilisé.....	60
26	Photographies des paillettes d'insémination utilisées.....	61
27	Photographie du matériel d'analyse de semence.....	61
28	Conduite expérimentale.....	62

29	photographie de la collecte de semence.....	64
30	Représentation d'une grille d'hématimètre de THOMA.....	67
31	Photographies de quelques types d'anomalies Morphologiques.....	68
32	Photographie insémination artificielle (position verticale).....	70
33	Présentation de la distribution des données en termes de volume, concentrations,	-
-	motilités et taux spermatozoïdes normaux.....	75
34	Représentations de la distribution du volume, concentration, motilité massale et	-
-	pourcentage de motilité.....	80
35	Courbe de corrélation temps T2-T1 avec la concentration.....	83
36	Effet du poids des femelles le jour de l'insémination sur le taux de gestation.....	90
37	Représentation en secteurs des pourcentages de taux de gestation en insémination	-
-	artificielle et en saillie naturelle.....	92

La liste des Tableaux

N° tableau	Titres	Page
Partie Bibliographique		
1	Composition du plasma séminal.....	12
2	Effet de la pseudo-gestation sur la réceptivité et la fertilité.....	21
3	Caractéristiques de la semence des différents types génétiques.....	24
4	Effet d'âge sur les caractéristiques de la semence.....	25
5	Effet de l'inoculation de LPS sur les caractéristiques de la semence.....	26
6	Effet saison sur les caractéristiques de la semence.....	27
7	Effet de la photopériode sur les caractéristiques de la semence.....	28
8	Effet de la fréquence de collecte sur les caractéristiques de la semence.....	30
9	Effet de l'ordre de l'éjaculat sur les caractéristiques de la semence.....	30
10	Effet du numéro de portée des mâles sur les caractéristiques de la semence.....	31
11	Effet opérateur sur les caractéristiques de la semence.....	31
12	Effet du type génétique sur la fécondité des lapines.....	34
13	Effet saison sur la fécondité des lapines.....	35
14	Effet du traitement lumineux sur la fécondité des lapines.....	35
15	Effet de la variation individuelle et du type génétique sur les résultats	-
-	d'inséminations.....	50
16	Effet des caractéristiques de la semence sur la fertilité des inséminations.....	52
17	Effet de la variation du rythme et l'âge de sevrage sur la fécondité de la lapine....	53
18	Effet de la Parité sur les performances sur la fécondité.....	54
19	Effet de l'état physiologique sur la fertilité et la prolificité.....	55
-	Effet du nombre de spermatozoïdes par dose inséminée sur la fécondité des	-
20	lapines.....	55
Partie Expérimentale		
21	Grille de Petitjean (1965) pour notation de la motilité massale.....	65
22	Grille d'Andieu (1974) pour notation de la motilité individuelle.....	66
23	Températures, hygrométries ambiantes moyennes.....	71
24	Présentation des réponses aux sollicitations et des taux de récoltes utiles.....	72
25	Valeurs moyennes de différentes caractéristiques de la semence.....	74
26	Caractéristiques des deux prélèvements successifs.....	76
27	Présentation des caractéristiques de semence par mâle.....	78
28	Présentation des comparaisons entre mâles.....	81

29	Corrélation linéaire entres différentes caractéristiques de la semence.....	82
30	Taux et caractéristique d'éjaculat efficaces.....	85
31	Valeurs de réceptivité des femelles inséminées par rapport à la parité et le poids..	86
32	Performances moyennes de l'insémination artificielle.....	87
33	Résultats d'insémination éclatés par homo-hétéro spermie, motilité massale et	-
-	nombre de spermatozoïdes inséminés.....	88
34	Résultats d'insémination selon l'effet de la réceptivité et la lactation.....	90

La liste des abréviations

Abréviation	Signification
Spz	Spermatozoïde(s)
(TSE)	(total sperm per ejaculat) taux de spermatozoïdes par éjaculats
(MSE)	(motile spermatozoa per ejaculat) taux de spermatozoïdes motiles
(LPS)	lipopolysaccharides
PMSG	Pregnant Mare Serum Gonadotropin
FSH	Folliculo Stimulating Hormone
LH	Luteinizing Hormone
<i>p.p</i>	Post-partum
<i>p.c</i>	Post-coit
<i>R+</i>	Receptive
<i>R-</i>	Non-réceptive
<i>L+</i>	En lactation
<i>L-</i>	Hors lactation
<i>INRA:</i>	Institut National de la Recherche Agronomique
<i>ITELV:</i>	Institut Technique des Elevages
<i>WHO</i>	World human Organisation

Sommaire	Page
INTRODUCTION.....	1
Partie bibliographique	
Chapitre I – Anatomie et physiologie de la reproduction chez le lapin	
1. Anatomie des appareils reproducteurs.....	3
1.1. Appareil génital mâle.....	3
1.2. Appareil génital femelle.	5
2. Aspects physiologiques de la reproduction.....	7
2.1. Physiologie de reproduction du mâle.....	7
2.1.1. La spermatogénèse : la production de gamète mâle	7
2.1.1.1 Le cycle spermato-génétique.....	7
2.1.1.2. La maturation épидидymaire.....	9
2.1.1.3. La régulation hormonale.....	9
2.1.2. Structure du spermatozoïde.....	10
2.1.3. Composition du sperme.....	11
2.2. Physiologie de reproduction de la femelle.....	12
2.2.1. L’ovogénèse: la production de gamète femelle.....	12
2.2.1.1. Phase de multiplication (germinal).....	13
2.2.1.2. Phase de croissance.....	13
2.2.1.3. Phase de maturation.....	13
2.2.2. L’ovulation chez la lapine.....	15
2.2.3. La physiologie post-ovulatoire.....	16
2.2.3.1. Migration des gamètes dans les voies génitales femelles.....	16
2.2.3.2. Capacitation des spermatozoïdes.....	16
2.2.3.3. Fécondation et développement embryonnaire précoce.....	17
2.2.3.4. Implantation et La gestation.....	18
2.2.3.5. La mise bas.....	19
2.2.3.6. La pseudo-gestation et « high progesterone syndrome ».....	20
Chapitre II – Caractéristiques des performances de reproduction chez le lapin	
1. Performances de reproduction chez le lapin mâle.....	22
1.1. Le comportement et l’ardeur sexuelle.....	22

1.2. La production spermatique.....	23
1.3. Facteurs de variation de la production spermatique.....	23
1.3.1. Facteurs liés à l’animal.....	23
1.3.1.1. La variabilité individuelle.....	23
1.3.1.2. Type génétique.....	23
1.3.1.3. Effet âge.....	25
1.3.1.4. Etat sanitaire des mâles.....	26
1.3.2. Facteurs liés à l’environnement.....	26
1.3.2.1. Effet saison.....	26
1.3.2.2. Effet température.....	27
1.3.2.3. Effet lumière.....	28
1.3.2.4. Alimentation.....	28
1.3.2. Facteurs reliés à la conduite d’élevage.....	29
1.3.2.1. Rythme de collecte.....	29
1.3.2.2. Ordre de collecte.....	30
1.3.4. Autres facteurs.....	31
2. Performances de reproduction chez la lapine.....	31
2.1. Le comportement sexuel.....	32
2.2. Les facteurs de variation de la fertilité et de la prolificité.....	32
2.2.1. Les facteurs liés à l’animale.....	33
2.2.1.1. Type génétique.....	33
2.2.1.2. Etat physiologique de la lapine (parité, allaitement.....)	34
2.2.2. Les facteurs de l’environnement.....	35
2.2.2.1. Effet saison.....	35
2.2.2.2. Effet de La lumière et de la photopériode.....	35
2.2.2.3. Alimentation.....	35
2.2.3. Autres facteurs	36
Chapitre III- insémination artificielle chez le lapin	
A. Etude des techniques d’évaluation spermatique.....	37
1. Récolte de sperme.....	37
2. Techniques d’évaluation du sperme.....	38
2.1. Une vue générale.....	38
2.2. Analyses préliminaires.....	38

2.3. Analyse de concentration spermatique.....	38
2.3.1. Méthodes classiques.....	39
2.3.2. Méthodes modernes.....	39
2.3.2.1. La spectrophotométrie.....	39
2.3.2.2. Méthode NucleoCounter.....	39
2.4. Analyse de la mobilité.....	40
2.4.1. Méthodes classiques.....	40
2.4.2. Méthodes nouvelles.....	41
2.5. Analyse de viabilité.....	42
2.5.1. Analyse de viabilité par coloration.....	42
2.5.2. Application du stress osmotique.....	43
2.6. Analyse de morphologie.....	45
2.7. Analyse spécifiques.....	45
2.7.1. Evaluation ultra-structurale à microscopie électronique.....	45
2.7.2. Ultra-structure et réaction acrosomique.....	46
2.7.4. Analyse de l'état de condensation de la chromatine.....	47
2.7.5. Autres analyses.....	47
B. Etude de l'insémination artificielle chez le lapin.....	48
1. Intérêt de l'insémination artificielle.....	48
2. Technique de l'insémination artificielle.....	48
3. Facteurs de réussite de l'insémination artificielle.....	49
3.1. Facteurs liés au mâle.....	49
3.1.1. Effet du type génétique et variation individuelle.....	50
3.1.2. La qualité spermatique.....	51
3.1.2. Effet de suppléments.....	52
3.2. Facteurs liés à la femelle.....	52
3.2.1. Le rythme de reproduction.....	53
3.2.2. Effet Parité.....	54
3.2.3. Effet du stade physiologique de la femelle.....	54
3.3. Facteurs liés à la technologie de la semence.....	54
3.3.1. La congélation de la semence.....	54
3.3.2. Effet du nombre de spermatozoïde inséminant.....	55
3.3.3. Autres facteurs.....	55

Partie expérimental	
I. Matériels et méthodes	
Objectif.....	56
I. Descriptif du lieu d'expérimentation.....	56
II. Descriptif de l'exploitation et Bâtiments d'élevage.....	56
III. Conduite d'élevage et matériels expérimentales.....	59
1. les animaux.....	60
2. Matériels expérimentales destinés à la collecte, analyse du sperme et insémination.....	60
2.1. Vagin artificiel.....	60
2.2. Matériels d'insémination.....	61
2.3. Matériels d'analyse de semence.....	61
IV. Conduite expérimentale.....	63
IV.1. Collecte et Analyse de semence.....	63
IV.1.1. Collecte de semence.....	63
IV.1.2. Analyse spermatique.....	64
1.2.1. La couleur.....	64
1.2.2. Le volume.....	64
1.2.3. Notation de la motilité massale.....	65
1.2.4. Notation de la motilité individuelle et pourcentage de spermatozoïdes mobiles.....	-
1.2.5. Estimation de la concentration.....	66
1.2.6. Etude de morphologie.....	68
IV.2. Insémination artificielle.....	69
IV.2.1. Dilution et préparation des paillettes d'insémination.....	69
IV.2.2. Insémination artificielle.....	69
IV.2.3. Mesures et interventions.....	70
IV.3. Analyse statistique.....	70
II. Résultats et discussion	
A. Etude de la production spermatique et les caractéristiques des éjaculats.....	71
I. Taux de récoltes utiles.....	71

II. Comportement sexuel du mâle.....	73
III. Caractéristiques de la semence.....	73
1. Etude des caractéristiques de la semence.....	73
2. Caractéristiques des deux prélèvements successifs.....	76
3. Etude des caractéristiques de semence par mâle.....	77
4. Corrélation linéaire entre caractères du sperme.....	82
5. Etude des caractéristiques d'éjaculats efficaces à l'insémination.....	84
B. Etude des résultats de l'insémination artificielle.....	85
I. Etude de la réceptivité des femelles inséminées artificiellement.....	85
II. Etude de la réussite de l'insémination artificielle.....	87
1. Effet des facteurs liés à la qualité spermatique.....	88
2. Effet des facteurs liés à la femelle.....	89
3. Comparaison insémination artificielle, saillie naturelle.....	91
Conclusion générale.....	93
<i>Références bibliographiques</i>	
<i>Annexes</i>	

Introduction

Selon FAO 2007, l'Algérie a produit 7000 tonnes de viande lapine et elle se positionne au 14^{ème} rang de la production mondiale. Alors que l'Égypte au 6^{ème} rang a produit 10 fois plus, la Chine a produit à la première place 597 000 tonnes. A l'instar de nombreux pays, la cuniculture Algérienne est alors faiblement notée, à caractère traditionnel, et précaire dans les basse-cours de la campagne.

Le lapin par une forte prolificité, une rapidité de la croissance et une qualité de sa viande, possède les avantages pour l'élevage rationnel. En Algérie, des tentatives d'intensification ont vu le jour dans les années 1985 et 1988 ; assurées par importation des souches hybrides ; rapidement échouées par une faiblesse technique et des difficultés d'adaptation. La cuniculture s'est orientée vers l'utilisation du lapin de «population locale» caractérisée par un aspect diversifié mais aussi hétérogène qui nécessite une connaissance de ces aptitudes biologiques et zootechniques.

Plusieurs travaux ont été menés pour caractériser ces performances, principalement réalisés par l'université de Tizi-Ouzou, l'école Nationale Supérieure Vétérinaire et l'ITELV. À l'issue de différentes études de Berchiche *et al.*, (2000) ; Lahlouh (2001) ; Zerrouki *et al.*, (2001, 2006, 2007) ; Gacem et Bolet (2005) ; Saidj (2006) ; Moumen (2007) ; Gacem *et al.*, (2009).

La population blanche qui prend ses origines des lapins importés, justifiée par ces bonnes performances en termes de fertilité et prolificité (Gacem *et al.*, 2009) ; elle se montre adaptée aux conditions rationnelles. En revanche, jusqu'à présent les caractérisations menées sur cette population n'ont contribué que pour l'estimation du potentiel de reproduction de la lapine ; le lapin mâle de la population blanche a été négligé.

Dans ce sens, notre travail s'est construit sur le but d'étudier les performances de reproduction du lapin mâle de la population blanche et d'essayer la pratique de l'insémination artificielle dans un élevage rationnel. On a porté le choix sur un élevage dans la région de Tizi-Ouzou qui héberge cette population depuis l'année 2000.

Nous avons procédé de mars 2010 au juin 2010 à étudier le potentiel de reproduction chez le lapin de population blanche, basé sur l'analyse de semence et l'appréciation de la réussite de l'insémination artificielle.

Ce manuscrit présente notre travail en deux parties :

En premier, une bibliographie sur la physiologie de la reproduction du lapin mâle et femelle est présentée avec une étude sur les facteurs de variation des performances de reproduction et sur la maîtrise de la technique de l'insémination artificielle.

En second, la partie expérimentale comprendra les méthodes mises en œuvre, les résultats obtenus et les conclusions tirées de ce travail.

Partie bibliographique

Chapitre I

Anatomie et Physiologie de la reproduction chez le lapin

La reproduction chez le lapin, qu'il soit male ou femelle, est semblable à celle des mammifères, avec certaines spécifications dans les mécanismes de fonctionnement et de contrôle.

La définition la plus capitale de ça reproduction est l'absence d'une cyclicité œstrale chez la femelle, et la nécessité de la présence du mâle pour établir une ovulation. Les connaissances acquises concernant la maîtrise de ça reproduction explorent, -sur différents niveaux- de nouveaux axes de compréhension et d'analyse. Plusieurs particularités sont illustrées dans ce chapitre.

1. Anatomie des appareils reproducteurs

1.1. Appareil génital mâle

Le lapin est alternativement exorchide, son appareil génital (figure 1) est situé en position postérieure, avec un prépuce et un pénis qui sont peu marqués par rapport aux autres mammifères. Le pénis du lapin mesurant 8 cm de long, est dirigé caudalement au repos et crânialement à l'érection (Boussit, 1989 ; Barone, 2001).

Les testicules sont des organes pairs bi-fonctionnels, leur taille varie suivant l'espèce ; chez le lapin, le testicule mesure en moyenne 3 à 3,5 cm de longueur, 1 à 1,5 cm de largeur et 1 à 1,3 cm d'épaisseur. Le rapport poids du testicule sur le poids du corps est de 1/700 (Barone, 2001 ; Dadoune et Demoulin, 2001).

Chaque testicule est logé dans un sac musculaire très développé qui est en continuité avec le muscle oblique interne autour de l'anneau inguinal, appelé le crémaster. Ce dernier contrôle la remontée et la descente du testicule, qui est presque horizontal quand sa descente est maximale. Le scrotum est la poche de peau enveloppant le testicule et qui est presque glabre et bien visible durant l'activité sexuelle (Bonnes *et al.*, 2005).

L'épididyme coiffé par sa tête l'extrémité capitée du testicule, son corps est épais et sa queue est bien détachée du testicule sous forme d'un appendice globuleux et mobile.

Le canal déférent, de 12 à 15 cm de longueur, fait suite à la queue de l'épididyme, il se dirige crânialement puis forme un crochet brusque avec l'uretère en direction caudale (en passant sous la glande vésiculaire) vers la vésicule séminale qui débauche dans l'urètre (Barone, 2001).

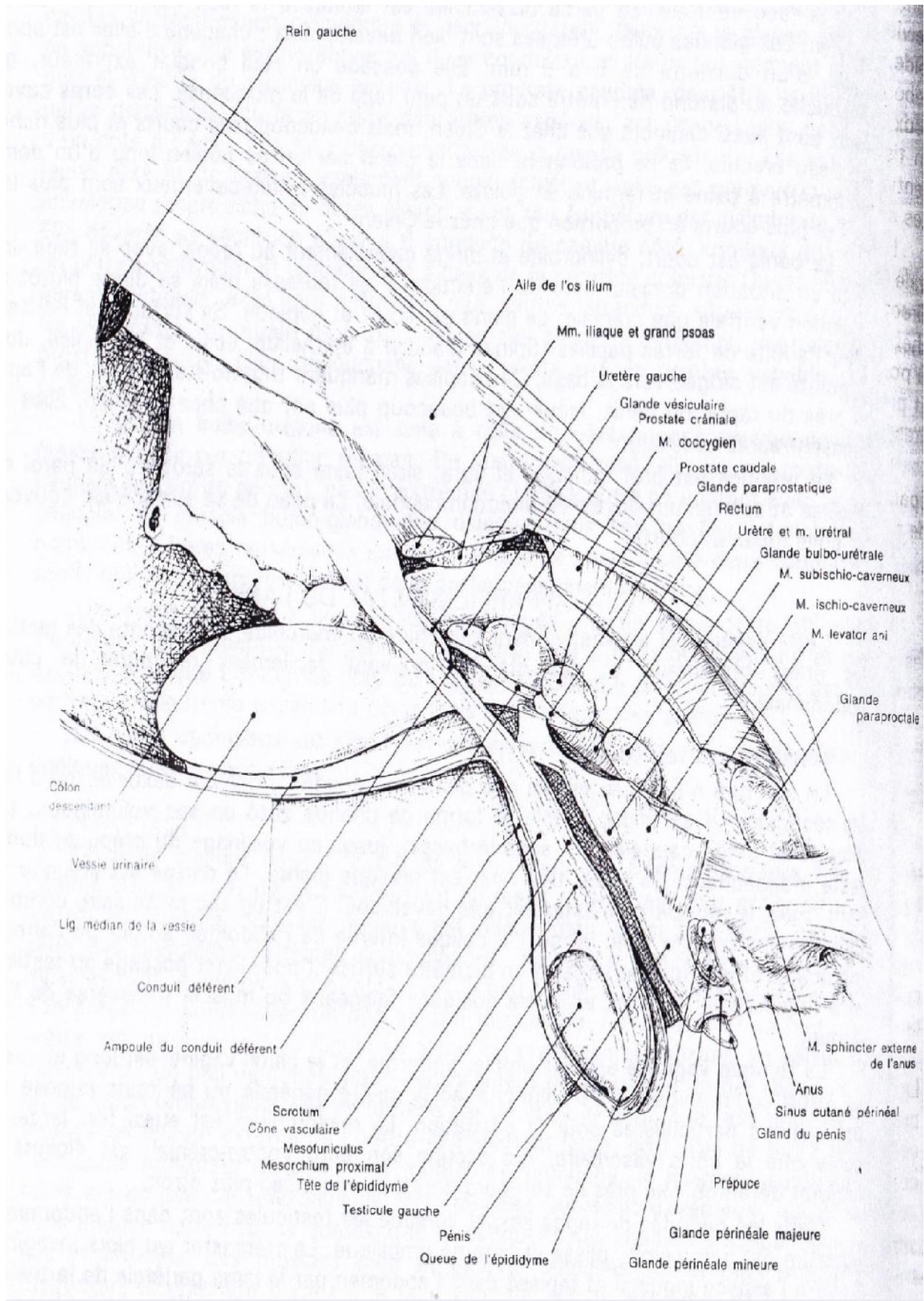


Figure 1: Représentation anatomique de l'appareil génital du lapin mâle (Barone, 2001)

Deux types de glandes annexes exocrines, les vésicules séminales et la prostate, sécrètent un milieu fluide nutritif et lubrifiant, appelé liquide séminal, dans lequel les spermatozoïdes sont transportés jusqu'à l'appareil génital féminin. Cependant chez le lapin, la prostate est remplacée par un complexe de plusieurs glandes crâniale, caudale et para-prostatiques.

La glande bulbo-urétrale ou glande de Cowper est une masse bilobée qui couvre l'urètre pelvien en contact avec la prostate caudale. Les glandes périnéales se positionnent au fond de la poche de prépuce, elles sont inégales (grande et petite) et très odorantes, leur rôle est mal connu. L'ensemble des sécrétions de ces glandes constitue le plasma séminal (Barone, 2001).

1.2. Appareil génital femelle

La lapine possède un appareil génital organisé de façon identique à celui des autres mammifères (figure 2).

Les ovaires sont au nombre de deux, de couleur jaune rosé avec une forme presque cylindroïde, et mesurant environ 10 à 15 mm de longueur et 6 à 8 mm de largeur. Ils se situent au niveau de la cinquième vertèbre lombaire, distants de chaque côté des reins de 2 à 2,5 cm et éloignés de l'utérus de 2,5 à 3 cm.

Les trompes utérines ou oviductes, sont des conduits relativement longs (de 8 à 10 cm), l'ampoule est nettement plus large (3 mm) que l'isthme (1 mm). Tandis que l'infundibulum est vaste, avec une position ventro-médiale à l'ovaire qui en est couvert presque totalement. L'utérus de la lapine est particulier ; il est duplex avec deux cornes distinctes mesurant environ 10 à 12 cm de longueur et 4 à 6 cm de largeur. Les cornes utérines ne communiquent pas entre elles ; donc elle présente deux cols séparés.

Le vagin a une longueur de 4 à 6 cm et une largeur de 10 à 12 mm, il est aplati dorso-ventralement. Son vestibule est un conduit qui fait suite au vagin au-delà de l'arcade ischiatique. Sa muqueuse lisse et rougeâtre abrite une paire de glandes vestibulaires bien développées. La vulve est constituée de deux paires de lèvres, la grande presque glabre et la petite plus étroite à la commissure dorsale de la grande, qui s'achèvent au clitoris. Ce dernier est une formation bien développée, de 3 à 4 cm de longueur (Barone, 2001).

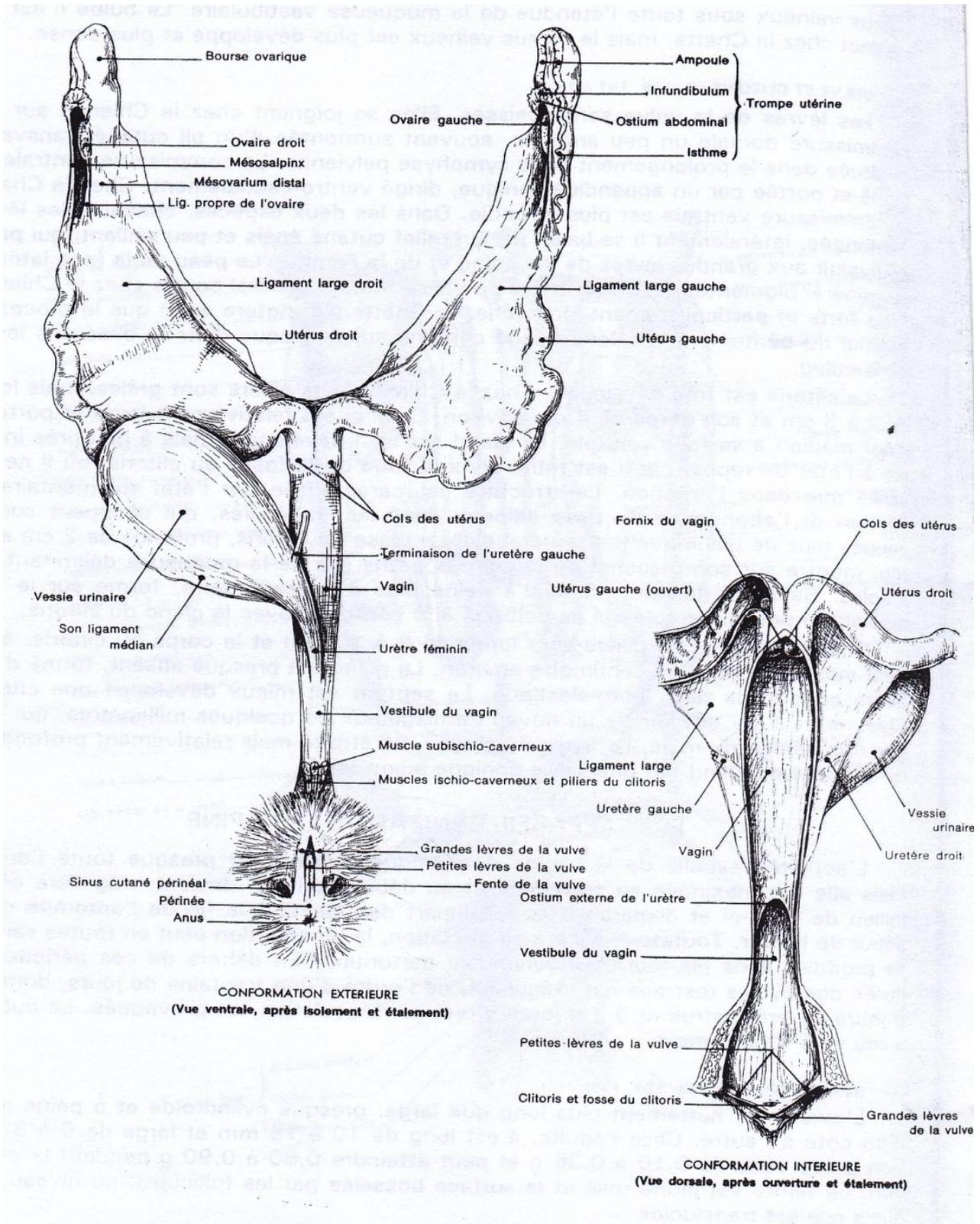


Figure 2: Représentation anatomique de l'appareil génital du la lapine (Barone, 2001)

2. Aspects physiologiques de la reproduction

La physiologie de la reproduction suscite l'inter-coordination cellulaire, hormonale et chimique des différentes composantes anatomiques, non seulement de l'appareil génital, mais aussi celui du système neuroendocrinien.

2.1. Physiologie de la reproduction du mâle

Comme d'autres mammifères, la physiologie de la reproduction du lapin suit la même organisation. Au niveau du testicule, on observe le phénomène de production de gamètes « la spermatogénèse », et au niveau épидидymaire ce fait la maturation des spermatozoïdes.

2.1.1. La spermatogénèse : production de gamète mâle

La spermatogénèse est le processus de production - d'une manière continue - de gamètes mâles matures à partir de cellules souches au niveau du testicule. Chez le lapin, elle débute entre 40 et 50 jours d'âge. Les premiers spermatozoïdes sont présents dans les éjaculats du lapin âgé de 110 jours, mais peu viables (Lebas, 2009).

Lors de la spermatogénèse, on distingue deux phases : une phase d'élaboration ou cycle spermato-génétique, et une phase de maturation (Boussit 1989).

2.1.1.1. Le cycle spermato-génétique

Le cycle spermato-génétique se déroule au niveau des tubes séminifères du testicule (figure 3), il représente l'ensemble des divisions et des différenciations cellulaires permettant à partir d'une cellule souche (spermatogonie) d'élaborer un spermatozoïde non mature (Boussit, 1989).

Ce cycle est divisé en deux phases selon Boussit (1989) ; la première se caractérise par la multiplication et la division des cellules souches, tandis que dans la deuxième, se produit une réduction du stock génétique et la transformation en un spermatozoïde dit testiculaire (figure 4).

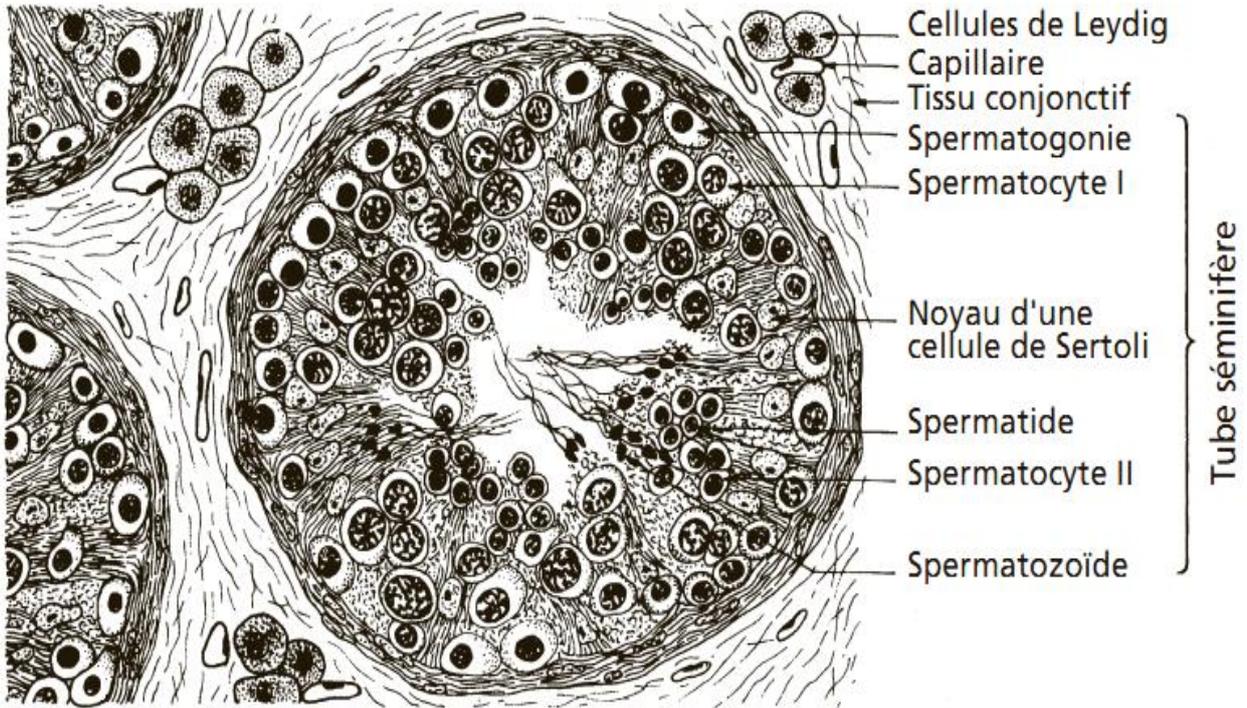


Figure 3: Schémas de l'organisation des tubes séminifères de mammifère.

(Le Moigne *et* Foucrier, 2009).

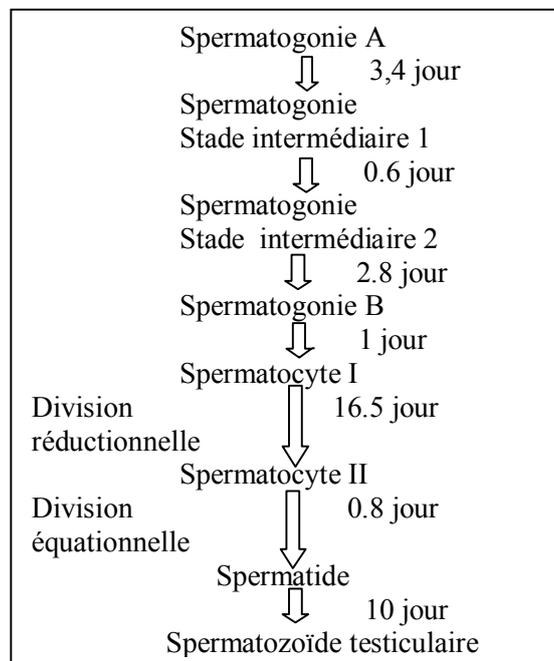


Figure 4: Le cycle spermato-génétique chez le lapin (Boussit 1989).

Selon Bonnes *et al.* (2001), ce cycle est divisé en quatre phases : une phase de multiplication des spermatogonies, une phase d'accroissement des spermatocytes I, une phase de réduction chromatique et enfin une phase de différenciation des spermatides.

Les différentes structures cellulaires se font dans l'ordre de spermatogonie, spermatocyte I, spermatocyte II, spermatide, et spermatozoïde testiculaire ; ces différents types cellulaires sont agencés de la paroi de la membrane basale du tube séminifère vers la lumière central du tube (figure3).

Chez le lapin, La durée du cycle varie entre 38 et 45 jours, le spermatozoïde différencié arrive dans l'épididyme 5 à 6 jours après la fin de la spermatogénèse (Boussit, 1989).

2.1.1.2. Maturation épидидymaire

L'acquisition de la fécondité et de la motilité des spermatozoïdes est désignée par la maturation. Elle est synchrone avec leur transport de la tête vers la queue de l'épididyme. Le transit épидидymaire dure de 8 à 10 jours (2 jours au niveau de la tête, 2 jours dans le corps et 5 à 6 jours dans la queue) (Alvarino, 1993).

Le long du transit des spermatozoïdes, des modifications morphologiques et fonctionnelles sont observées. En occurrence, un épaississement de l'acrosome, une élimination des gouttelettes cytoplasmiques, ainsi que l'acquisition de la motilité et de la fertilité, dernière étape de la maturation (Boussit, 1989).

2.1.1.3. Régulation hormonale

La production des spermatozoïdes est sous le contrôle de l'axe hypothalamo-hypophysaire-gonadique ; la GnRH hypothalamique stimule la sécrétion de la FSH et la LH hypophysaire de façon pulsatile.

La LH stimule la production de la testostérone par les cellules Leydig, la décharge pulsatile de LH est importante pour la production d'une grande concentration de testostérone (100 à 500 fois plus qu'une concentration plasmatique), nécessaire pour la spermatogénèse. Tandis que la FSH stimule les cellules de Sertoli qui transforme la testostérone en œstradiol, et secrète de l'inhibine. Ces derniers avec la testostérone exercent un feed back négative sur l'axe hypothalamo-hypophysaires. (Boussit, 1989). (Figure 5)

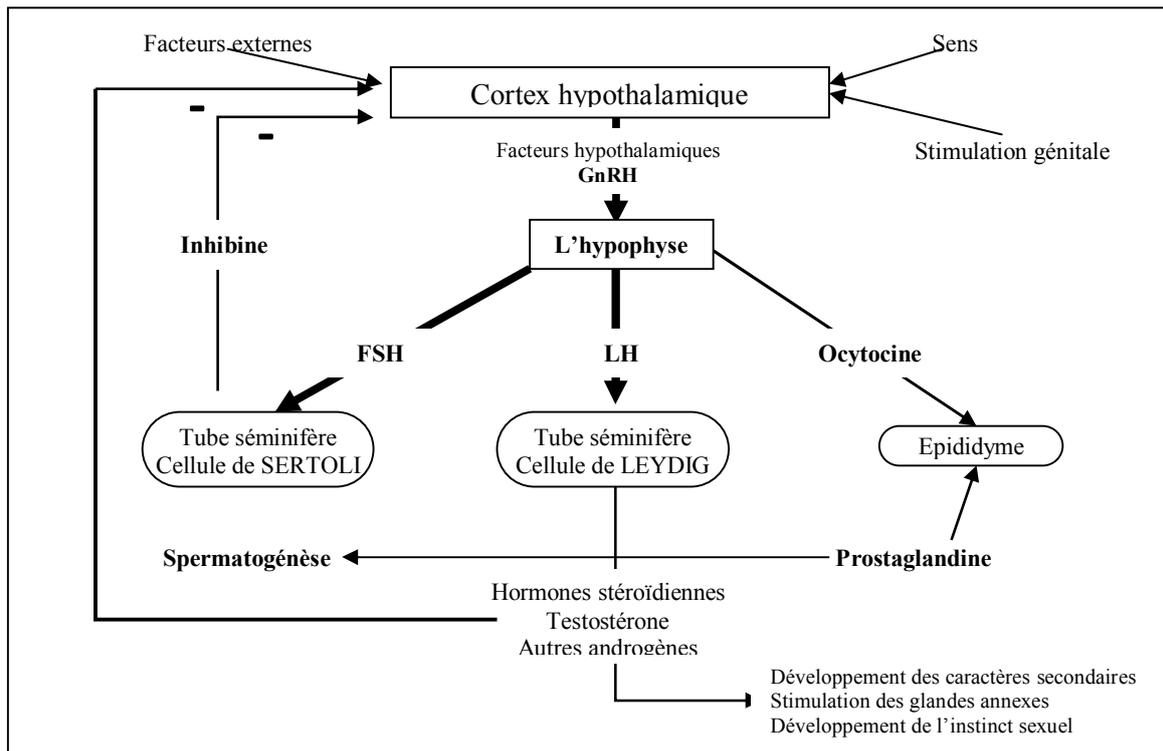


Figure 5: La régulation hormonale de la reproduction chez le mâle (Boussit 1989).

2.1.2. Structure du spermatozoïde

Le spermatozoïde est une cellule profondément transformée apte à féconder un ovule maternel d'une même espèce. (Vaissaire, 1977). La structure morphologique du spermatozoïde du lapin est semblable aux autres mammifères, il mesure entre 55 et 57 μm et comprend deux parties principales, la tête (formes et dimensions variables) et le flagelle (figure 6).

La tête du spermatozoïde, qui est de forme ovoïde, piriforme et rétrécie caudalement ($7 \times 4 \times 0.5 \mu\text{m}$), contient une chromatine nucléaire très dense, entourée par l'acrosome sur les trois quart de sa surface. En arrière, on observe une région post-acrosomiale, délimitée par un segment équatorial.

Le col est une pièce d'union entre la tête et la queue, il s'attache à l'extrémité postérieure du noyau par une pièce basale d'où naît le centriole proximal.

La queue du spermatozoïde du lapin, qui mesure 45 μm , est composé d'un complexe axonème typiquement mammalien ; deux microtubules centraux et neuf diplo-microtubules périphériques (Baronne, 2001; Boiti, 2005).

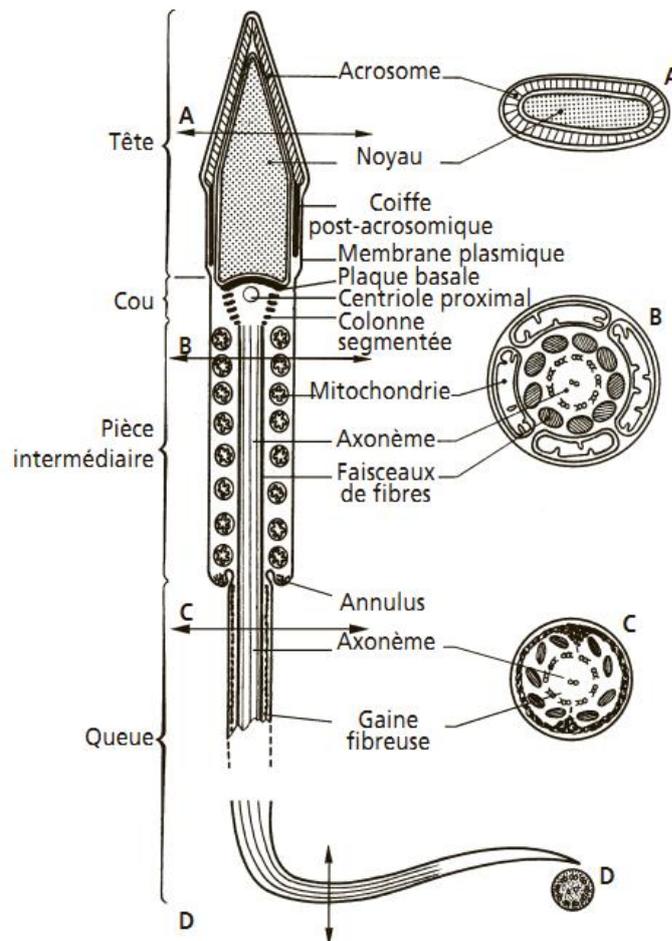


Figure 6: Schémas de spermatozoïde de mammifère. (Le Moigne *et* Foucrier, 2009).

2.1.3. Composition du sperme

Le sperme est constitué de spermatozoïde et de plasma séminal (Vaissaire, 1997). Ce dernier est un fluide sécrété principalement par les glandes annexes (prostate, glandes de Cowper) ; qui est considéré comme un dilueur naturel des spermatozoïdes en jouant un rôle positif dans la conservation de la motilité.

En effet, Castellini (2000) rapporte que les spermatozoïdes placés dans un milieu pauvre en plasma séminal perdent leur motilité 1 à 3 heures (h), et ils la conservent pendant 6h dans une dilution au $10^{\text{ème}}$. Ses effets sont liés aux multiples éléments (tableau 1), qui le constitue à savoir : le substrat énergétique et les substances protectrices et modulatrices, assurant ainsi le mouvement des spermatozoïdes (Boussit 1989).

Les granules séminales jouent un rôle important comme substances modulatrices de la mobilité, elles ont une taille variable (0.5 à 6µm), non homogènes et généralement délimitées par une membrane bi-laminaire. Ces granules sont très abondantes dans le sperme (450 x 10⁶/ml) et semblent être responsables en partie du processus modulateur de capacitation, réaction acrosomique et le statut kinésique du sperme. Cardinali *et al.* (2008), soulignent que l'élimination de ces granules par centrifugation relève leur effet décapacitatif ; cet effet est lié à la libération des particules lipidiques, en occurrence les tocophérols et le cholestérol, qui sont inhibiteur de la réaction acrosomique.

Tableau 1: Composition du plasma séminal (Boussit, 1989 ; Alvarino, 2000).

Substance	Concentration	Lieu de sécrétion
Na	140-160 mg/100g	
K	70-85 mg/100g	Vésicule séminale
Ca	5-7mg/100g	et épидидyme
Mg	22-31mg/100g	
Concentration intracellulaire des spermatozoïdes		
Fructose	40-150mg/100ml	Vésicule séminale et prostate
Glycérylphosphorylcholine	280 mg/100ml	Epididyme
Glucose	Trace parfois	Epididyme
Inositol	30mg/100ml	Epididyme
Sorbitol	80mg/100ml	Epididyme
Acide citrique	110-550mg/100ml	Vésicule séminale et prostate
Acide gras libre	0.001 meq/100ml	Glandes annexe
Acides gras libre	0.134meq/100ml	Glandes annexe
Protéine totale	6g/100ml	Glandes annexe
Catalase	27.5mg/100ml	Glandes annexe

2.2. Physiologie de reproduction de la femelle

Comme chez le mâle, la lapine suit le modèle des mammifères. Cependant, les ovaires jouent un rôle simultanément dans « l'ovogénèse » et dans « la maturation » des gamètes. Les trompes utérines et l'utérus sont responsables d'autres fonctions (fécondation, implantation et gestation).

2.2.1. Ovogénèse: Production de gamète femelle

L'ovogénèse comme la spermatogénèse, est l'ensemble des phénomènes qui aboutissent à la formation et au développement des gamètes femelles (à partir des cellules souches) aptes à être fécondées qui se déroule en trois phases : Phase de multiplication, phase de croissance et phase de maturation (Boussit, 1989 ; Vaissaire 1977). La folliculogénèse contenu dans l'ovogénèse, est l'ensemble des phénomènes qui assurent l'apparition et la maturation des follicules.

2.2.1.1. Phase de multiplication (germinal)

Durant la vie fœtale, une colonisation des gonades (différenciées) au 19^{ème} jour après le coït par des cellules germinales primordiales constitue le stock d'ovogonies, qui peut atteindre 12500 au début, puis régresse à 8000 quelques jours avant la naissance (Salveti, 2008). Ces ovogonies prolifèrent et se transforment en ovocytes de 1^{er} ordre (ovocyte primaire ou ovocyte I) qui subissent (juste après la naissance) la division réductionnelle de la méiose, bloquée en prophase.

Contrairement aux autres mammifères, le stock germinal chez la lapine est déterminé en période néonatale (Boussit, 1989 ; Van den Hurk et Zhoa, 2005 cités par Boiti *et al.*, 2006).

2.2.1.2. Phase de croissance

La phase de croissance est caractérisé par l'accroissement des ovocytes primaires accompagnés par un agencement cellulaire tous autour (cellules folliculaires); ce qui constitue les follicules primordiaux de 0.085mm puis s'accroît vers un diamètre de 0.2 mm formant ainsi le follicule primaire (figure 7) (Boussit, 1989).

Selon Lorenzo *et al.* (1997 cité par Boiti *et al.*, 2006), seules les ovocytes entourés par un cumulus de cellules intacts réponds positivement au développement et à la maturation. Chez la lapine, des follicules poly-ovulaire pourrais êtres générés, les plus parts contient 2 à 3 ovocytes (Al-Mufti *et al.*, 1988 cités par Boiti *et al.*, 2006).

Les follicules primaires évoluent en follicules cavitaires. Chez la lapine, les premiers follicules secondaires, tertiaires et à antrum apparaissent respectivement à 4, 8 et 12 semaines après la naissance (Foote et Carne, 2000 cités par Salveti, 2008). Ceci, ne marque pas la puberté à cause de l'immatunité des structures ovariennes et du système hormonal.

2.2.1.3. Phase de maturation

La maturation ovocytaire et folliculaire sont synchrones, elles se déroulent pendant la puberté. Au niveau folliculaire, la maturation est caractérisée par le développement d'une organisation cellulaire et d'une maturité hormonale. Le follicule de De-Graff, phase finale de la folliculogénèse, est caractérisé par un liquide folliculaire abondant, une véritable cavité à antrum, et un ovocyte ex-centrale, pédiculé et entouré par les cellules de la granulosa.

Autour de l'ovulation, les cellules de granulosa émettent des prolongements membranaires dans le cytoplasme de l'ovocyte, appelés « gap-junctions » qui ont un rôle dans la nutrition et la maturation ovocytaire ; leurs présence s'émettent après la formation de la zone pellucide (Vaissaire, 1977 ; Senger, 2005).

Au niveau ovocytaire, la croissance de l'ovocyte, qui se multiplie de 50 fois, est arbitrée principalement par les cellules de la granulosa (gap junctions). L'apparition de la zone pellucide (couche de muco-polysaccharides) se coïncide avec la formation de follicule mur.

Après l'ovulation, les jonctions entre l'ovocyte et les cellules de la granulosa sont levées et l'ovocyte primaire continue sa division méiotique jusqu'au stade ovocyte secondaire. Cette reprise de la méiose ne dépend pas uniquement de la rupture de ces jonctions mais aussi par d'autres facteurs males connus, car ce phénomène est beaucoup plus complexe. Si la fécondation aura lieu, l'ovocyte II termine sa division méiotique pour donner un ovule mûr (Vaissaire, 1977).

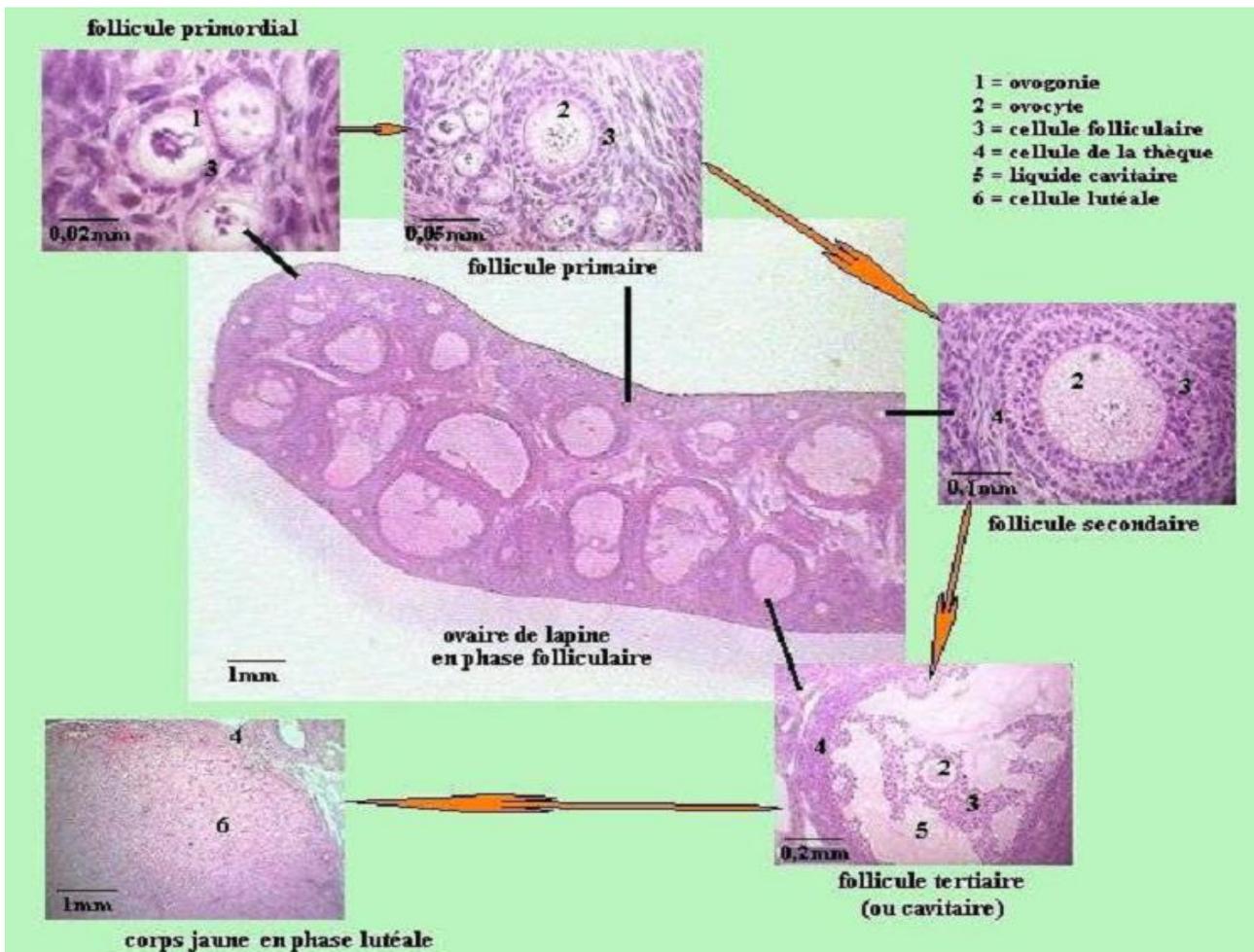


Figure 7: Présentation de différentes étapes de croissance folliculaire (anonyme1)

2.2.2. Ovulation chez la lapine

Chez la lapine, l'ovulation correspond à la rupture d'un ou de plusieurs follicules permettant la libération d'ovocyte(s) fécondable(s) (Gayard, 2007) qui est « provoquée » par le coït.

Boiti *et al.* (2005), observent dans le sang portal du pédoncule pituitaire une augmentation rapide des taux de GnRH 1 à 2 heures après le coït. Cependant, Salvetti (2008) constate que le stimulus associé à l'accouplement est plus d'ordre physiologique que mécanique. D'ailleurs, l'anesthésie du cervix des lapines n'empêche pas le processus d'ovulation, et que le chevauchement de deux lapines induit une ovulation chez la femelle dominée.

D'après Boussit (1989), les glandes préputiales jouent un rôle important dans le déclenchement de l'ovulation par la sécrétion de substances odorantes.

Le coït est converti au niveau de la région médio-basale et de la tige pituitaire en signaux pré-ovulatoires de la sécrétion de la GnRH. Cette dernière, stimule la libération de la FSH (importante dans la maturation folliculaire) et de la LH (impliqué dans la ponte ovulatoire) par l'adéno-hypophyse.

Les concentrations plasmatiques de la LH sont 100 fois plus élevées 60 à 90 minutes après le coït, tandis que celles de la FSH est plutôt modéré. Le deuxième pic de la FSH, observé 24 heures après, est probablement responsable du recrutement et du développement de nouvelles populations folliculaires. Par ailleurs, la LH est responsable de la rupture du follicule mur, donc de l'ovulation 10 à 12 heures après le coït, en provoquant une réaction inflammatoire (Boiti *et al.*, 2005).

Particulièrement chez la lapine, la sécrétion de la GnRH n'est pas sous le contrôle ostrogénique des follicules pré-ovulatoires, d'où l'absence d'un feedback positif et une stabilité relative de sécrétion des hormones folliculo-stimulantes. Ceci est expliquée chez la lapine, par l'absence de récepteurs à l'œstradiol dans les neurones sécrétrices du GnRH (Boiti, 2005 ; Salvetti, 2008).

2.2.3. Physiologie post-ovulatoire

2.2.3.1. Migration des gamètes dans les voies génitales femelles

Les ovocytes sont aspirés par le pavillon, leur descente dépend des contractions musculaires de l'oviducte et des battements ciliaires des cellules épithéliales, qui sont sous le contrôle des œstrogènes (Boussit, 1989 ; Salvetti, 2008) et de la présence de la corona radiata (Vaissaire, 1977). Les ovules sont fécondables après acquisition d'une maturité fonctionnelle et structurale (entre 12 et 15 heures après coït). Cependant, au delà de 15h cette fécondabilité diminue suite à leurs vieillissements.

La remontée des spermatozoïdes vers l'ovule, qui peut durer de 30 minutes à 8 heures après le coït, dépend de leur capacité motile sur 20 cm de parcours génital. Sur les 150 à 200 millions de spermatozoïdes présent dans l'éjaculat, 2 millions vont atteindre l'utérus et que seulement une vingtaine qui va entourer chaque ovocyte (Salvetti, 2008).

La progression des spermatozoïdes est assurée par les mouvements musculaires du vagin et de l'utérus couplés avec l'action de plusieurs hormones comme les œstrogènes, prostaglandines et ocytocine (Boussit, 1989).

Selon les travaux de Boussit (1989), la progestérone sécrétée par les cellules de cumulus oophorus inhiberait cette progression. Alors que d'après Guidobaldi *et al.* (2008) elle constitue une substance chimio-attractrice des spermatozoïdes du lapin.

Bahat *et al.*, (2005) décrivent que une différence de température entre la jonction utéro-oviducte (stockage) et la jonction utéro-tubaire (fécondation) constitue un facteur thermo-attractif.

2.2.3.2. Capacitation des spermatozoïdes

La capacitation est une maturation secondaire déclenchée par le fluide utérin et qui confère aux spermatozoïdes la capacité fécondante (Gayard, 2007). Elle dure de 5 à 15 heures chez le lapin en synchronisation avec la présence d'ovocytes dans l'oviducte (Boussit, 1989 ; Castellini *et al.*, 2008). Cette capacitation implique des changements biochimiques, morphologiques et métaboliques des spermatozoïdes qui semble être optimisé par les œstrogènes et réduite par la progestérone (Vaissaire, 1977).

2.2.3.3. Fécondation et développement embryonnaire précoce

La fécondation est la fusion de deux cellules germinales : le spermatozoïde et l'ovocyte, formant ainsi un zygote qui donnera la descendance (Vaissaire, 1977). Pour cela, la zone pellucide sera perforée sous la double action d'enzymes acrosomiques (réaction acrosomique) et de la poussée du flagelle (figure 8).

Après fécondation, les embryons du lapin sont présents dans l'isthme 24 heures après le coït (post coït), suivie par une succession de divisions cellulaires (26h après coït) jusqu'à la formation d'un blastocyste (68-76 h post coït). Parallèlement à leur développement, les embryons migrent le long de l'oviducte. Au stade morula, les embryons possèdent deux couches extracellulaires, la zone pellucide et une couche de mucine sécrétée par l'oviducte, dont l'intégrité est indispensable à la survie embryonnaire ; 90% de ces embryons vont atteindre la paroi utérine 84h après coït et tandis que la dentelle utérine n'apparaît qu'entre 5 à 8 jours post coït (Salvetti, 2008).

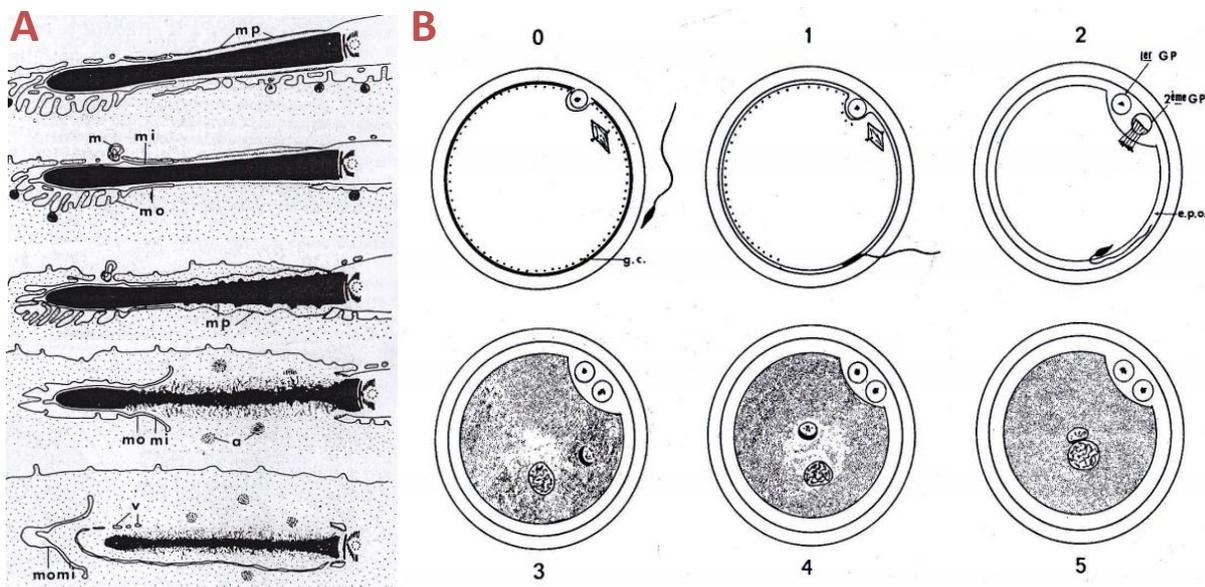


Figure 8 : Le phénomène de la fécondation (Vaissaire, 1977).

A- Diagramme de différents stades d'incorporation de spermatozoïdes (g.c : globules corticaux ; m.o,m.i m.p : membrane ovulaire, acrosomique interne, plasmatique).

B - les différentes phases de fécondation chez le lapin (g.p :globule polaire ; e.p.o : espace péri-ovulaire).

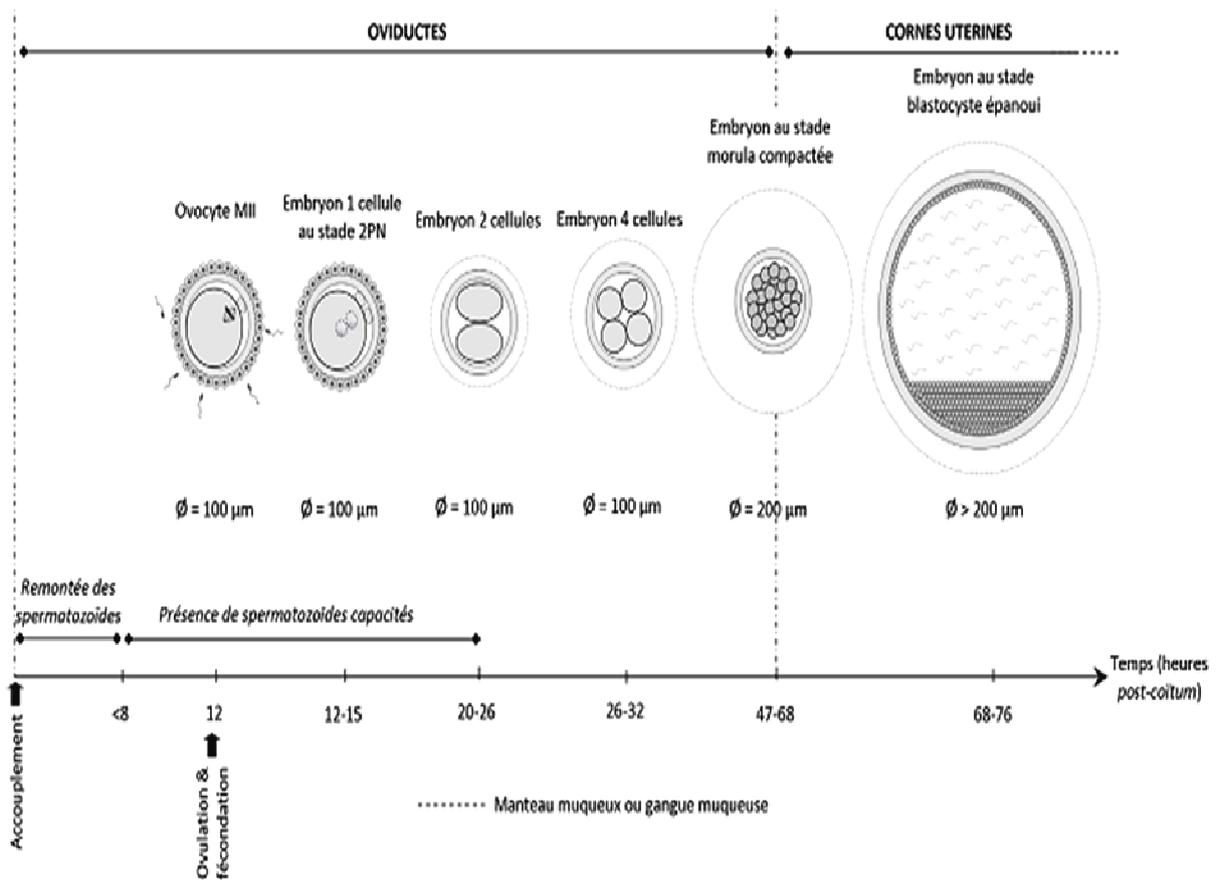


Figure 9 : Schématisation du développement embryonnaire chez le lapin (Salveti, 2008).

2.2.3.4. Implantation et gestation

Chez les mammifères, l'implantation est un processus où le blastocyste est physiquement et physiologiquement en contact avec l'utérus appelé « placenta » (Lee *et De Mayo*, 2004 ; Nicholls *et al.*, 2011), et ceci après la perte de la zone pellucide et l'exposition d'une couche de cellules trophoblastiques; l'implantation est alors catégorisée comme centrique, excentrique ou interstitielle (Lee *et DeMayo*, 2004).

Chez la lapine, l'implantation est centrique et caractérisé par une fusion et une adhérence apicale sans pénétration. L'embryon, qui est un blastocyste sous forme ellipsoïdale, s'implante entre le 7^{ém} et le 8^{ém} jour *post coït* du côté anti-mésométrial de l'utérus. Le site de fixation est situé à l'opposé du bouton embryonnaire, avec émission de larges projections adhérentes en formes boutonnières (Boussit, 1989 ; Barone, 2001 ; Lee *et DeMayo*, 2004 ; Salvetti, 2008).

Chez la lapine, la présence d'un corps jaunes sécrétant de la progestérone est indispensable au maintien de la gestation même après la mise en place du placenta qui n'est opérationnel qu'à partir du 10 au 12^{ém} jours de gestation; durant laquelle le fœtus se nourrit des sécrétions de l'utérus, sachant que la partie fœtale du placenta produit un facteur protéique constitue, en synergie avec l'œstradiol, un facteur lutéotrope indispensable au maintien de la gestation. On note, toute fois, si le corps jaune ne persiste jusqu'à la fin de la gestation, il risque de provoquer un avortement ou une mise -bas prématurée; (Boussit, 1989 ; Salvetti, 2008).

La gestation varie de 30 à 33 jours, son diagnostic peut être effectué par palpation trans-abdominale à partir du 10^{ém} jours. En glissant le pouce et l'index contre la paroi abdominale, on peut percevoir un chapelet de petites boules qui correspondent aux embryons et à leurs enveloppes. (Cette sensation est plus aisée entre le 13^{ém} et 15^{ém} jours), comme il on peut faire le diagnostic grâce à une écographie (Boussit, 1989).

2.2.3.5. La mise-bas

La Parturition (le part) ou mise-bas est l'ensemble des phénomènes mécaniques et physiologiques qui ont pour conséquence l'expulsion du ou des fœtus et annexes embryonnaires hors des voies génitales femelles au terme de la gestation (Vaissaire, 1977 ; Gayard 2007).

Chez la lapine, le part dure de 0,5 à 5 heures avec la possibilité d'alternance entre interruption et reprise de la parturition. La mise en place des mécanismes impliqués dans la parturition dépend de l'inversion du rapport hormonal progestérone/œstrogène additionnée à l'effet du cortisol fœtal (induit par la sécrétion de l'ACTH suite au stress du fœtus) sur la production local d'œstrogène placentaire, à l'effet lutuolysant de la PGF2, et à l'ocytocine fœtale et maternelle responsable de l'expulsion mécanique en stimulant les contractions du myomètre (Davies *et al.*, 1976 ; Lee *et Fields*, 1991 ; Rebollar *et al.*, 1997 ; Sigh *et Katoch*, 2000).

Le comportement de la lapine autour de la parturition est variable, avant 3 jours, la femelle gratte nerveusement la litière et construit un nid (dans le côté obscure) par arrachage de ça propre fourrure. Au moment de la mise-bas, elle reste dans le nid, pendant des durées variables à n'importe quelle heurs de la journée (Boussit, 1989 ; Fernandez-carmona *et al.*, 2005). La posture de la lapine au moment de la mise-bas se fait par extension des pieds et courbature du dos (figure 9), de sorte que le corps prend distance du sol pour pouvoir déposer les lapereaux entre les jambes, pré de la bouche de la femelle afin de retirer les membranes ou le placenta (Franklin *et Winston*, 1954).

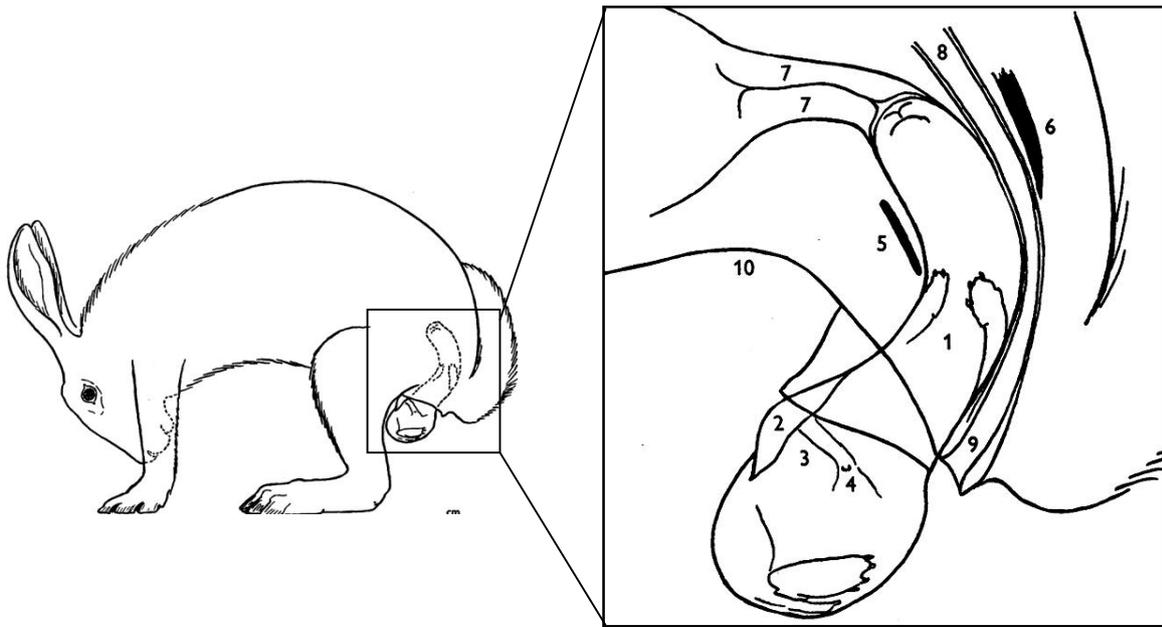


Figure 10 : Position naturelle de parturition chez la lapine (Franklin et Winston, 1954).

1: fœtus, 2: placenta, 3: vaisseaux ombilicaux, 4: l'ombilic, 5: pubis, 6: lombes, 7: col de l'utérus,
8: colon, 9: anus, 10: abdomen

2.2.3.6. Pseudo-gestation et « high progesterone syndrome »

La pseudo-gestation est un état caractérisé par des signes (externes et internes) d'une vraie gestation sans développement de zygotes (ovulation mais pas de fécondation) (Vaissaire, 1977).

Boiti *et al.* (2008) ne qualifient pas cet état comme une période de di-œstrus par juxtaposition avec les animaux à ovulation spontanée ; car il ne survient que chez des lapines non mises à la reproduction ou dans la période de postpartum, où théoriquement les corps jaunes sont absents.

Selon Boiti *et al.* (2005), l'apparition de ces ovulations non fécondée suivie d'effective sécrétion de progestérone chez des lapines mises à la reproduction est un désordre ovarien, qualifié de « *high progesterone syndrome* ».

Cependant, Boiti *et al.* (1996) en étudiant la cinétique de la progestérone en postpartum (*p.p*) des primipares constatent que chez 30% des femelles le taux de progestérone est supérieur à 5ng/ml dès le 4^{ém} jour de postpartum (profils variables), ainsi que la présence de corps jaunes. Par ailleurs, au moment de l'insémination artificielle (11j postpartum) en moyenne 21% des multipares et 3,3% de nullipares présentent un taux de progestérone élevé.

Les résultats de Boiti *et al.* (1996) corroborent avec ceux obtenues par Theau-clément *et al.* (2000), qui constatent d'une part une fréquence de pseudo-gestation ($>1\text{ng/ml}$) dépendantes de l'ordre de parité (16% : nullipare ; 46 % : primipares ; 4 à 9% : multipares) et d'autre part la présence dans les ovaires de deux générations de corps jaunes (anciens et récents). Il semblerait que ces taux élevés de progestérone auraient une action négative sur les performances des lapines (Tableau 2).

Tableau 2: Effet de la pseudo-gestation sur la réceptivité et la fertilité

Références	Parité	% progestérone	Réceptivité %	Fertilité %
Boiti et al., 1996	Multipares	21	12,9	12,4
Theau-clément et al.,2000	Primipares	32,5	21	3
Theau-clément et al., 2008		P< 1 ng/ml	74,1	79
		1< p< 4 ng/ml	79,1	68,1
		p> 4ng/ml	56,3	37,4

Plusieurs questions se posent à savoir par quels mécanismes ces ovulations asynchrones chez la lapine sont induites. En occurrence, l'ovulation spontanée, le prolongement de vie du corps jaune, la lutéinisation des follicules pré-ovulatoire et le stress sont culpabilisés (Boiti *et al.*, 2005).

La maîtrise de la physiologie de la reproduction chez le lapin ainsi que sa régulation neuroendocrinienne permet une meilleure conduite de la reproduction et une optimisation des performances de reproduction notamment la fertilité mâle et femelle. L'étude de la variation de ces performances sera présentée au chapitre II.

Chapitre II

Caractéristiques de reproduction chez le lapin

La caractérisation des performances de reproduction chez les animaux d'élevage permet de définir le potentiel reproductif de l'animal. Chez le lapin mâle ou femelle, ces performances englobent les deux aspects qualitatifs (fertilité) et quantitatifs (prolificité) et sont sous l'influence de facteurs liés à la fois à l'animal (Génétique, âge) et au milieu (saison, température) dans lequel l'animal est élevé.

1. Performances de reproduction chez le lapin mâle

Les performances de reproduction du lapin mâle sont associées d'une part à l'aptitude et le potentiel de production spermatique, et d'autre part à la capacité fertilisante de ce dernier. Cependant plusieurs paramètres nous permettent d'estimer les performances du lapin mâle à savoir son comportement et son ardeur sexuelle, sa production spermatique, ainsi que tous les facteurs impliqués dans leurs contrôles.

1.1. Comportement et ardeur sexuelle

Le comportement sexuel des lapins lors de la reproduction se manifeste sous forme d'une parade nuptiale, grâce à un échange de signaux et d'actes spécifiques entre un mâle et une femelle, avec une synchronisation comportementale et un réflexe sexuel du comportement de copulation (Vaissaire, 1977).

Chez le lapin mâle, la synchronisation comportementale (en générale) est régit par des messages tactiles et odorants (palpation de la région thoracique de la femelle, morsure de l'oreille, urination et flairage de la région génitale) et des tentations de chevauchement.

Le passage à l'acte sexuel de l'accouplement (bouquinage) se caractérise par des mouvements rapides de va et vient du bassin ; l'intromission du pénis est conditionnée par l'immobilisation et la manifestation d'une posture spécifique de la femelle réceptive « lordose » (Vaissaire, 1977). Dans ce cas, la saillie est estimée à un temps bref de 10 à 15 secondes (Theau-Clément *et al.* 1994).

Le comportement du mâle reste très variable en durée et en nature, en fonction de l'environnement ou des femelles présentées (Boussit, 1989).

1.2. La Production spermatique

Le sperme est constitué de spermatozoïdes et du plasma séminal, leur mélange aura lieu pendant l'éjaculation. Il est de couleur blanchâtre (avec des variations d'opacité) ; avec un volume variant entre 0,3ml et 6,0 ml, une concentration située entre 50 et 500 x 10⁶/ml et un PH entre 6,8 et -8,4 ; qui dépendent des sécrétions des glandes annexes (Boussit, 1989).

L'observation de la couleur rouge, grise ou jaune peut être liée à la présence d'éléments anormaux et étrangers dans le sperme, comme le sang, l'urine et ou des débris cellulaires.

1.3. Facteurs de variation de la production spermatique

La production du sperme est marquée par une importante variation de ses principales caractéristiques; plusieurs facteurs intrinsèques et extrinsèques sont responsables (Castellini, 2008).

1.3.1. Facteurs liés à l'animal

1.3.1.1. Variabilité individuelle

Au sein d'une même population, on observe chez les lapins de même âge et soumis aux mêmes conditions de production une variabilité individuelle. Cette dernière, peut être soit observée sur une échelle inter-mâle ou sur une échelle inter-lot de mâle qui pourrait être due à divers facteurs à savoir génétique ou environnementale (Battaglini *et al.*, 1992 ; Bencheickh, 1993 ; Mocé *et al.*, 2005 ; García-Tomás *et al.*, 2006a ; Theau-Clément *et al.*, 2009).

1.3.1.2. Type génétique

L'origine génétique du lapin mâle influence la production et les caractéristiques de la semence (tableau 3) (Castellini *et al.*, 2006a).

L'étude faite par Crimella *et al.* (1992) sur l'influence de la race, montre une faible différence entre les trois types génétiques pour les caractères PH, volume et motilité ($p < 0,05$). Cependant, Virag *et al.* (1992) et Hassanien *et al.* (2011) rapportent une supériorité des males californiens.

Selon l'étude comparative de Bencheikh (1993), entre les souches INRA A1077 (origine néo-zélandais) et INRA A2066 (origine californien) ; les lapins de la souche d'origine californienne sont significativement moins performants.

Tableau 3 : Caractéristiques de la semence des différents types génétiques

Auteurs	Circonstances De l'étude	Génétiques	Caractéristiques de semence							
			Ph	Volume	Mm	Mi	Cn	TSE	MSE	Anom
Crimella <i>et al.</i> (1992)		New zeal.and	7,52	0,66	1,84	-	-	-	-	-
		Californien	7,37	0,65	1,87	-	-	-	-	-
		Burgandy	7,45	0,78	1,73	-	-	-	-	-
		Carmagnola	7,33	0,67	1,52	-	-	-	-	-
Faible différence $p \geq 0,05$										
Virag <i>et al.</i> (1992)	Collecte/sem +2 SN Cn = densité (1-5) Mi en % , P= 0,01	NZ (f)	-	1,12 ^{g,h,k}	-	47,63 ^{g,h,k}	3,26 ^{g,h,k}	-	-	10,77 ^g
		NZ (g)	-	0,89 ^{f,k}	-	50,89 ^{f,h,k}	2,32 ^{h,f,k}	-	-	14,69 ^{f,h,k}
		NZ (h)	-	0,88 ^{f,k}	-	56,71 ^{f,g,k}	2,78 ^{g,k,f}	-	-	11,39 ^g
		Californien(k)	-	1,29 ^{h,g,f}	-	52,85 ^{f,g,h}	2,97 ^{f,g}	-	-	9,69 ^g
Bencheikh, (1993)	Collecte 2 ejc/sem P<0,01	A1077	6,9	0,71	7,37	3,88	574	378	-	-
		A2066	7,04	0,59	6,68	3,64	394	229	-	-
			**	**	**	**	**	**		
Al.varino, (2000)	M en % Différences considérées à la variabilité individuelle,	Black & Tan	-	0,68	-	54	97,6	-	-	19
		NZ white	-	0,97	-	66	309,6	-	-	11
		NZ red	-	0,83	-	49	221,7	-	-	27
		German pied giant	-	1,51	-	71	502,5	-	-	14
Vicente <i>et al.</i> (2000)	Collecte 2 ejc/sem Mi en % (SCA) P<0,05	Lignée V	-	0,9 ^a	-	81 ^a	338 ^a	302 ^a	-	1 ^a
		Lignée A	-	0,9 ^a	-	82 ^a	257 ^b	231 ^b	-	1 ^a
		Lignée H	-	0,9 ^a	-	80 ^a	381 ^a	327 ^a	-	4 ^b
		Lignée R	-	0,6 ^b	-	73 ^b	230 ^b	140 ^c	-	4 ^b
Brun <i>et al.</i> (2002)	Collecte 2 ejc/sem Souches INRA Mm = % ej avec Mm élevée Mi en %	1601(A)	7,23 ^b	0,68 ^a	32,5 ^b	72,1 ^b	441 ^b	298 ^{bc}	217 ^{bc}	-
		2066 (B)	7,38 ^a	0,67 ^a	23,9 ^b	66,6 ^d	412 ^b	265 ^c	182 ^c	-
		(AB)	7,25 ^b	0,61 ^b	25,9 ^b	69,5 ^c	524 ^a	338 ^b	234 ^b	-
		(BA)	7,19 ^b	0,71 ^a	51,5 ^b	75 ^a	554 ^a	394 ^a	296 ^a	-
García-Thomás <i>et al.</i> (2006b)	Collecte 2 ejc/sem Mm 1-5 ; Mi 0-5 P<0,05	Lignée C	7,8 ^a	-	3,2	3,2	-	-	-	14,4 ^b
		CR	7,8 ^a	-	3,2	3,2	-	-	-	10,8 ^a
		RC	7,8 ^a	-	3,3	3,1	-	-	-	14,3 ^b
		Lignée R	7,4 ^b	-	2,9	3,3	-	-	-	8,9 ^a
Brun <i>et al.</i> (2006)	Collecte 2 ejc/sem Mi en % ** <0,01,***<0,001	Ligné L	6,94	0,6	6,78	76,3	634	368	302	-
		Lignée H	6,93	0,46	6,46	75,8	738	336	290	-
			ns	***	**	ns	**	ns	ns	-
Hassanien <i>et al.</i> (2011)	Collecte 2 ejc/sem Mi en % P<0,05	Rex	-	0,54 ^b	-	51,91 ^b	415,1 ^b	224,1 ^b	116,3 ^c	24,3 ^a
		New zeal.and	-	0,57 ^b	-	54,55 ^b	416,7 ^b	237,5 ^b	129,5 ^b	21,3 ^b
		Californien	-	0,62 ^a	-	59,89 ^a	454,1 ^a	281,5 ^a	168,6 ^a	19,5 ^b
		Bal.adi red	-	0,56 ^b	-	55,41 ^b	423,3 ^b	237 ^b	131,3 ^b	20,2 ^b

En occurrence, Vicente *et al.* (2000) et Brun *et al.* (2006) trouvent que les lignées sélectionnées à la croissance (respectivement lignée R et lignée H) présente la production spermatique la plus faible. Toutefois, Brun *et al.* (2006) trouvent que l'habilité d'utilisation productive du sperme de la lignée H (poids fort) est moins utile que la lignée L (poids faible) ; respectivement, en terme d'éjaculats efficaces (44.2% vs 66.5%), de la présence d'urine (13.9%vs4.7%), du volume éliminatoire (43.7%vs23.8%), et des éjaculats à motilité faible (13.4%vs7.2%).

L'utilisation des croisements entre souches montre l'avantage de l'effet Hétérosis sur la production spermatique. D'après Brun *et al.* (2002) les mâles croisés présentent des valeurs significativement plus élevées en termes de concentration, de taux de spermatozoïdes par éjaculats (TSE) et de taux de spermatozoïdes motiles (MSE). En effet, les mâles BA produits des éjaculats avec une motilité massale (51.5% vs 27.4% en moyenne des 3 autres types) significativement plus élevée. Par contre, García-Thomás *et al.* (2006b, c) ne trouve de différence significative que pour le PH et les anomalies, en faveur de la lignée R.

1.3.1.3. Effet âge

Theau-clément *et al.* (2009) trouvent que l'âge des mâles influence sur certains paramètres de la semence (tableau 4). Sur le plan quantitatif, les mâles adultes (37-43 semaines) ont significativement des éjaculats plus concentrés et des MSE plus élevés (MSE : 293×10^6 vs $221 ; 212 \times 10^6$ spermatozoïdes, adultes vs jeunes, en croissance respectivement). Gogol *et al.* (2002 in Castellini, 2008), trouvent que les mâles de moins de 5 mois et de plus de 20 mois d'âge, ont un pourcentage plus élevé de spermatozoïdes à chromatine endommagées.

Cependant, le comportement sexuel des lapins jeune et adulte est nettement différent selon Villagran *et al.*,(2003), qui en induisant une séries de sollicitations de 4 minutes avec chevauchement jusqu'à épuisement, constatent que les jeunes mâles (6-12 mois) chevauchent et éjaculent 9 à 10 fois avant l'épuisement sexuel, contrairement aux adultes (14-20 mois) pour qui elle n'est que de 6 à 8 fois.

Tableau 4 : Effet de l'âge sur les caractéristiques de la semence (Theau-Clément *et al.*, 2009)

Auteurs	Ages	Caractéristiques de semence							
		Ph	Volume	Mm	Mi	Cn	TSE	MSE	Anom
Theau-Clément <i>et al.</i> (2009)	En croissance	6,92 ^{ab}	0,46	5,54	65,9	641 ^{ab}	260 ^a	212 ^a	-
	Jeunes	6,87 ^a	0,49	5,77	70,0	557 ^a	262 ^a	221 ^a	-
	Adultes	6,95 ^b	0,51	5,59	69,6	673 ^b	360 ^b	293 ^b	-
		p* 0,015	ns	ns	ns	<0,001	<0,001	<0,002	-

1.3.1.4. Etat sanitaire des mâles

Parmi les principales causes d'infertilité chez le lapin mâle, on cite les infections aiguës ou chroniques de l'appareil reproducteur, qui affectent les fonctions testiculaires et la production séminale. Les inflammations aiguës peuvent affecter la stéroïdogénèse et le processus spermatogénétique (O'Bryan *et al.*, 2000; Reddy *et al.*, 2006; cités par Brecchia *et al.*, 2010).

Brecchia *et al.* (2010), en utilisant les lipopolysaccharides (LPS) pour simuler l'inflammation chez le lapin, observent chez les sujets traités par des doses élevées (100µg) des symptômes sérieux de prostration et de refus.

Ces auteurs ont montré également l'effet de l'utilisation d'une dose modérée et réversible de 50µg de LPS à court terme (24h) et à long terme (70 jours) sur la qualité de la semence. Ils observent une forte diminution de la concentration spermatique après 24h d'inoculation et une diminution du pourcentage des spermatozoïdes mobiles après 20 à 40 jours de traitement. Ces auteurs soulignent aussi que malgré la réversibilité apparente des symptômes de détresse médicale (température et anorexie) dans un délai de 72h, la restitution de la mobilité, n'apparaît qu'après 50 jours (tableau 5).

Tableau 5 : Effet de l'inoculation de LPS sur les caractéristiques de la semence

(Brecchia *et al.*, 2010).

Caractéristiques	Basal.	24h après LPS inoculation		56j après LPS inoculation		70j après LPS inoculation	
		Contrôle	LPS	Contrôle	LPS	Contrôle	LPS
Volume (ml)	0,9	0,8	0,8	0,9	0,8	0,7	0,8
Concentration x10 ⁶	240 ^b	55 ^a	45 ^a	194 ^b	135 ^{ab}	210 ^b	195 ^b
Motilité %	77 ^b	78,6 ^b	72,8 ^b	76,2 ^b	62,4 ^a	78,6 ^b	72,5 ^b

1.3.2. Facteurs liés à l'environnement

1.3.2.1. Effet saison

Les effets de la saison regroupent les variations de durée d'éclairement, de température et de pluviométrie. Plusieurs auteurs (Marai *et al.*, 2002; Saffa *et al.*, 2008 ; Zerrouki *et al.*, 2005) ont étudié l'effet saison sur l'activité sexuelle du lapin, et observent que la plupart des paramètres de la production spermatique sont affectés.

L'influence de la saison est nettement marquée par une saison de reproduction chez le lapin sauvage; ce qui n'est pas observé chez le lapin domestique (Boussit, 1989) pour qui l'habileté de l'ardeur sexuelle est détériorée en été et améliorée au printemps (Marai *et al.*, 2002; Saffa *et al.*, 2008).

D'après Boulbina (2011), la saison de naissance influence sur l'âge d'entrée en puberté, en effet les lapins nés en hiver entrent précocement en puberté que ceux nés en été. Ces perturbations pourraient être expliquées par l'effet de la saison sur la sécrétion de la testostérone dont la concentration en été augmente dans le testicule ($122 \pm 13,1$ vs $100,1 \pm 16,3$ ng/dl) et diminue dans le sang (213 ± 18 vs 352 ± 18 mg/dl) (El-Masry *et al.*, 1994).

En général, les différents paramètres spermatiques à savoir le volume, la concentration, la motilité, et le pourcentage des cellules mobiles enregistrent des variations en fonction de la saison (Panella et Castellini, 1990 ; Battaglini *et al.*, 1992 ; Marai *et al.*, 2002 ; Roca *et al.*, 2005; Rodríguez-De Lara *et al.*, 2008 ; Saffa *et al.*, 2008 ; Theau-Clément *et al.*, 2009) (tableau 6).

Tableau 6 : Effet saison sur les caractéristiques de la semence

Critère	Hiver	Printemps	Été	Automne	p	Références
Libido (seconde)	13,3 15,08		13 20,06			Rodríguez-De Lara <i>et al.</i> , (2008) <0,01 Safaa <i>et al.</i> , (2008)
Volume (ml)	0,57 0,68 0,48 ^{ab}	0,56 ^a	0,58 0,52 0,43 ^b	0,49 ^{ab}	ns <0,01 0,008	Rodríguez-De Lara <i>et al.</i> , (2008) Saffa <i>et al.</i> , (2008) Theau-Clément <i>et al.</i> , (2009)
Motilité (% ou score)	63,7 65,63 70,02 ^a	70,02 ^a	74,8 54,69 60,6 ^p	73 ^a	0,0001 0,01 <0,001	Rodríguez-De Lara <i>et al.</i> , (2008) Saffa <i>et al.</i> , (2008) Theau-Clément <i>et al.</i> , (2009)
Concentration (x 10 ⁶)	702,1 646 ^a	648 ^a	597,7 486 ^b	715 ^a	0,01 <0,001	Saffa <i>et al.</i> , 2008 Theau-Clément <i>et al.</i> , 2009
TSE (x10 ⁶)	157,9 486,6 283 ^a	314 ^{ab}	172,4 318,9 227 ^a	354 ^b	0,02 0,01 <0,001	Rodríguez-De Lara <i>et al.</i> , (2008) Saffa <i>et al.</i> , (2008) Theau-Clément <i>et al.</i> , (2009)
Normal./Anomal.ies (%)	79,8 10,71		75,5 14,96		0,001 0,01	Rodríguez-De Lara <i>et al.</i> , (2008) Saffa <i>et al.</i> , (2008)

1.3.2.2. Effet température

L'influence de la température sur la fonction de reproduction est attribuée plus à un effet d'hyperthermie qu'à un effet d'hypothermie qui ne semble pas perturber le comportement sexuel des lapins (Boussit, 1989).

L'exposition des mâles à des températures élevées (34°C pendant 8 h) déprime l'activité sexuelle et perturbe la spermatogénèse en augmentant sensiblement le pourcentage des spermatozoïdes morts (Boussit, 1989 ; KASA *et al.*, 1992).

Selon Finzi *et al.* (2000), l'effet de l'hyperthermie est plus rapide sur l'apparition des anomalies que sur la chute de la concentration spermatique.

1.3.2.3. Effet lumière

Les études anciennes sur l'effet de l'éclairage artificiel sur la fertilité et la production spermatique du mâle se contredisent. En effet, Walter *et al.* (1968) ; Adams et sinch (1981), cités par Boussit (1989), montrent que la concentration spermatique ou le poids testiculaire étaient au minimum lors des durées d'éclairage longues (+ de 14 h). Alors que Boyd (1985 cité par Theau-Clément, 1994) et Theau-Clément (1994), observent une augmentation du poids testiculaire après un passage de 8h à 16h d'éclairage, et une diminution du même paramètre si l'opération est inversée. Les caractéristiques qualitatives et quantitatives des éjaculats étaient significativement plus élevées pour le lot de 16h d'éclairage, seule le volume était plus élevé chez le lot de 8h d'éclairage (tableau7).

Tableau 7 : Effet photopériode sur les caractéristiques de la semence (Theau-Clément, 1994)

Paramètres	Lot 8 h	Lot 16 h	P
Poids	3972	3725	***
Volume	0,74	0,7	***
Motilité massale (0-9)	6,8	7,1	**
Motilité individuelle (0-4)	3,3	3,4	*
Concentration (x10 ⁶)	635	772	***
TSE (x10 ⁶)	452	509	***

1.3.2.4. Alimentation

La stratégie alimentaire en terme de quantités ou d'éléments constitutants, est un facteur important à maîtriser (Joly et Theau-Clément, 2000). En effet, l'influence de l'alimentation sur le comportement, les caractéristiques de la semence ou même les caractéristiques membranaires du spermatozoïde, a été mise en évidence (Castellini *et al.*, 2006a).

Une ration alimentaire limitée à 114-125 g/j en comparaison avec une ration *ad-libitum* (20-25% de plus), réduit significativement le poids vif et affecte la performance des mâles par un comportement sexuel plus lent (21,03s vs 15,62s), des éjaculats moins productifs en volume

(0,96ml vs 1,3ml) et en TSE ($452,6 \times 10^6$ vs $584,6 \times 10^6$), Alors que la qualité motile de la semence n'est pas affectée (Luzi *et al.*, 1996).

Selon Luzi *et al.* (1996), les différences entre deux niveaux protéiques (14,5% et 19,7%) agissent en interaction avec le mode de rationnement. Les auteurs suggèrent que lors d'une alimentation *ad-libitum*, un niveau protéinique bas de la ration diminue le taux de collecte alors qu'un niveau élevé l'augmente.

En occurrence, Nizza *et al.* (2000a), trouvent que la concentration et le volume augmentent significativement avec le taux protéique (439, 550 et 546 millions de spermatozoïdes respectivement pour les taux protéiques de 13, 15 et 17% dans la ration); Alors que la motilité des spermatozoïdes est affectée dans le premier éjaculat et non dans le second.

Les aliments contenant une grande quantité de lysine améliorent le comportement sexuel et accroissent le taux de spermatozoïdes vivants pour le second éjaculat. Toute fois, l'addition de la méthionine augmente la motilité du second éjaculat et réduit la libido du deuxième prélèvement (Nizza *et al.*, 2000b).

Des modifications de la motilité et des caractères kinésiques sont observées suite à des supplémentations en acides gras polyinsaturés n3 (Castellini *et al.*, 2003 et Castellini *et al.*, 2004).

1.3.3. Facteurs liés à la conduite d'élevage

1.3.3.1. Rythme de collecte

La production journalière dans le testicule est de 20 à 60 millions de spermatozoïdes par gramme de testicule et de 100 à 150 millions par mâle adulte. Ces variations journalières sont indépendantes du rythme d'utilisation du mâle, et dépendantes de la race, de l'âge, du poids testiculaire et de la photopériode (Boussit, 1989).

Le rythme de collecte n'est que l'aptitude de l'animal à puiser sa réserve épидидymaire (soit 1 à 2 milliard) face aux sollicitations imposées par l'opérateur, qui peut aller de 1 à 4 prélèvements par jour pendant 1 à 7 jours (Bencheikh, 1993 ; Bodnar *et al.*, 1996 ; Bunaciu *et al.*, 1996 ; Arroita *et al.*, 2000 ; Mocé *et al.*, 2000). Les travaux de Lebas (1996), montrent que la production spermatique par semaine augmente avec l'accentuation du rythme, mais avec une atteinte de la qualité de la semence et un épuisement du lapin.

Trois rythmes de récolte ont été étudiés par Bencheikh (1993) et Arroita *et al.* (2000) (tableau 8), en fonction du nombre de journées de récolte par semaine avec deux prélèvements par jour (une journée =extensif, deux journées =semi-intensif et trois journées =intensif).

Quelque soit le caractère considéré, les valeurs moyennes du groupe extensif sont supérieures à celles enregistrées en rythmes intensif et semi-intensif. Lors d'une production spermatique hebdomadaire, les rythmes semi-intensif et intensif permettent une produire 1,17 fois et 1,28 fois plus élevée que le rythme extensif (Bencheikh, 1993),

Tableau 8 : Effet la fréquence de collecte sur les caractéristiques de la semence

Paramètres	Rythme de collecte			p	Références
	Extensif	Semi-intensif	Intensif		
Taux de récoltes utiles (%)	62	64	60	ns	Arroita <i>et al.</i> , (2000)
Volume (ml)	0,99	0,76	0,76	ns	Arroita <i>et al.</i> , (2000)
	0,82/0,8	0,71	0,61	**	Bencheikh, (1993)
Concentration (x10 ⁶)	317,26 ^a	257,72 ^b	183,92 ^c	*	Arroita <i>et al.</i> , (2000)
	527/547	405	284	**	Bencheikh, (1993)
Motilité (%) (0-4)	70,93	68,84	70,6	ns	Arroita <i>et al.</i> , (2000)
	3,64/3,87	3,68	3,05	**	Bencheikh, 1993

1.3.3.2. Ordre de l'éjaculat

Bencheikh (1993) et Theau-Clément *et al.* (2009), montrent que la production spermatique varie en fonction de l'ordre de l'éjaculat. Bencheikh, (1993) constate que la majorité des paramètres spermatiques sont significativement supérieurs au deuxième éjaculat, alors que Theau-Clément *et al.*, (2009) observent le contraire (tableau 9).

Tableau 9 : Effet l'ordre de l'éjaculat sur les caractéristiques de la semence

Auteurs	Ordre Ejaculat	Caractéristiques de semence						
		Ph	Volume	Mm	Mi	Cn	TSE	MSE
Bencheikh, (1993) Mm0-9 Mi0-4	1 ^{er} prélèvement	7,03	0,78	7,35	3,65	335	239	-
	2 ^{em} prélèvement	6,98	0,71	8,1	3,85	598	245	-
		**	**	**	**	**	**	-
Theau-Clément <i>et al.</i> , (2009)	1 ^{er} prélèvement	6,84	0,54	5,7	68,7	671	345	272
	2 ^{em} prélèvement	6,97	0,45	5,52	66,8	529	231	184
		***	***	ns	ns	***	***	***

1.3.4. Autres facteurs

La semence des mâles issus de mères multipares est caractérisée par une motilité massale, un volume et un pourcentage de spermatozoïdes mobiles significativement plus faibles que celle des mâles issus de mères nullipares et primipares, sans qu'il y soit une répercussion sur leurs productions spermatiques (Theau Clément *et al.*, 2009) (tableau 10).

Selon Boussit (1989), les performances des lapins mâles dépendent du calme et de la vigilance de l'opérateur. En effet, Theau-Clément *et al.* (2009), soulignent que le préleveur affecte significativement sur plusieurs paramètres de la semence (tableau 11).

Tableau 10: Effet numéro de portée des mâles sur les caractéristiques de la semence
(Theau-Clément *et al.*, 2009).

Parité	Caractéristiques de semence						
	Ph	Volume	Mm	Mi	Cn	TSE	MSE
P 1	6,93	0,48 ^{ab}	5,87 ^a	70,8 ^a	625	305	251
P 2	6,94	0,52 ^a	5,75 ^a	72,5 ^a	611	322	268
>P 3	6,88	0,46 ^b	5,27 ^b	62,2 ^b	645	256	207
P	ns	0,002	0,048	0,001	ns	ns	ns

Tableau 11 : Effet opérateur sur les caractéristiques de la semence Theau-Clément *et al.*, (2009)

Préleveur	Caractéristiques de semence						
	Ph	Volume	Mm	Mi	Cn	TSE	MSE
N° 1	6,81 ^a	0,52 ^a	5,55 ^{ab}	67 ^{ab}	547 ^a	291 ^{ab}	231 ^{ab}
N° 2	6,94 ^b	0,50 ^a	5,87 ^a	71 ^a	656 ^{bc}	323 ^a	272 ^a
N° 3	6,94 ^b	0,45 ^b	5,44 ^b	66,8 ^b	605 ^{bc}	266 ^b	220 ^b
N° 4	6,97 ^b	0,48 ^{ab}	5,66 ^{ab}	69,2 ^{ab}	686 ^c	298 ^{ab}	245 ^{ab}
P	0,001	0,006	0,001	0,045	0,012	0,053	0,072

2. Performances de reproduction chez la lapine

De même que chez le mâle, Les performances de reproduction de la femelle sont également définies en termes de fertilité et de productivité qui dépendent de l'état de réceptivité de la femelle, de son aptitude à mener à terme une gestation et de donner une portée.

2.1. Comportement sexuel

Le comportement sexuel de la lapine est caractérisé par son acceptation de l'accouplement, on parle dans ce cas d'une femelle « réceptive » qui adopte une position particulière dite « lordose ». Au contraire, si la lapine refuse l'accouplement, elle est dite « non réceptive » (Theau-Clément, 2001).

Actuellement, on n'arrive pas à prévoir les durées des phases de réceptivité ou de non-réceptivité de la lapine. Par ailleurs, Myers et Poole (1962 cité par Boussit, 1989) observent des pics de réceptivité à un rythme de cinq à six jours.

Malgré sa grande variabilité, la fluctuation rythmique de 5 à 6 jours entre pics de réceptivité permet d'exploiter une conduite d'accouplement raisonnée. En ce sens, trois rythmes conventionnels ont été définis : le rythme intensif (4 à 5 j post-partum), le rythme semi-intensif (10 à 12 j *p,p*) et le rythme extensif (16 à 18j *p,p*),

L'état de réceptivité de la lapine est étroitement lié à la taille des follicules pré-ovulatoires présents à la surface de l'ovaire (Boiti *et al.*, 2005). Selon Salvetti (2008), malgré que la production de ces derniers soit continue, il y a une grande variabilité dans le comportement d'œstrus. De ce fait, la réceptivité est meilleure chez les nullipares et multipares par rapport au primipares (Boussit, 1989). Pendant la gestation, la réceptivité peut se manifester soit pendant 2 jours, soit pendant 28 jours consécutifs (Boiti *et al.*, 2005).

La couleur et la turgescence de la vulve peut constituer un bon indicateur de la réceptivité sexuelle de la lapine. Gosalvez *et al.* (1985 cité par Salvetti, 2008), constatent que plus de 80% de femelles ayant la vulve rose, rouge ou violette et turgescence acceptent l'accouplement et ovulent, A l'inverse, moins de 20 % seulement des femelles ayant une vulve blanche acceptent de s'accoupler et sont fécondées. Ce critère de jugement est controversé à cause de sa subjectivité ; ce paramètre est à la fois utilisé comme facteur de variation et comme variable (Theau-Clément *et al.*, 2011).

2.2. Facteurs de variation de la fertilité et de la prolificité

La fertilité et la prolificité sont regroupées sous le terme de « fécondité », la fertilité est l'aptitude d'une femelle à la reproduction; tandis que la prolificité est le nombre de sujets nés par femelle (Boiti, 2005).

Les principales mesures de la fertilité sont le taux de gestation et le taux de mise-bas, elle résulte de la capacité de la femelle d'entretenir la fécondation, l'implantation et la gestation. Or la prolificité est un caractère quantitatif, elle est conditionnée par plusieurs événements, ses principales composantes sont les taux d'ovulation, de fertilisation, de mortalité et de survie embryonnaire précoce et tardive (Theau-Clément, 2005).

La fertilité et la prolificité des lapines dépendent de divers facteurs, ces principales mesures sont le taux de réceptivité, de gestation (diagnostic positive) et de mise bas.

2.2.1. Facteurs liés à l'animale

2.2.1.1. Type génétique

Selon plusieurs études, les différences de performance de reproduction chez la lapine peuvent être d'origine génétique (tableau 12).

L'effet de la génétique est plus prononcé sur la taille de portée que sur la fertilité elle-même. D'ailleurs Bolet *et al.* (2004), observent que les races de petite taille (CH, EN, HI) ont le même niveau de fertilité que les races de taille moyenne, mais qu'elles enregistrent la prolificité la plus faible (tableau 12).

Bolet *et al.* (1991), observent que l'effet génétique des lapines d'origine californiennes (2066) est positif sur le taux d'ovulation à la première et à la quatrième portée (11,6% et 14,5%) et négatif sur l'implantation à la quatrième portée (11,1%). Tandis que pour les femelles d'origine Néo-zélandaises (1077), les effets génétiques maternels sont positifs et favorisent la viabilité embryonnaire à douze jours de gestation de la quatrième portée (10,4%).

Dans les pays chauds, peu de race de lapin sont identifiés, car il se présente surtout en populations telle que « l'égyptiennes Giza white et Baladi, et les marocaines Zemmouri et Tedla » respectivement Khalil (2002a,b), Barkok *et Jaouzi* (2002), et Bouzekraoui (2002).

En Algérie, trois populations ont été étudiées : la population locale dont les performances sont hétérogènes (Zerrouki, *et al.*, 2001 ; Moumen, 2006 ; Saidj, 2007 ;), la population kabyle, qui présente une variation phénotypique, un poids et une prolificité faible (Zerrouki *et al.*, 2005) et la population blanche, issus des sujets importés et renouvelée sur place (Zerrouki *et al.*, 2007, Gacem *et al.*, 2008).

Tableau 12 : Effet du type génétique sur la fécondité des lapines

Performances	Auteurs <i>Zerrouki et al., (1998)</i>	<i>Zerrouki et al., (2001)</i>	<i>Gacem et al., (2009)</i>	<i>Bolet et al., (2004)</i>								
	INRA1029 vs INRA 1077	Population locale	S synthétique vs pop blanche vs Pop local.	8 types génétiques								
				C	AC	BH	CH	EN	FB	HI	TH	VW
Taux de Réceptivité	57,1 vs 52,9*	80	64,5 vs 69,2* vs 64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Taux de gestation	54 vs 51,03	-	-	71,9 ^a	57,3 ^b	57,5 ^b	63,3 ^b	74,3 ^a	64 ^b	70,7 ^a	37,5 ^c	46,2 ^c
Taux de mise-bas	42,8 vs 42,2	70,3	51 vs 52 vs 51	68,5 ^a	50 ^b	52,4 ^b	56,2 ^b	68,5 ^a	53,7 ^b	63,5 ^a	35,3 ^c	42,7 ^c
Taille de portée	7,5 vs 8,21*	7,31	9,5* vs 7,4* vs 6,7* 8,29 ^a	6,58 ^{bc}	7,2 ^b	5,73 ^d	6,0 ^{cd}	6,44 ^c	5,5 ^d	6,84 ^b	7,0 ^b	

S : souche, pop : population, C : contrôle (NZ) (INRA 9077), AC : Argenté de champagne, BH : Belgian hare, CH : chinchilla, EN : English, FB : Fauve de bourgogne, HI : Himaayan, TH : Thuringer, VW : Vienna white,

2.2.1.2. Etat physiologique de la lapine (parité, allaitement)

D'après la synthèse de Theau-Clément (2008), la parité influence sur la fertilité et la prolificité des lapines : Les nullipares ont une fertilité supérieure à 85% mais une prolificité plus modeste (8,8 nés vivants), tandis que la fertilité des primipares est généralement inférieure à 70% mais avec une taille de portée plus élevée et enfin les multipares ont des niveaux élevés de fertilité et de taille de portée (78,6 % et 11,2% nés vivants).

L'allaitement déprime la fertilité de la lapine avec un écart de 10 à 20% en faveur des non allaitantes ; ces effets dépendent du stade de lactation et du nombre de lapereaux allaités (Theau-Clément, 1994). La prolificité des femelles non allaitantes et des femelles inséminées à 11 jours de lactation est peu différente (Theau-Clément, 2008).

La fécondité d'une lapine dépend de son état physiologique qui est en relation avec sa réceptivité et son état d'allaitement (figure 11).

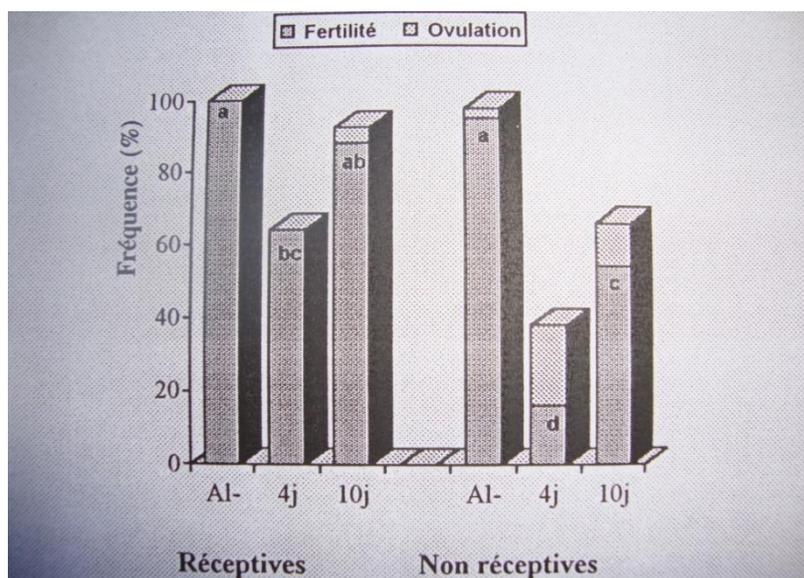


Figure 11 : Fréquence d'ovulation et fertilité en fonction du stade physiologique des lapines
(Theau-Clément, 1994. $p < 0.05$)

2.2.2. Facteurs de l'environnement

2.2.2.1. Effet saison

Comme chez le mâle, la saison influence sur les performances de reproduction de la lapine (Zerrouki *et al.*, 2004 ; Teau-Clément, 2008). Selon certains auteurs, les performances les plus faibles sont enregistrées pendant l'hiver et l'été, alors que le taux de mise bas ne semble pas être touché. Malgré l'influence de la saison sur la taille de la portée les différences sont réduites au sevrage (tableau13) (Zerrouki *et al.*, 2001 ; Zerrouki *et al.*, 2004 ; Gacem *et al.*, 2009)

Tableau 13 : Effet saison sur la fécondité des lapines

Auteurs	Saison	Paramètres			
		Réceptivité	Mise-bas	Taille de portée	Portée sevrée
Zerrouki <i>et al.</i> , (2001)	Automne	88 ^a / 80,5	77,5 / 73	7,81 ^a / 7,25 ^a	5,42 / 5,14
Zerrouki <i>et al.</i> , (2004)	Hiver	74,4 ^b / 77,7	65,7 / 66,1	8,01 ^a / 7,68 ^a	5,63 / 5,6
	Printemps	81,5 ^{ac} / 74,7	72,1 / 74,7	7,06 ^b / 7,4 ^a	5,75 / 5,5
	Été	79,7 ^c / 67,4	75,5 / 79,5	6,48 ^c / 6,63 ^b	5,0 / 5,14
Gacem <i>et al.</i> , (2009)	Début d'année	62,1 ^a	41,4	8,0	6,13
	Saison chaude	66,3 ^{ab}	45	7,78	6,22
	Fin d'année	69,3 ^b	45	7,81	6,22

2.2.2.2. Effet de la lumière et de la photopériode

La durée d'éclairement, ambiante ou en bio-stimulation, joue un rôle important sur la reproduction, car un éclairage de 16h permet aux lapines d'obtenir une activité régulière durant toute l'année (Lebas *et al.*, 1991 ; Lebas *et al.*, 1994 ; Theau-Clément *et al.*, 2008b).

Selon Theau-Clément (1994), on observe un effet significatif du traitement lumineux sur la réceptivité et la taille de portée au sevrage des lapines (tableau 14). Par ailleurs, Gerencsér *et al.* (2008) n'ont pas observés un effet de la couleur de la lumière (blanche et bleu) sur la fécondité.

Tableau 14 : Effet du traitement lumineux sur la fécondité des lapines

Auteurs	Traitement	Paramètres			
		Réceptivité	Fertilité	Taille de portée	Portée sevrée
Theau-Clément, 1994	(16h sur 7j avant IA)	71,4 ^a	61,4	7,8	5,9 ^a
	16h (témoin)	54,3 ^b	48,9	8	7,2 ^b

2.2.2.3. Alimentation

Eiben *et al.* (2006), rapportent qu'une restriction puis une stimulation alimentaire appliquée sur des multipares améliore la réceptivité de façon semblable à 24h de séparation mère-portée ; Alors que Brecchia *et al.* (2004), ont mis en évidence l'effet défavorable de la restriction

alimentaire sur les performances de reproduction, car une restriction de 24h avant insémination entraîne une réduction de la réceptivité (55,8 vs 70,9%), de la fertilité (42,8 vs 59,2%) et du nombre de nés vivants (6,6 vs 7,7).

Viudes-De-Castro *et al.* (1991), montrent qu'une alimentation trop énergétique entraîne à une réduction du nombre de lapereaux nés vivants (7,1 vs 9,8) ; qui seraient liées à une compétition entre le tractus digestif et le tractus reproductif pour l'occupation de l'espace de la cavité abdominale.

2.2.3. Autres facteurs

Boussit (1989) note que le taux de fertilité présente un décalage entre intervalle de génération, qui est de l'ordre de 9 mois qui est vraisemblablement lié à la saison. Il constate aussi que la fertilité des lapines diminue avec l'âge et que les mères sont moins prolifiques en été, alors que les femelles nées durant cette période sont plus fertiles.

Le traitement hormonal à base de PMSG améliore la fertilité globale et notamment la fertilité des allaitantes non réceptives (53,9 vs 38,1%) (Theau-Clément, 1994, Theau-Clément *et al.*, 2008).

La PGF2 α administrée 2 à 3 jours avant insémination a parfois des effets positifs sur la fertilité, en particulier chez les pseudo-gestantes (Theau-Clément, 2008). Selon McNitt *et al.* (1997). Néanmoins, le traitement par PGF2 α durant les derniers jours de gestation a tendance à réduire le nombre de nés totaux (5,8 vs 6,7) et de nés vivants (4,8 vs 5,3).

Parmi les différentes méthodes de bio-stimulation, la séparation mère-petits apparaît la plus intéressante, un effet positif est souvent observé avec les différentes modalités de séparation (de 24h à 48h) et l'écart de fertilité par rapport au témoin s'étale de +11% à +24%, ; par contre cette méthode n'influence pas sur la taille de la portée, et elle a tendance à diminuer le poids des lapereaux au sevrage (Theau-Clément, 2008),

La maîtrise des différents facteurs de variation des performances de la reproduction, que ce soit pour la femelle ou pour le mâle, est considérée comme la clé de l'efficacité de la conduite de reproduction. En occurrence, elle conditionne la réussite de l'insémination artificielle, ainsi que le choix de l'application d'une méthode de bio-stimulation en fonction de l'état de la lapine.

Chapitre III

Insémination artificielle chez
le lapin

Comme pour toutes les espèces zootechniques, l'insémination artificielle chez le lapin permet par la dilution et le fractionnement de la semence, d'augmenter la diffusion des potentialités d'un mâle. Une saillie naturelle conduit au mieux à une portée, l'insémination permet donc, de multiplier le nombre de portée à partir d'un même éjaculat. Elle a permis la maîtrise des opérations d'élevage mais aussi l'instauration d'un nouveau mode d'élevage, celui de la bande unique.

A. Etude des techniques d'évaluation spermatique

1. Récolte de sperme

Comme chez les autres mammifères, le principe de la récolte de sperme chez le lapin consiste à solliciter le mâle à l'éjaculation, à l'aide d'un vagin artificiel (Vaissaire, 1977). Le principe de fonctionnement du vagin artificiel est identique (figure 12). C'est un appareil qui reconstitue les conditions générales du vagin (température, pression).

Chez le lapin, Plusieurs modèles ont été créés (commercial ou artisanal) en plastique, l'aluminium ou en verre, les aptitudes principales doivent répondre à la facilité de la collecte, l'utilisation et au côté hygiénique (Castellini, 1996).

La technique de récolte chez le lapin, nécessite l'introduction d'une lapine « bout en train » dans la cage du mâle. Le vagin artificiel muni de tube de récolte est maintenu entre les pattes postérieures de la femelle, sous la région périnéale (Boussit, 1989).

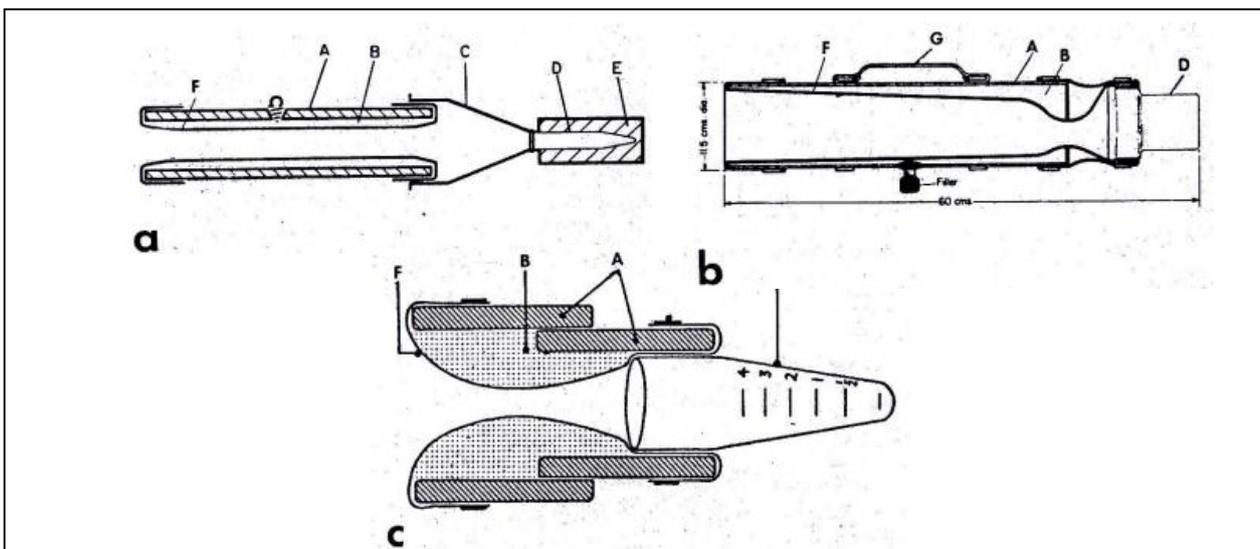


Figure 12 : modèles de vagins artificiels : a) vache, b) cheval, c) lapin (Vaissaire, 1977).

A : corps du vagin ; B : eau chaude ; C : entonnoir ; D : tube de collecteur ; E : isolation ; F : caoutchouc ou latex ; G : poignée.

2. Techniques d'évaluation du sperme

2.1. Une vue générale

L'analyse du sperme est une évaluation descriptive des propriétés fertilisantes des spermatozoïdes. Une analyse d'un éjaculat ne reflète pas spécifiquement la capacité fertilisante d'un petit nombre de spermatozoïdes dans le site de fécondation. Néanmoins, l'analyse du sperme donne beaucoup d'informations sur les potentiels, et les aptitudes de reproduction des mâles (Nafa et Eshre, 2002).

2.2. Analyses préliminaires

Immédiatement après la récolte, l'analyse macroscopique de la semence est considérée comme le premier examen à faire, il permet d'apprécier la couleur, le volume, la présence d'éventuelles sécrétions des glandes. L'opacité de la couleur normale (Blanc) est un paramètre subjectif. Ainsi, la présence de la couleur jaune indique la contamination par les urines, une coloration rougeâtre témoigne d'un saignement par irritation du pénis ou de l'urètre ; des précipitations grisâtres indiquent la présence d'un tissu génital mort; La couleur marron détermine la contamination fécale (Boussit, 1989).

Le volume peut être apprécié sur un tube gradué ou par étalonnage, la mesure est rapide et facile. Bien que le volume normal soit un indice favorable dans le cadre et la pratique d'insémination artificielle, le volume avec la concentration présentent une importance productive. Un gel peut être recueilli dans le tube collecteur et des formations purulentes peuvent être trouvées (Boussit, 1989).

Le Ph (potentiel d'hydrogène) est un indicateur de l'activité chimique d'ions H⁺; sa mesure dans l'analyse spermatique peut être comparée à la mesure macroscopique par sa rapidité d'exécution et l'indication immédiate. Le Ph du sperme du lapin se situe entre 6 et 7,3. Il constitue un bon indicateur de l'activité métabolique des spermatozoïdes et de l'activité sécrétoire des glandes annexes. Toute variation du Ph diminue sensiblement la qualité du sperme (Boussit, 1989).

2.3. Analyse de concentration spermatique

La concentration du sperme est le nombre de spermatozoïdes par unité de volume. C'est un indice de productivité des mâles. L'éjaculat est constitué des sécrétions des glandes annexes, sa concentration ne représente pas une mesure spécifique de la fonction testiculaire (WHO, 2010). Plusieurs méthodes d'estimation de la concentration ont été élaborées, on peut distinguer :

2.3.1. Méthodes classiques

La procédure classique est basée sur le dénombrement microscopique directe des spermatozoïdes immobiles et dilués (dispersés), observés à l'aide des lames spécialisées pour numération cellulaire « hémocytomètres ». La concentration se réfère aux nombre de spermatozoïdes contenu dans le volume de la chambre de comptage.

Plusieurs chambres de comptage sont utilisées pour procéder au comptage classique de la concentration (Thomas, Neubauer, Burker-Turk et Makler) (voir annexes). Les différences entre les hémocytomètres sont liées à la méthode de calcul.

Cependant, Christensen *et al.* (2005) trouvent que la cellule de Thomas (50µm) sous-estime la concentration de 25% par rapport au Makler et au Bürker-türk. La cellule de Thomas (100 µm) est sous-estimée légèrement par rapport au Bürker-türk, avec une précision acceptable. Par contre la chambre Makler est significativement pauvre en précision. La précision de certains chambres (Thomas 50µm et Bürker-türk) est augmenté si un nombre plus grand de spermatozoïdes est compté.

2.3.2. Méthodes modernes

2.3.2.1. La spectrophotométrie

La spectrophotométrie est une méthode rapide et effective, son utilisation chez plusieurs espèces animales trouve l'aspect de routine. Or, le sperme du lapin comporte plusieurs particules réfringentes qui perturbent la détermination de la densité- optique et la concentration. Castellini *et al.* (2007) ont mis au point une méthode de mesure basée sur un classement subjectif du rapport particules/spermatozoïdes sur trois groupes. Cette méthode (selon les auteurs) donne des résultats justes et reproductifs en comparaison avec le calcul par hémocytomètres « Bürker », utilisée comme méthode de référence.

2.3.2.2. Méthode Nucleo-Counter

Le système Nucleo-Counter évite l'aspect réfringent des particules séminales sur spectrophotomètre. L'utilisation de l'iodure de propidium fixé sur l'ADN des spermatozoïdes permet à une caméra de capter les signaux fluorescents (en rouge) exposés à une lampe diode (lumière verte). Un logiciel analyse les signaux et calcule la concentration (Theau-clément *et Falieres*, 2005). Le système montre que sur 19,8% échantillons, 10% de différence de concentration

analysée s'affiche entre deux mesures consécutives. Alors sur le même paramètre, la méthode de référence (hématimètre) démontre 21,6% de déférence.

Une corrélation positive entre les deux systèmes démontre son efficacité d'évaluation, sa simplicité et sa rapidité (une minute), une potentielle généralisation aux centres d'inséminations est requise. Toute fois, Castellini *et al.*, (2007) juge la cherté du système.

2.4. Analyse de la mobilité

L'analyse de la mobilité des spermatozoïdes est une étape importante, elle reflète globalement la viabilité, la morphologie, le potentiel métabolique, la fécondance et autres. De façon subjective (classique) ou calculé (modernes), plusieurs niveaux d'évaluation sont pris.

2.4.1. Méthodes classiques

Une goutte de sperme observée à faible grossissement (x80-x120), ne permet pas d'observer la cellule spermatique. A cette échelle, on observe l'impulsion en masse des spermatozoïdes en mouvement « motilité massale », représentée sous forme de vagues. L'intensité de la motilité massale est notée sur différents degrés référenciés (de 0 à 9 ou de 0 à 5). Mais subjectifs. Selon Boussit (1989), une échelle de 0 à 9 permet de classer la motilité massale de l'absence jusqu'à l'aspect en tourbillon des vagues. Des notations plus simples, de 0 à 5 et de 1 à 5 sont employées, respectivement par Roca *et al.*(2000); Garcia *et al.*, 2006b). L'examen doit être rapide avec l'utilisation d'une plaque chauffante plaque chauffante.

Le faite d'augmenter le grossissement vers x240 à x400, et d'étaler les spermatozoïdes par frottis ou par dilution ; permettre leurs visualisation et de caractérisé profondément leurs mouvements.

Naturellement, l'utilisation de la plaque chauffante permet une bonne estimation. Plusieurs échelles sont utilisées, Boussit (1989) prévoit une notation explicite de 0 à 4 dont plusieurs formes de mouvements sont notées, (de l'oscillation, le mouvement circulaire jusqu'à la trajectoire rectiligne). Roca *et al.* (2000) et Garcia-thoma *et al.*, (2006b) utilisent arbitrairement une échelle de 0 à 5. Le manuel de (WHO, 1999 et 2010) (semence humaine) classe la mobilité sous ordre alphabétique (A, B, C, D) qui correspond respectivement à (rapid, slow, non progressive, immobile) ou (PR) progressive, (NP) non-progressive, (IM) immobile (Boussit, 1989).

Le pourcentage de mobilité est une estimation visuelle du taux de spermatozoïdes mobiles. Arbitrairement, on estime ce taux dans la classe de mobilité dominante. Cependant, des subjectivités dans l'estimation et des différences entre auteurs sont à relever, (Boussit, 1989) exige une cohérence entre le type et le pourcentage de mouvement, une bonne semence dans la classe (3-4) doit avoir 60 à 70% de spermatozoïdes mobiles ; (Roca et al., 2000; Garcia-thoma *et al.*, 2006b) renvoie le pourcentage à leurs échelle de 0 à 5 de sorte que 0 à 10% coïncide avec la note 0, et de 90 à 100% coïncide avec la note 5. Par ailleurs, le manuel de WHO (2010), précise un comptage de spermatozoïdes mobiles (200) de différentes catégories sus-notées, avec l'utilisation d'une pièce grillagée intégrante à l'oculaire du microscope et calcule le pourcentage de chaque catégorie de motilité (recommandations précises) et renvoie les taux à un tableau indiquant la marge d'erreurs dans les pourcentages.

2.4.2. Méthodes nouvelles

« CASA » « Computer Assisted Sperm Analysis ». Principalement développés pour mesurer objectivement la mobilité et les caractères kinésiques des spermatozoïdes. Certains, sont utilisés pour la concentration et la morphologie.

Plusieurs modèles (CASA) commerciaux (ex. SCA, Hamilton Throne, Hobson sperm Tracking, CRISMAS) utilisent le même principe et ils sont constitués d'un microscope couplé avec une caméra vidéo à haute résolution reliés à un ordinateur, un logiciel détecte par mesure spécifique les dimensions des spermatozoïdes (calibrage) et il les renvoie dans le «video recording» des mouvements spermatiques. Sur des séquences vidéo (track) très brèves, le logiciel analyse plusieurs modalités de paramètres (figure 13), basée sur les lignes (paths) dessinées par les spermatozoïdes par rapport au temps écoulé.

Plusieurs facteurs affectent la performance des CASA(s), en occurrence la préparation des échantillons, la concentration, ou la profondeur de la chambre. Le fait que la mesure soit bidimensionnelle, la confusion des cellules immobiles avec les granules et les débris, est notée.

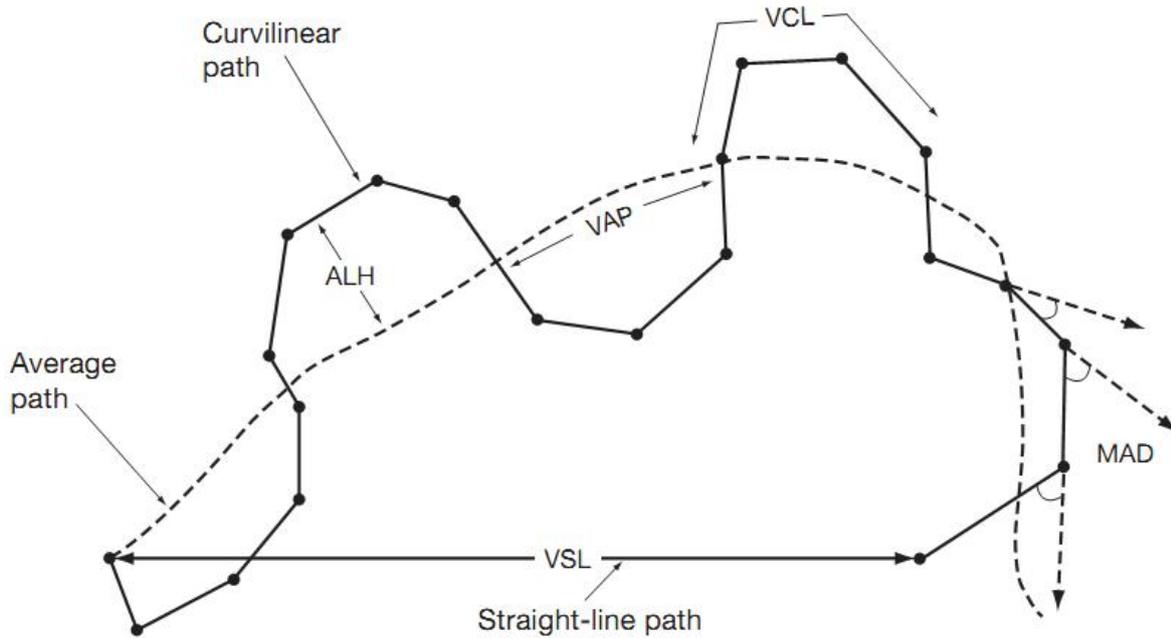


Figure 13 : Représentation graphique des différentes terminologies du CASA.

(WHO, 2010)

VCL: curvilinear velocity ($\mu\text{m/s}$); VSL: straight-line (rectilinear) velocity ($\mu\text{m/s}$); VAP: average path velocity ($\mu\text{m/s}$); ALH: amplitude of lateral head displacement (μm); LIN: linearity (VSL/VCL); MAD: mean angular displacement (degree).

Autres: WOB wobble (VAP/VCL) a mesure of oscillation; STR: straightness (VSL/VAP); BCF: beat cross frequency (HZ) : average at which curvilinear path crosses the average path.

2.5. Analyse de viabilité

La notion de vitalité spermatique, ou bien, le spermatozoïde vivant ou mort, est plutôt liée à l'intégrité membranaire de cette cellule. L'estimation de l'intégrité membranaire peut être élaborée par plusieurs méthodes (Mocé *et* Graham, 2008). Ce test, permet de vérifier l'évaluation de la motilité. Cependant, le pourcentage des cellules mortes ne doit pas excéder celui des immobiles ; inversement, le pourcentage des cellules viables dépasse normalement celui des mobiles (WHO, 2010).

2.5.1. Analyse de viabilité par coloration

Différentes colorations permettent d'estimer l'intégrité membranaire, par un principe où les dommages de la membrane laissent pénétrer le colorant à l'intérieur de la cellule. C'est ainsi que l'appréciation visuelle du reflet coloré détermine le paramètre en question.

La coloration de « l'Eosine/Nigrosine » est une méthode ancienne et classique (Bamba, 1988), qui est encore utilisée dans certaines études nouvelles (Ducci *et al.*, 2002 ; Garcia-Thoma *et al.*, 2006a,b); et référenciée dans le manuel de WHO. Le spermatozoïde non viable prend la

coloration de l'éosine (rose), le Nigrosine (bleu-violet) constitue le fond, les cellules vivantes restent incolores (figure 14).

Concernant l'intensité de la coloration, Trevor *et al.*, (2009) rapporte qu'elle est plutôt influencée par le type de phase microscopique et le caractère propre de l'intégrité membranaire du spermatozoïde.

La coloration d'éthidium bromide/acridine orange selon Carluccio *et al.* (2003), nécessite une incubation dans une chambre noire et un fond d'encre de chine. Observées au microscope à fluorescence, les cellules viables apparaissent en vert brillant, et les mortes en rouge orangé (figure 14).

D'autres méthodes de coloration de l'intégrité membranaire sont utilisées, telle que le bleu de trypan, l'éosine bleu aniline ; en plus d'autres préparations fluorescentes (iodure de propidium et autres) destinées pour autres évaluations membranaires principalement acrosomiques (Mocé *et* Graham, 2008).

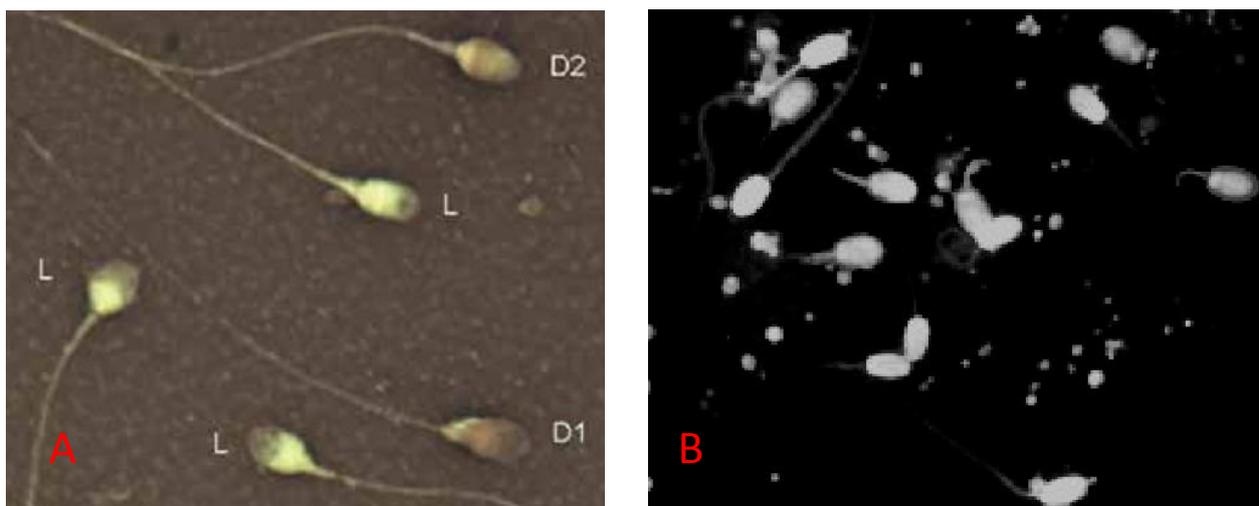


Figure 14 : Test de vitalité spermatique sous frottis colorés.

A. éosine/Nigrosine optique à champ brillant ; B. frottis ethidium bromide/ acridine orange
(WHO, 2010) ; (Carluccio *et al.*, 2003)

Spermatozoïdes morts : A : tête rouge (D1) ou rose foncé (D2) ; B : tête gris foncé
Spermatozoïdes vivants : A : (L) tête blanche ou rose claire ; B : tête gris brillant

2.5.2. Application du stress osmotique

HOST « Hypo-Osmotic Swelling Test » permet d'exercer un stress hypo-osmotiques qui permet à la cellule d'établir biochimiquement l'équilibre, un gonflement du spermatozoïde apparaît comme un indice de l'intégrité. Ce dernier cause des changements de forme (figure), il promet une

expansion sphérique du flagelle qui débute de l'extrémité inférieure jusqu'à la pièce intermédiaire ; ce qui donne une classification des degrés de gonflement (Amorim *et al.*, 2006a ; WHO, 2010).

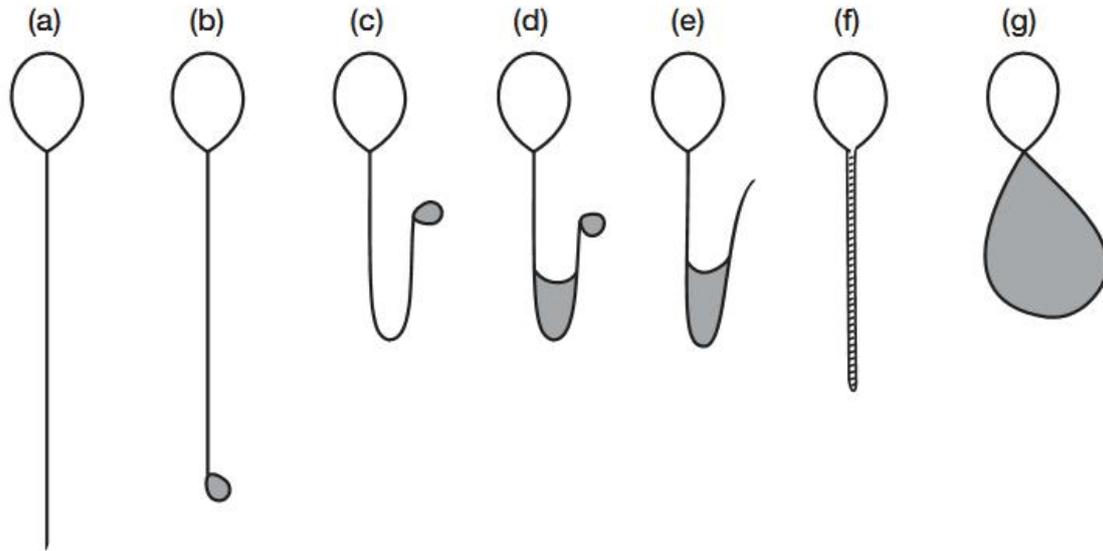


Figure 15: Différents degrés de HOST chez le spermatozoïde (WHO, 2010).

Le stress osmotique est appliqué chez plusieurs espèces de mammifères, avec des osmolarités différentes ; chaque espèce montre le maximum de gonflement (en pourcentage) à un propre seuil d'osmolarité. En occurrence, 25 et 50mOsm/l chez le cheval (Neild *et al.*, 1999), 100 mOsm/l chez le bovin (Rota *et al.*, 2000), et le chien (Pinto *et Kozink*, 2008) ; associé à des périodes d'incubation variées.

Chez le lapin, (Amorim *et al.*, 2006a,b,c) explicite profondément la réponse au HOST. De 50 à 150 mOsm/l, le spermatozoïde du lapin montre plus de gonflement à 60mOsm/l (52, 84%) et répond mieux aux solutions de saccharose (71,9%) par rapport à l'eau distillée, fructose, et NaCl (respectivement, 66%, 10,9% et 15,9%) ; cependant une période d'incubation de 5 ou 30 min est plus intéressantes.

Le stress osmotique s'avère une méthode facile et explicite de la viabilité et en reflet, la motilité. De plus, Check *et al.*, (2001) montre que certains études chez l'homme, associent le faible score de HOST avec des faibles taux de gestation, suggérant ainsi que ces défauts spermatiques provoquent des problèmes d'implantation néanmoins de fertilisation. Des interactions avec d'autres analyses pourraient être associées (Cabrita *et al.*, 1999).

2.6. Analyse de morphologie

Plusieurs niveaux d'analyse morpho-métrique ont été élaborés, du degré essentiel effectué par différents techniques de colorations, à d'autres aspects reliés à l'ultra-structure comme la réaction acrosomique, et l'intégrité d'hélice mitochondriale et membranaire (Boiti, 2005).

L'analyse classique de la morphologie utilise plusieurs types de coloration comme L'Eosine-Nigrosine, Trypan Blue, Giemsa, Papanicolaou et Diff-Quik (Foxcroft et al., 2008) qui font apparaître les différents structures et d'identifier les divers anomalies.

Plusieurs classifications sont prises. En première, basée sur la localisation où l'anomalie provienne, primaire (spermatogénèse), secondaire (maturation épидидymaire) ; ou fondée sur la capacité fertilisante, désignée par majeur et mineur ; ou bien sur la localisation des anomalies sur différents segments de la cellule (Boussit, 1989 ; WHO, 2010). Les anomalies sont mentionnées à l'annexe.

Chez le lapin, Perez-sanchez *et al.* (1997) sur huit segments, trouvent une diminution des anomalies du testicule vers l'épididyme (entre 1 et 2%); le bon seuil est plafonné à 10 - 15 % par Lavara *et al.*(2005). c'est ainsi qu'un pourcentage élevé d'anomalies entraîne une réduction de la fertilité. (Mocé *et* Graham, 2008) note que la détérioration du pourcentage d'anomalie est compensables si plus de sperme soit appliqué

2.7. Analyse spécifiques

2.7.1. Evaluation ultra-structurelle à microscopie électronique

L'ultra-structure du spermatozoïde est plus décryptée par la technologie du microscope électronique ; ce dernier permet non seulement une résolution plus accentuée, mais aussi des visualisations en section des différents compartiments. De ce potentiel, les interactions, les anomalies du spermatozoïde sont cernées et plus raffinées que l'examen microscopique optique (figure 16).

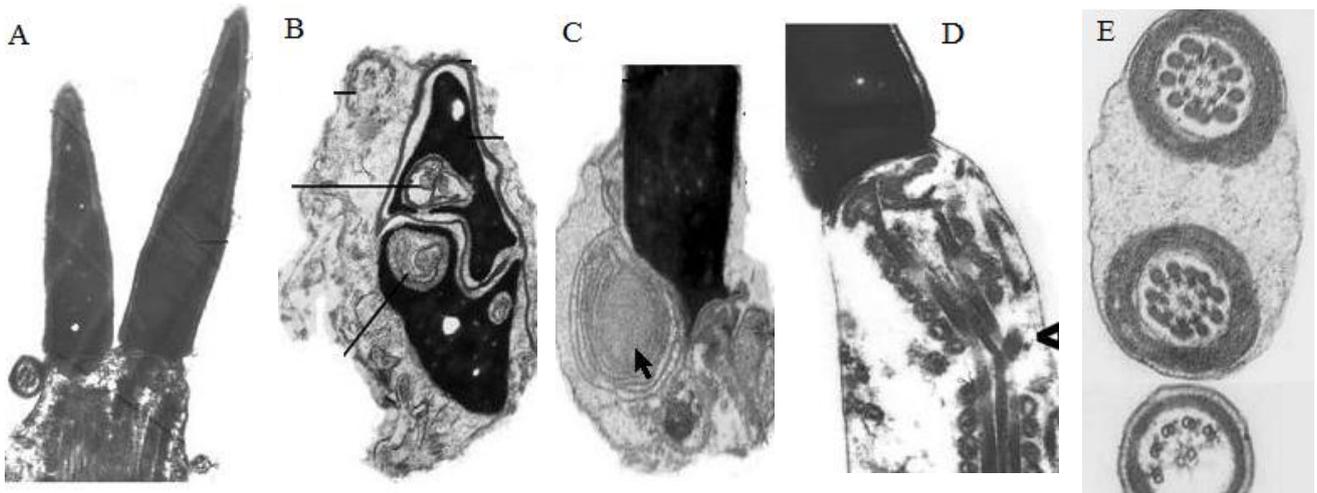


Figure 16: Différentes anomalies observés sous microscopie électronique
(modifié de Pesch *et* Bergmann, 2006).

(A) : double têtes ; (B) : double têtes entourés par une inclusion membranaire (la tête supérieure comporte une invagination acrosomique ; l'inférieure conçoit une inclusion membranaire). ; (C) : une gouttelette cytoplasmique sphérique (flèche) ; (D) : cassure des microtubules avec perte de mitochondrie dans la pièce intermédiaire ; (E) : anomalies de flagelle (en haut : flagelle double ; en bas : défaillance de structure de microtubules (présence seulement de 5 paires périphériques).
(A), (D), (E) spermatozoïde équin ; (B), (C) spermatozoïde humain.

2.7.2. Ultra-structure et réaction acrosomique

L'ultra structure de l'acrosome prend plus d'importance suite à son implication dans la pénétrance de l'oocyte, elle cerne les différents degrés d'action acrosomique (intacte/vacuolisé) et potentiellement les défauts morphologiques (Pesch *et* Bergmann, 2006 ; Boiti, 2005). L'évaluation de la réaction acrosomique peut avoir lieu sous différentes méthodes, le CASA et la fluorescence (figure) (WHO, 2010).

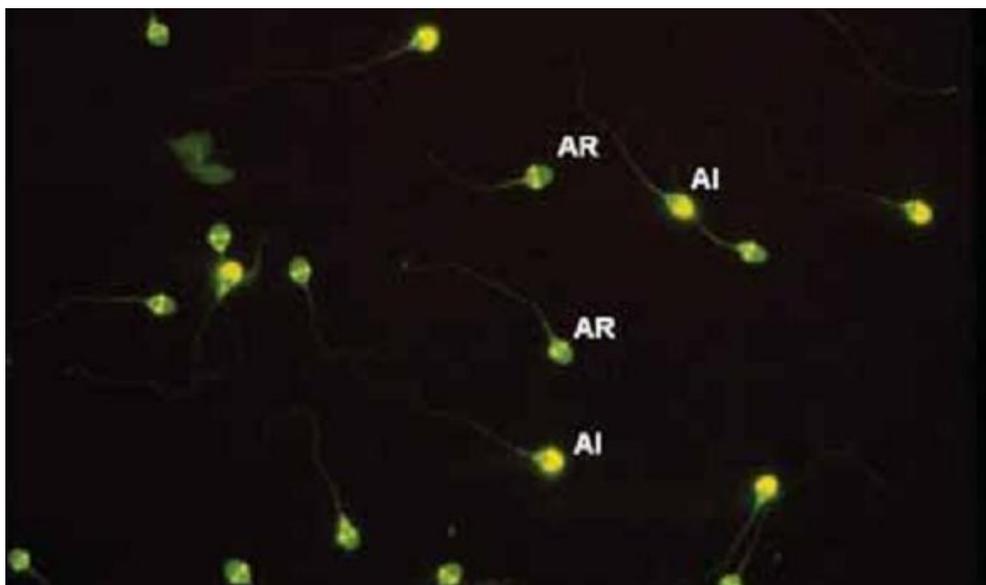


Figure 17: Réaction acrosomique du spermatozoïde humain, fluorescence par (PSA).

(WHO, 2010) PSA : *pistum Sativum agglutinin* ; (AR) : acrosome reacted ; (AI) : acrosome intact

2.7.4. Analyse de l'état de condensation de la chromatine

Les défauts de condensation pourraient apparaître sous différentes formes, souvent ils apparaissent sous forme de petits ou larges vacuoles ou une condensation incomplète non homogène (figure). Ils sont causés par la fragmentation ou des défauts sur les histones, ce qui entraîne une réduction de la capacité fertilisante (Pesch et Bergmann, 2006). Sous microscopie électronique ou avec la cytométrie de flux « SCSA : *Sperm Chromatine Structure Assat* » (Gogol *et al.*, 2002 cité par Boulbina, 2010), ces défauts pourraient être objectivement analysés.

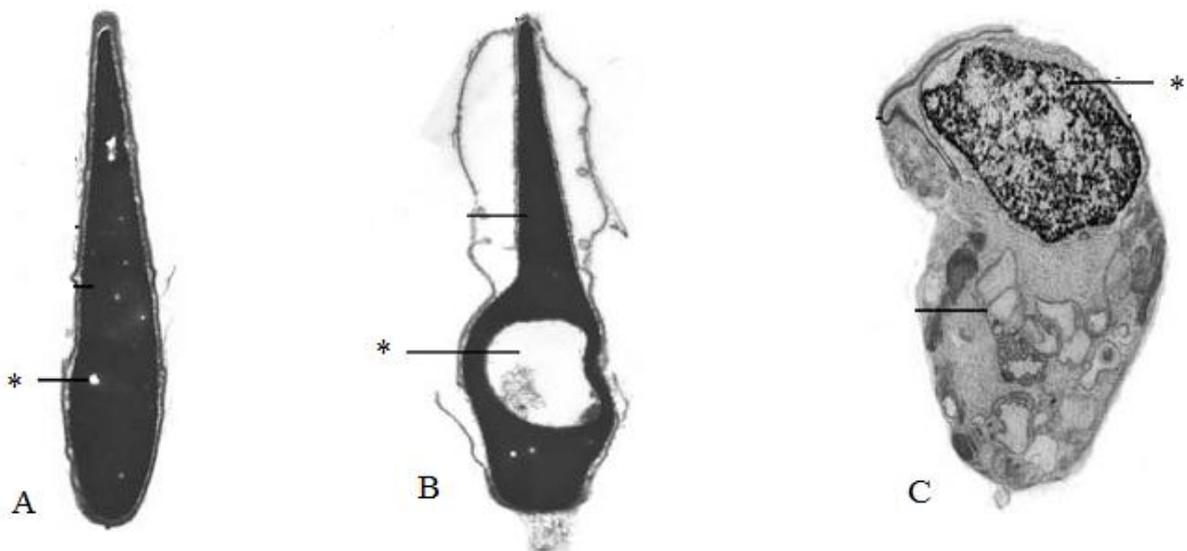


Figure 18: Différents degrés de condensation chromatique (modifié de Pesch et Bergmann, 2006).

(A) : tête normale petit vacuole (*) ; (B) : tête déformée (grande vacuole) (*) ; (C) : dénaturation chromatine (non-homogène) (*)

2.7.5. Autres analyses

Des cellules hors des spermatozoïdes pourraient être présentes dans l'éjaculat, l'analyse et l'observation souvent dirigé vers un diagnostic précis, plus souvent focalisé sur les cellules inflammatoires (macrophage/mastocyte, cellules B). Des évidences rapportées par Pesch et Bergmann (2006), montrent la relation entre la présence de ces cellules et les défauts de condensation susdits.

L'analyse classique de la fertilité des mâles indique les résultats terminaux d'inséminations artificielle ou naturelle. Or, cette évaluation pourra être mise à échelle réduite et presque individuelle tenue en cause l'unité spermatozoïde. Tenant l'exemple de l'analyse rapprochée de la

pénétration des spermatozoïdes à travers différents barrières, en occurrence le mucus cervical, la zone pellucide et la paroi ovocytaire (WHO, 2010).

Ainsi, l'insémination tubaire par des spermatozoïdes sélectionnés sur différents segments du tractus génital (Castellini *et al.*, 2006a), et la fécondation *in-vitro* par micro-injection.

Le spermatozoïde de lapin pourrait être utilisé dans différentes recherches, en particulier, les études toxicologique et métabolique (Castellini *et al.*, 2006a) ou dans l'étude des phénomènes du stress oxydant (WHO, 2010).

B. Etude de l'insémination artificielle chez le lapin

1. Intérêt de l'insémination artificielle

En termes de production, ce mode de reproduction permis chez le lapin la mise en place d'un nouveau système de production « la conduite en bande ». Dans ce contexte, la manipulation humaine de l'insémination a permet la synchronisation de la charge du travail et mettre en ordre les opérations régulières. Ainsi, elle permet la diminution des risques sanitaires suite aux contacts entre mâles et femelles, et une rationalisation intensive des ateliers de production. En terme de progrès génétique, l'insémination artificielle permet la sélection et la multiplication de diffusion du caractère souhaité (Theau-clément, 1994a).

L'insémination artificielle présente aussi des inconvénients. En effet, elle est responsable de la diminution de la variabilité génétique due à l'usage restreint de reproducteurs, et participe à la propagation des anomalies chromosomiques sans effet visible. Ainsi, la semence peut être vectrice de maladies (Theau-clément, 1994a).

2. Technique de l'insémination artificielle

La récolte et l'analyse de la semence sont les premiers procédés de l'insémination artificielle, la technique appropriée est largement sus expliquée. Une sélection préalable et un conditionnement de semence en paillettes sont ensuite élaborés. Ces étapes sont effectuées au sein de l'élevage (semence locale) ou au niveau des centres d'insémination (semence vendue).

L'introduction de la dose séminale dans les voies génitales nécessite une intromission de la paillette de semence dans le vagin. Deux techniques d'inséminations sont reconnues, la verticale et l'horizontale, qui nécessitent respectivement un ou deux opérateurs. Le matériel et les techniques appropriés sont présentés dans la figure 19. En absence d'accouplement, l'ovulation est induite par une injection de GnRH (Theau-Clément, 1994a).



Figure 19: Matériel de collecte et d'insémination artificielle. (source : IMV technologie).



Figure 20: Insémination artificielle, méthode vertical et horizontale. (source : IMV technologie).

3. Facteurs de réussite de l'insémination artificielle

L'insémination artificielle chez le lapin est largement utilisée dans les élevages intensifs, particulièrement européens. C'est ainsi par exemple, que plus de 80% des élevages français sont conduit en bande unique (Theau-clément, 2008).

3.1. Facteurs liés au mâle

Suite à la bonne maîtrise de l'insémination artificielle, l'éjaculat d'un mâle pourrait être divisé en 20 à 50 doses, Pour cette raison, l'habilité et le potentiel fertilisant est important dans l'ordre d'élimination des mauvais éjaculats. la prédiction de la réussite de l'insémination (du côté mâle) est en fait corrélée avec les paramètres spermatiques et la fertilité in-vivo ce qui consomme du temps et a des retombés économiques (Lavara *et al.*, 2005).

L'estimation subjective de la motilité et l'évaluation de la morphologie sont les deux paramètres clés de la prédiction en amont de la fertilité (Lavara *et al.*, 2005). Alors que plusieurs facteurs intervenant, la production spermatique varie sensiblement. L'éclairement, la température et le rythme d'utilisation sont appréciées comme facteurs indirecte de réussite de l'insémination.

3.1.1. Effet du type génétique et variation individuelle

IL est évident que des différences individuelle ou génétique font varier quelque mesure qualitative de la semence, à savoir la motilité, le plus souvent en faveur des mâles croisés (Brun *et al.*, 2002). Cependant, malgré que certains différences sont non significatives dans les mesures de la motilité chez des types génétiques ou entre individus, des différences significatives s'observent sur les résultats de l'insémination (tableau 15) (Garcia-Thoma *et al.*, 2006b ; Mocé *et al.*, 2005).

Brun *et al.* (2002), rapportent un effet significatif du croisement sur la taille de la portée en faveur des inséminations faites avec la semence provenant de mâles croisés (AB, BA), Les mêmes auteurs n'observent aucun effet du type génétique su le taux de mise-bas.

Tableau 15: Effet de la variation individuelle et du type génétique sur les résultats d'inséminations

Auteurs	Mâles	Qualité de semence		Résultats d'insémination	
		Motilité massale	Motilité individuelle	Taux de fertilisation	Taux de mise-bas
(Garcia-thoma et al., 2006b)	C	3,2 (1-5)	3,2 (0-5)	-	74,8 ^b
	CR	3,2 (1-5)	3,2 (0-5)	-	78,7 ^{bc}
	RC	3,3 (1-5)	3,1 (0-5)	-	65,5 ^a
	R	2,9 (1-5)	3,3 (0-5)	-	85,3 ^c
(Brun et al., 2002)	AB	25,9 ^b (% (8-9))	69,5 ^c (%)	-	59,9
	BA	51,5 ^a (% (8-9))	75 ^a (%)	-	63,6
	A	32,5 ^b (% (8-9))	72,1 ^b (%)	-	54,9
	B	23,9 ^b (% (8-9))	66,6 ^b (%)	-	49,4
(Mocé et al., 2005) (line V)	M 542	-	60 ^a (%)	70 ^a	70 ^a
	M 107	-	50 ^{ab} (%)	67 ^a	67 ^a
	M 233	-	36 ^b (%)	61 ^{ab}	57 ^{ab}
	M 540	-	35 ^b (%)	52 ^{ab}	46 ^{bc}
	M 532	-	57 ^a (%)	41 ^b	39 ^c

3.1.2. La qualité spermatique

Le type de semence utilisé en termes d'homospermie ou hétérospermie (mélange de sperme de plusieurs mâles) pourrait influencer les résultats de l'insémination. D'un côté, les inséminations hétérospermiques sont fondées sur une méthode d'évaluation des différences de fertilité entre mâles afin d'établir des dominances biologiques (Vicente *et al.*, 2004).

L'hétérospermie de plusieurs semences (3-10) diminue la variabilité issue des mâles, de la saison, les mélanges de semence donnent des résultats comparables, parfois supérieurs à l'insémination homospermique sur la fertilité, ceci, malgré une qualité spermatique similaire (Theau-clément, 1994a ; Vicente *et al.*, 2004).

Une relation étroite et positive entre l'appréciation de la qualité spermatiques et la fertilité a été mise en évidence (Theau-clément, 1994a). Selon More O'ferral et Meacham, (1968) cité par Theau-Clément, 1994a, Bencheikh, (1993) ; Brun *et al.* (2002) une corrélation négative entre le pH et la fertilité montre que les semences à tendance acide sont plus préférables.

La qualité de la semence est liée à certaines caractéristiques (motilités, concentrations, viabilité) pourrait influencer en amont les inséminations et les paramètres de fertilité. Berncheikh, (1993), observe que l'obtention du mise-bas est obtenu par les moyennes les plus élevées des différents paramètres (sauf pH), (tableau 16).

La motilité massale selon Brun et al. (2002), avait le plus d'influence sur le taux de mise bas (51.4% vs 66.7%, respectivement pour les motilités massales faible et forte). Le volume, le pourcentage de motilité, la concentration, le nombre de spermatozoïdes totaux ou motiles par dose d'insémination (TSD, MSD) ne semblent pas agir sur la fertilité. Alors que, le nombre de spermatozoïdes totaux ou motiles par éjaculat (TSE, MSE) affecte significativement le taux de mise bas (Tableau 16). Le pourcentage de motilité, la concentration, TSD, MSD) influencent significativement la taille de portée, alors que le Mm et le TSE semblent avoir aucun effet.

Dans la même attitude, Lavara *et al.* (2005) trouvent une corrélation significativement positive entre le pourcentage de motilité et le taux de mise-bas. De plus, il exploite des corrélations entre les mesure qualitatives du système « CASA » avec le paramètre en question ; une corrélation négative entre l'index de linéarité (LIN : VSL/VCL (straight line velocity/ curvilinear velocity)) et la fertilité est observée. Les mêmes auteurs montrent aussi une corrélation négative entre le taux des anomalies et le taux de mise-bas.

Tableau 16 : Effet des caractéristiques de la semence sur la fertilité des inséminations

Caractéristiques	Bencheikh, 1993			Brun et al., 2002	
	p	Absence MB (0)	Présence MB (1)	Taux de mise bas	Taille de portée
pH	**	7,02	6,93	(1) 57,8 ^(0.09) (2) 56,3 (%)	ns
Volume	NS	0,72	0,72	NS	NS
Motilité massale	**	6,67	7,46	(1) 52,4 ^(0.003) (2) 66,7 (%)	NS
% motile /Mi	**	3,71	3,92	NS	(1) 9,7 ^(0.09) (2) 10,3
Concentration	**	418	490	NS	(1) 9,6 ^(0.02) (2) 10,3
VSE	**	238	290	-	-
TSE	**	302	348	(1) 55,1 ^(0.07) (2) 59,8 (%)	NS
MSE	-	-	-	(1) 54,5 ^(0.03) (2) 60,4 (%)	(1) 9,6 ^(0.07) (2) 10,2
TSD	**	20,9	24,5	NS	(1) 9,6 ^(0.02) (2) 10,3
MSD	-	-	-	NS	(1) 9,5 ^(0.01) (2) 10,4
VSD	**	16,3	20,3	-	-

3.1.2. Effet de supplémentassions

Les supplémentassions vitaminiques ou d'oligo-éléments influencent les paramètres productifs de la semence. Elmasry *et la.* (1994), rapportent leurs effets sur le taux de mise-bas et la taille de la portée. Des supplémentassions en sélénium + vit E ou en zinc améliorent les taux de mise bas par rapport à une alimentation contrôle. Un traitement de SE+vite et Zn vs contrôle montre 25,3 %et 35,4% vs 22,3%, pour le taux de mise bas et 7,2 et 8,1 vs 6,8 pour la taille de la portée.

3.2. Facteurs liées à la femelle

La réponse reproductive de la femelle à la manipulation humaine au cours de l'insémination artificielle dépend de plusieurs facteurs, ceux liés à la conduite de la femelle, ou rapportés à ça propre biologie. Le rapport du succès de l'insémination avec les aptitudes de la femelle exploite l'analyse des facteurs qui expriment son potentiel fertile, en occurrence, sa capacité d'ovulation, sa fécondité, sa capacité à mener une gestation à terme.

3.2.1. Le rythme de reproduction

La lapine exprime différemment ses performances de reproduction suivant les rythmes imposés ; suivant son état de réceptivité. La lapine, peut être exploitée selon trois rythmes classiques (intensif, semi-intensif et extensif) basés sur l'intervalle d'inséminations consécutives (35j, 42j et 56j). Plusieurs travaux modulent le couple écarts d'inséminations et durée de sevrage afin d'analyser leurs conséquences.

Le tableau 17 montre les résultats des comparaisons entre rythmes et l'effet potentiel de la durée de sevrage sur la fécondité des femelles. D'une manière générale, plus la lapine dispose d'une période de repos étalée, elle parvient à réaliser des performances favorables. Quel que soit le type de rythme appliqué, la prolificité ne semble pas y être affectée. Sur la même durée de sevrage, la réceptivité et la fertilité s'améliorent significativement avec l'augmentation du rythme d'insémination (Feugier *et al.*, 2005 ; Castellini *et al.*, 2006d)

Tableau 17 : Effet de la variation du rythme et l'âge de sevrage sur la fécondité de la lapine

		Intensif vs Semi-intensif							
		Intensif	Semi-intensif						
Auteurs	Sevrage Paramètre	25j	35j	Semi-intensif vs extensif					
				Semi-intensif			Extensif		
(Nicodémus et al., 2002)	Réceptivité	54 %	86.9 %						
	Fertilité	83.3 %	96 %						
	Prolificité	8.44	8.2						
	<i>p</i>		Sevrage	23	26	35	23	26	35
(Feugier et al., 2005)	Réceptivité	*		67.7 ^b	-	67.7 ^b	95.8 ^a	-	90.1 ^a
	Fertilité	*		75 ^{ab}	-	67.8 ^b	88.1 ^a	-	81.4 ^{ab}
	Prolificité	ns		13.1	-	12.5	12.7	-	12.9
(Castellini et al., 2006d)	Réceptivité	**	Primipares	-	30.9	-	-	58.1	-
			Multipares	-	45	-	-	68.5	-
	Fertilité	**	Primipares	-	48.8	-	-	76.8	-
			Multipares	-	60.2	-	-	79	-
	Prolificité	ns	Primipares	-	7	-	-	7	-
			Multipares	-	8.3	-	-	8.5	-
				Semi-intensif					
				≠ Age sevrage					
(Xicatto et al., 2004)				21	26	32			
	Fertilité			66.7	67.6	72.7			
	Prolificité			7.6	9	8.7			

3.2.2. Effet Parité.

Des différences de performances ont été rapportées entre les nullipares, les primipares et les multipares, sur plusieurs paramètres. Theau-Clément (2008), rapporte une fertilité (fréquence d'ovulation) plus importante (85%) chez les nullipares, alors que les primipares inséminées pendant la lactation ont une fertilité inférieurs à 70%. Par contre la prolificité augmente avec la parité. Les mêmes observations sont été rapportées par d'autres auteurs avec des variations dans le seuil de signification (tableau 18).

Tableau 18 : Effet de la Parité sur les performances sur la fécondité

Auteurs	Paramètres	Ordre de parité	Réceptivité	Fécondité	
				Fertilité	Prolificité
(xicato <i>et al.</i> , 2004)	Taux mise-	Nullipare	-	66.7	7.8
	Taille de	Primipares	-	62.5	8.2
	portée	Multipares	-	77.1	9.3
			<i>p</i>		*
(Brecchia <i>et al.</i> , 2008)	Taux mise-	Nullipare	84.7	82.5	-
	Bas et nés	Primipares	51.5	49.2	8.34
	vivants	Multipares	38.9	54.4	8.4
			<i>p</i>	**	**
					ns

3.2. 3. Effet du stade physiologique de la femelle

L'état physiologique de la lapine au moment de l'insémination artificielle affecte les résultats de fertilité et de prolificité ; en occurrence, les femelles allaitantes non réceptives présentent les valeurs les plus faibles (Theau-Clément, 2008). Quel que soit la parité de la femelle, la réceptivité et l'absence d'allaitement améliorent les taux de fertilité, alors que les lapines allaitantes non réceptives ont significativement moins de lapereaux à la naissance. (tableau19)

3.3. Facteurs liés à la technologie de la semence

3.3.1. La congélation de la semence

La congélation de la semence affecte non seulement la structure du spermatozoïde, mais aussi ces capacités mobiles et son potentiel fertilisant. Selon Mocé *et* Vicente (2009), une grande variation des résultats d'insémination est observée entre différentes études. En général, les doses utilisées pour des inséminations avec une semence congelée sont plus concentrées. Selon Castellini *et al.* (2006), la fertilité n'est pas affectée par une augmentation du nombre de spermatozoïdes par doses. Néanmoins, la prolificité de la semence congelée demeure faible (Mocé *et* Vicente, 2009).

Tableau 19 : Effet de l'état physiologique sur la fertilité et la prolificité

Auteur	Etat physiologique	Fécondité	
		Fertilité	Taille de portée
(Theau-Clément <i>et al.</i> , 2003) Semence fraîche	Nullipare R+	94,4	10,8
	Nullipare R-	53,2	9,3
	Primipares L+R+	82,2	12
	Primipares L-R+	92,3	13,7
	Primipares L-R-	39,4	13,5
	Multipares L+R+	86,2	12,9
	Multipares L+R-	29,8	9
	Multipares L-R+	87,1	13
	Multipares L- R-	67,5	11,6

3.3.2. Effet du nombre de spermatozoïde inséminant

L'efficacité de l'utilisation des éjaculats dans l'insémination artificielle dépend du nombre minimal de spermatozoïdes dans la dose inséminée pour obtenir une fertilité optimale (Theau-clément *et al.*, 2003 ; Castellini *et al.*, 2006). Le nombre de spermatozoïdes par dose d'insémination semble affecter la fertilité sans pour autant nuire à la fertilité (tableau 20).

3.3.3. Autres facteurs

Autres facteurs techniques peuvent influencer les résultats de l'insémination artificielle chez le lapin. A savoir le type du dilueur (Carluccio *et al.*, 2004), le type de conditionnement (Cortell *et Viudes-Castro*, 2008), le temps et la température du stockage des doses (Lopez *et Alvarino* 1998; Lopez-Gatius *et al.* 2005) et l'incorporation d'hormones avec la dose d'insémination (Quintela *et al.*, 2004).

Tableau 20: Effet du nombre de spermatozoïdes par dose inséminée sur la fécondité des lapines

Auteurs	Nombre de spz (x10 ⁶)	Fécondité	
		Fertilité	Taille de portée
(Theau-Clément <i>et al.</i> , 2003) Semence fraîche	6	62,4 ^a	12
	12	77,8 ^b	11,7
	24	70,5 ^c	11,6
	<i>p</i>	***	NS
(Castellini <i>et al.</i> , 2006) Semence congelée	10	47,2	7,4
	25	53,0	7,67
	50	53,3	7,79
		NS	ns

Partie Expérimentale

Matériels & Méthodes

Objectif

L'objectif de ce travail été d'étudier les performances de reproduction chez le lapin de la population locale blanche élevée dans la région de Tizi-Ouzou, il est orienté vers le potentiel de lapin mâle à répondre la collecte artificielle du sperme ainsi que l'analyse de ces principales caractéristiques. Et l'étude de la performance de reproduction de la lapine à l'insémination artificielle.

I. Lieu et durée de l'expérimentation

L'expérimentation s'est déroulée au niveau de l'unité d'élevage lapin de « DJEBLA » de la coopérative des petits élevages « COOPAPIST » de Tizi-Ouzou. Située dans la commune de DJEBLA, Daira d'OUAGUENOUN, à environ 18 km au nord de la ville de Tizi-Ouzou (Figure 21). Elle est établie du mois de mars 2011 au mois juin 2011.

II. Descriptif de l'exploitation et Bâtiments d'élevage

L'exploitation est anciennement exploitée par la CASAP (coopérative agricole de services et d'approvisionnement). Une vue aérienne (Figure 22) montre la présence de trois bâtiments bétonnés qui servais précédemment au stockage des fourrages et des produits céréaliers. Une quatrième bâtisse est dédiée à l'administration.

COOPAPIST, a aménagé deux bâtis en clapier d'élevage cunicole. Le clapier 1 est consacré à la maternité et à l'engraissement, il exploite 302 cages grillagées dont 170 cages femelles et 132 cages d'engraissement. Le deuxième clapier est destiné à accueillir le sur effectif engraisé, et à fournir des sujets de renouvellement (Figure 23).

Le clapier 1 (figure 23) est un hangar en béton avec une toiture métallique d'une superficie de 375 m² et d'une hauteur de 5.2 m, avec une capacité de 302 cages grillagées disposées en Flat-deck sur 4 rangées. Il est équipé par cinq humidificateurs sur le côté ouest et de trois extracteurs du côté opposé (Est), fonctionnels et opérationnels dans la période estival. Le chauffage par radiant est orienté seulement aux batteries de maternité. L'éclairage est assuré par la lumière du jour par des fenêtres sur les cotés est et ouest, associé à l'éclairage artificiel durant 16 heures par jour.

Le clapier 2 (Figure 23) est un hangar similaire au premier, d'une superficie de 330 m² et de 5,2 m de hauteur, d'une capacité de 134 cages d'engraissement collectif et des Cages individuelles disposées en Flat-deck. Il n'est pas équipé en humidificateurs ou extracteurs et le

chauffage est absent. Les côtés de l'hangar ne sont pas fenêtrés et la lumière naturelle est minimisée seulement sur un grand portier.

Notre expérimentation se déroule dans le clapier 2. Une chambre dans l'administration est utilisée pour l'analyse. (Figure 23).



Figure 21 : vue aérienne de la localisation du lieu d'expérimentation (Gmaps.com)

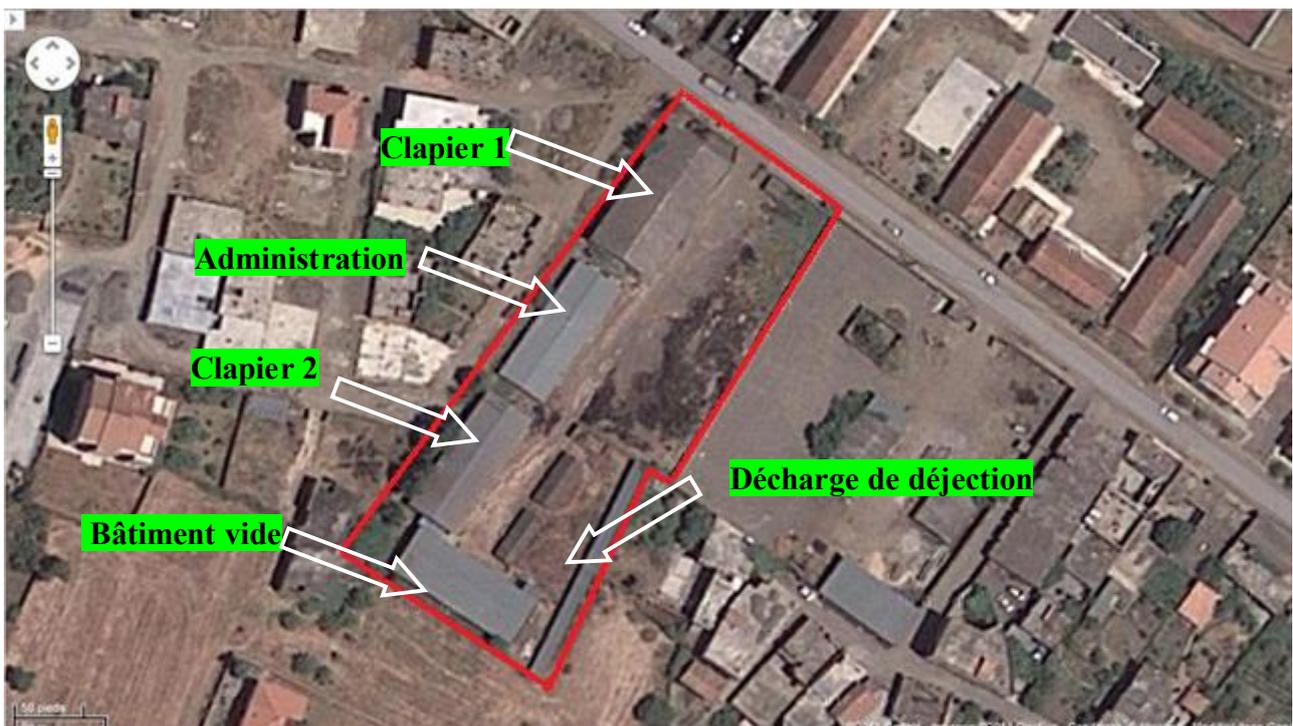


Figure 22 : vue aérienne de l'élevage (encadré par le rouge) (www.Gmaps.com)



Figure 23 : Photographies de la Présentation des bâtiments d'élevage et d'administration de l'exploitation

III. Conduite d'élevage et matériels expérimentales

L'exploitation d'élevage cunicôle de COOPAPIST est conduite en saillie naturelle sur un cheptel de 210 lapins adulte. La génétique utilisée est une population locale, qualifié de « population blanche » par Zerrouki *et al.*, (2007) sur la prédominance totale du phénotype blanc, néozélandais et californien (figure 24). Elle est issue de la souche importée dans les années 80 et conduit localement.

Notre étude utilise à fin de l'expérimentation, les animaux issus du cheptel de l'exploitation sus décrite, logés dans des batteries de cage propres à la coopérative ; et aménagé séparément (Clapier 2) du reste du cheptel.



Figure 24: Photographie du lapin de la population blanche

La conduite de la reproduction de l'élevage ne fixe aucun rythme de saillie. En occurrence, une grande variation de l'intervalle mise-bas, saillie est observé. Une tendance à limiter le la durée de non-productivité des femelle est exercé de façon aléatoire et désordonné, on note que les sollicitations à la saillie après un diagnostique de gestation négatif est établie de façon presque journalière. En globale, la conduite de la reproduction de l'exploitation montre un caractère intensif.

L'alimentation appliquée aux lapins de cet élevage est de type *ad libitum*. L'aliment utilisé est granulé, fabriqué par l'unité de fabrication d'aliment de bétail de Bouzerea. Il est composé de maïs, de totaux de soja, de luzerne, de son, et phosphate bi-calcique et de CMV.

1. les animaux

Les animaux utilisés dans cette étude appartiennent à la même population de l'élevage (figure 24) ; On a manipulé durant notre étude un nombre total de 37 lapins, dont :

- 11 mâles âgés de 22 semaines et un poids moyen de $3019,7 \pm 265,7$ g
- 26 lapines âgés de plus de 5 mois, dont : 13 nullipares de poids moyen de 2676 ± 148 g et 13 multipares âgés entre 10 et 12 mois d'âge ayant plus de 3 mise-bas ; elles enregistrent un poids moyen de $4093 \pm 389,8$ g. Seules Quatre lapines multipares sont inséminées dans le 12 jour de lactation, les autres femelles (9) sont en dehors de la lactation

2. Matériels expérimentales destinés à la collecte, analyse du sperme et insémination

Pour des raisons pratiques, on s'est orienté vers la confection artisanale du matériel de collecte et d'insémination. Vu de leur absence du marché algérien, on s'est permis dans le cadre de nos potentialités de simuler au plus possible le modèle industriel conçu et adapté à cette fin.

2.1. Vagin artificiel

Le vagin artificiel est composé d'un tuyau en PVC (Manchon réducteur) qui représente le corps du vagin artificiel, monté avec une pièce en plastique qui reçoit le tube de collecte et présente un site d'injection de l'eau chaud sous pression (Figure 25). Une gaine de latex passe à travers le vagin et fixée sur les deux bouts par des joins. Le vagin artificiel est rempli d'eau par le site d'injection et placé dans une étuve électrique avec thermostat, le réglage est fait à 50°C pour amener une collecte à 40 à 45°C comme l'indique Morell, (1995) (Figure 25).



(A) vagin artificiel préparé



(B) chauffage à l'étuve du matériel de collecte

Figure 25 : Photographies du vagin artificiel utilisé

2.2. Matériels d'insémination

L'insémination artificielle des lapines est établie à l'aide de paillette en plastique menée d'une seringue ; ce système ressemble a celui de système Minitüb[®] présenté par (Boussit, 1989). La paillette utilisée (IMV technologie[®]) est celle utilisée en insémination bovine comme gaine de protection du pistolet d'insémination, elle est coupée pour s'adapter à longueur des paillettes spéciales pour insémination lapine (Figure 26).



Figure 26 : Photographies des paillettes d'insémination utilisées

2.3. Matériels d'analyse de semence

Le matériel de l'analyse microscopique est composé d'un microscope optique (*leica*[®]), deux micropipettes (BIOCONTROL[®]) à volume fixe (10 μ l) et à volume variable ; une plaque chauffante (H5[®]) ; kit EOSINE-NIGROSINE ; et du matériel consommable (lames et lamelles, embouts et tubes stériles) (Figure 27).



Figure 27 : Photographie du matériel d'analyse de semence

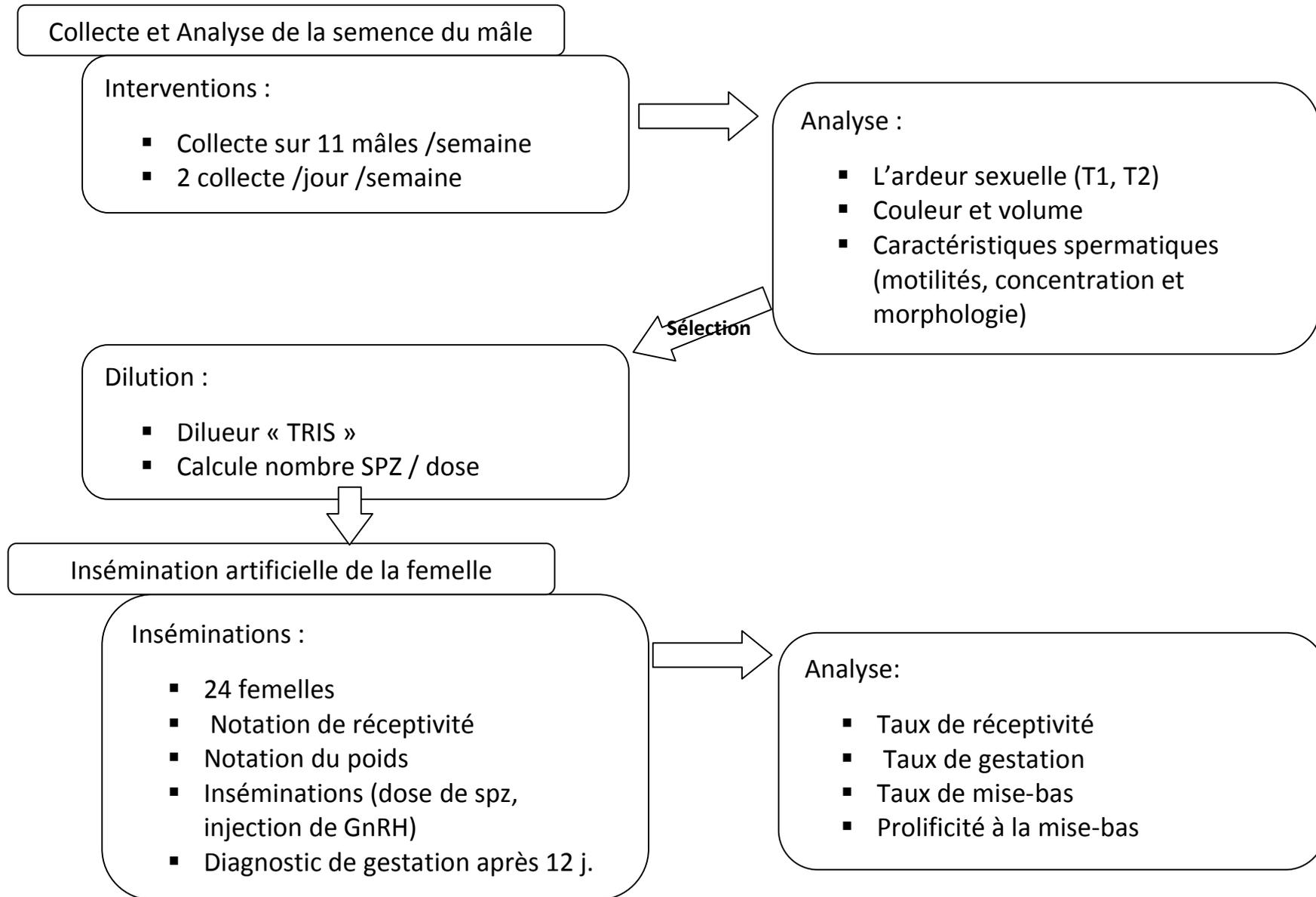


Figure 28 : Conduite expérimentale

IV. Conduite expérimentale

Les différentes étapes expérimentales sont décrites dans le schéma de la figure 28. Deux étapes principales caractérisent notre essai, en premier une collecte et analyse de semence ; puis une insémination artificielle est établie après analyse et conditionnement des éjaculats choisis.

Le chantier de travail s'organise de manière à effectuer pour chaque mâle une seule collecte par semaine, à raison de deux éjaculats successifs séparés de 10 à 20 min. Trois journées de travail sont fixées (mardi, mercredi, et jeudi) de façon à collecter 3 à 4 mâles par journée. C'est à dire, nous avons procéder à analyser 6 à 8 éjaculat par journée de travail.

Les insémination sont faites après analyse d'éjaculats choisis par leur qualité (bonne motilité) et seront effectuées dans un délai de 1 à 2h après la fin de la collecte.

IV.1. Collecte et Analyse de semence

IV.1.1. Collecte de semence

La collecte de la semence est effectuée sur des mâles logés dans des cages individuelle, une fois le vagin artificiel est préparé, une femelle prise et introduite dans la cage du mâle, immobilisée en bout de train. La lapine est immobilisée par la main gauche, le vagin par la droite sous son abdomen et entre ces membres postérieurs (Figure 29).

Lorsque le mâle exprime son comportement sexuel (chevauchement), le vagin artificiel est orienté pour faciliter l'intromission du pénis. Le temps écoulé entre l'introduction de la femelle et le premier chevauchement, et celui entre l'introduction de la femelle et l'éjaculation est compté par un chronomètre fixé sur l'avant bras droit de l'opérateur. Le refus strict de la sollicitation est confirmé si on n'arrive pas à collecter un éjaculat après 5min

Notons qu'on enregistre l'heure de la collecte, le temps de l'ardeur, la présence ou l'absence du gel, ainsi la présence d'urine ou de sang. Ce dernier est éliminé si présent. Notons aussi que durant toute la période de l'essai, la collecte de la semence est faite par le même opérateur.



Figure 29 : photographie de la collecte de semence

IV.1.2. Analyse spermatique

Une fois récolté, le tube de collecte est identifié et placé dans un portoir isolant, afin de protéger la semence du choc thermique ou de lumière. Les prélèvements sont amenés vers la chambre d'analyse. Tous le matériel utilisés dans l'analyse de semence (lames, lamelle, embouts, eau physiologique) est gardé dans la température de chambre. Durant toute la durée de l'expérimentation, l'évaluation macroscopique et microscopique de la semence est effectuée par le même opérateur.

1.2.1. La couleur

La couleur de l'éjaculat est déterminée par observation de la semence dans le tube de collecte transparent, le degré de la couleur est noté selon (Boussit, 1989). Elle est symboliser comme suit : BC pour blanc crémeux, BN pour blanc nacré, BJ pour jaunâtre, U pour présence d'urine, G pour grisâtre et R pour présence de sang.

1.2.2. Le volume

Le volume de l'éjaculat recueilli est effectué par une gamme d'étalonnage décrit par (Boussit, 1989)

1.2.3. Notation de la motilité massale

La motilité massale est estimée par observation d'une goutte de sperme sous microscope au grossissement x100. L'observation est faite dans le délai de 5 à 10 min après collecte, et noté sur le critère de l'intensité des vagues observées.

Nous avons basé sur la grille de notation de Petitjean (1965) décrite par (Boussit 1989) (Tableau 21)

Tableau 21 : Grille de Petitjean (1965) pour notation de la motilité massale (Boussit, 1989)

Note	Nature et intensité du mouvement
0	Pas de spermatozoïde
1	Spermatozoïdes immobiles
2	Quelques Spermatozoïdes agités, oscillant sur place
3	Beaucoup de Spermatozoïdes agités sans déplacement notable
4	Quelques Spermatozoïdes immobiles, quelques Spermatozoïdes agités sur place, quelques Spermatozoïdes mobiles
5	Idem que 4, mais plus de Spermatozoïdes mobiles. Motilité assez bonne mais pas homogène
6	La quasi-totalité des Spermatozoïdes se déplace. Motilité bonne et homogène
7	Idem que 6 avec amorce de mouvement de vagues lents
8	Idem que 7 avec mouvement de vagues lents
9	Vagues énergiques. Aspects de tourbillons. Motilité excellente

1.2.4. Notation de la motilité individuelle et pourcentage de spermatozoïdes mobiles

Une goutte de semence diluée à 1:5 par le dilueur « TRIS » (Roca *et al.*, 2000; Boiti, 2005) est observé au grossissement x400 entre lames et lamelles. Le type de mouvement des spermatozoïdes est basé sur l'échelle Andieu (1974) décrite par (Boussit, 1989) (Tableau 22).

L'estimation visuelle et subjective du pourcentage de spermatozoïdes mobile se fait en même temps que l'estimation de la motilité individuelle.

Tableau 22 : Grille d'Andieu (1974) pour notation de la motilité individuelle (Boussit, 1989)

Note	Nature et intensité du mouvement
0	Spermatozoïdes immobiles
1	Les spermatozoïdes ont des mouvements de flagelle sans déplacement
2	Les spermatozoïdes se déplacent lentement. Les mouvements circulaires dominent
3	Les spermatozoïdes ont des mouvements heurtés. Leur déplacement s'effectue le long d'une hélice de diamètre sensiblement égal à leur longueur ou de cercle de large diamètre (plusieurs fois la longueur des gamètes)
4	Les spermatozoïdes se déplacent rapidement le long d'une hélice de faible diamètre

1.2.5. Estimation de la concentration

Nous procédons à l'estimation de la concentration de spermatozoïdes par millilitre de sperme; par comptage microscopique des spermatozoïdes à l'aide d'un hématimètre de THOMAS (). Nous utilisons les directives du protocole de travail de SAGA.INRA ; et le manuel de WHO, 1999.

La cellule de THOMA utilisée, présente deux grilles de comptage d'une profondeur de 100µm . Chaque grille est divisée en 16 grands carreaux, eux même divisés en 16 petit carreaux ; qui présentes chacun un volume de 1/4000m³.

On établie une dilution de 20µl de semence au 1/200^{ème} dans une solution de fixation de formol à 3,5% (10ml de formol 35% dilué dans un litre de solution NaCl 0.9%) (Boiti, 2005). Après homogénéisation, chaque grille est remplie de 10µl de la semence diluée, une lamelle (24x24mm) est déposée sur l'hématimètre. Une attente de 10min est envisagée avant la lecture. Si on observe la présence des bulles d'aire emprisonnées sous lamelle, l'opération est refaite.

La numération des spermatozoïdes se fait sur les deux colonnes centrales, Nous comptons le nombre de tête de spermatozoïdes (face ou profile) à l'intérieur de la colonne envisagée. Pour éviter une répétition du comptage pour les spermatozoïdes qui se superposent sur les lignes de quadrillage des grands et petits carreaux ; on ne compte que celles qui touchent les lignes inférieurs et droits.

La numération de l'échantillon est dupliquée sur les deux grilles, la somme et la différence de lecture sont renvoyées à une table qui fixe la marge de différence entre deux comptages (WHO, 1999) (annexe), si la différence est plus grande que celui indiqué dans la table, l'opération du comptage est refaite.

Nous envisagions une numération de deux colonnes, soit 8 grands carrés, dont un volume de 0.032m^3 . La concentration (C) par ml, en spermatozoïdes comptés (X) dans les deux grilles sera :

$$C = X \cdot D \cdot 1000 / 0.032 \cdot 2 \quad \text{soit : } C = X \cdot D / 64$$

C = concentration, X = somme du comptage, D = dilution du sperme

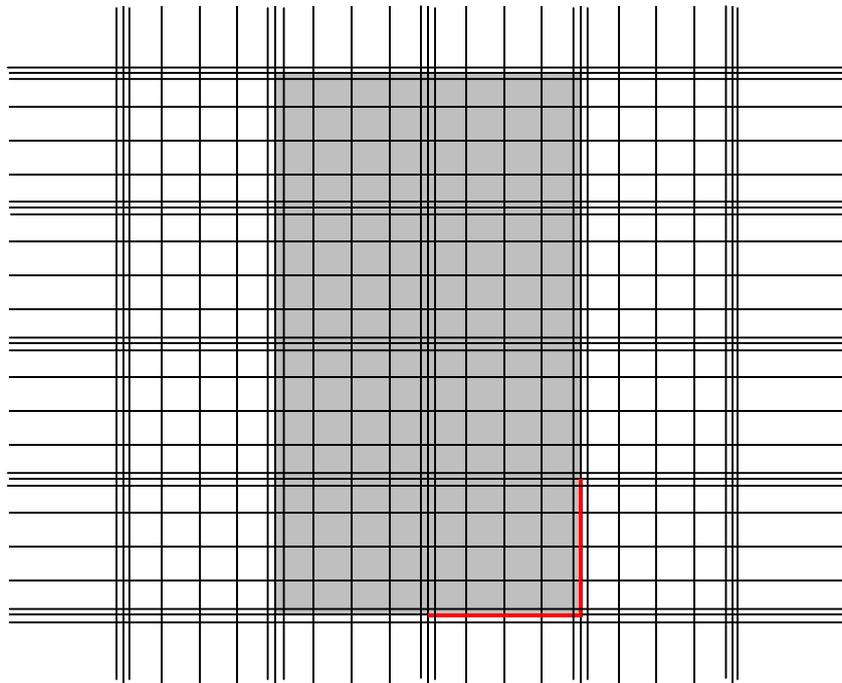


Figure 30 : Représentation d'une grille d'hématimètre de THOMA

Les colonnes comptées sont surlignées en bleu,

Le nombre de spermatozoïde par éjaculat (NSE) est :

$$\text{NSE} = \text{La concentration (ml)} \cdot \text{volume}$$

Le nombre de spermatozoïdes mobile par éjaculat (MSE) est :

$$\text{MSE} : \text{Le pourcentage estimé de spermatozoïde mobile} \cdot \text{NSE}$$

1.2.6. Etude de morphologie

L'observation de la morphologie des spermatozoïdes est établie à l'aide de la coloration éosine/Nigrosine. Un échantillon de 10 μ l de semence est posé sur lame et mélangé avec 10 μ l de colorant éosine et 10 μ l de Nigrosine. Un frottis est réalisé, et laissé sécher à l'aire. L'observation de la lame est faite sous microscope au grossissement x1000, une goutte d'huile d'immersion est préalablement ajoutée. L'analyse de la morphologie est basée sur l'ouvrage de Boussit (1989). On calcule le pourcentage de :

- spermatozoïde normal sans anomalie
- Spermatozoïde avec anomalie de la tête
- spermatozoïde avec anomalie de pièce intermédiaire
- spermatozoïde avec anomalie de flagelle
- spermatozoïde qui présente une gouttelette cytoplasmique proximale
- spermatozoïde qui présente une gouttelette cytoplasmique distale

Quelques exemples de différentes anomalies rencontrées sont illustrés dans la figure 31

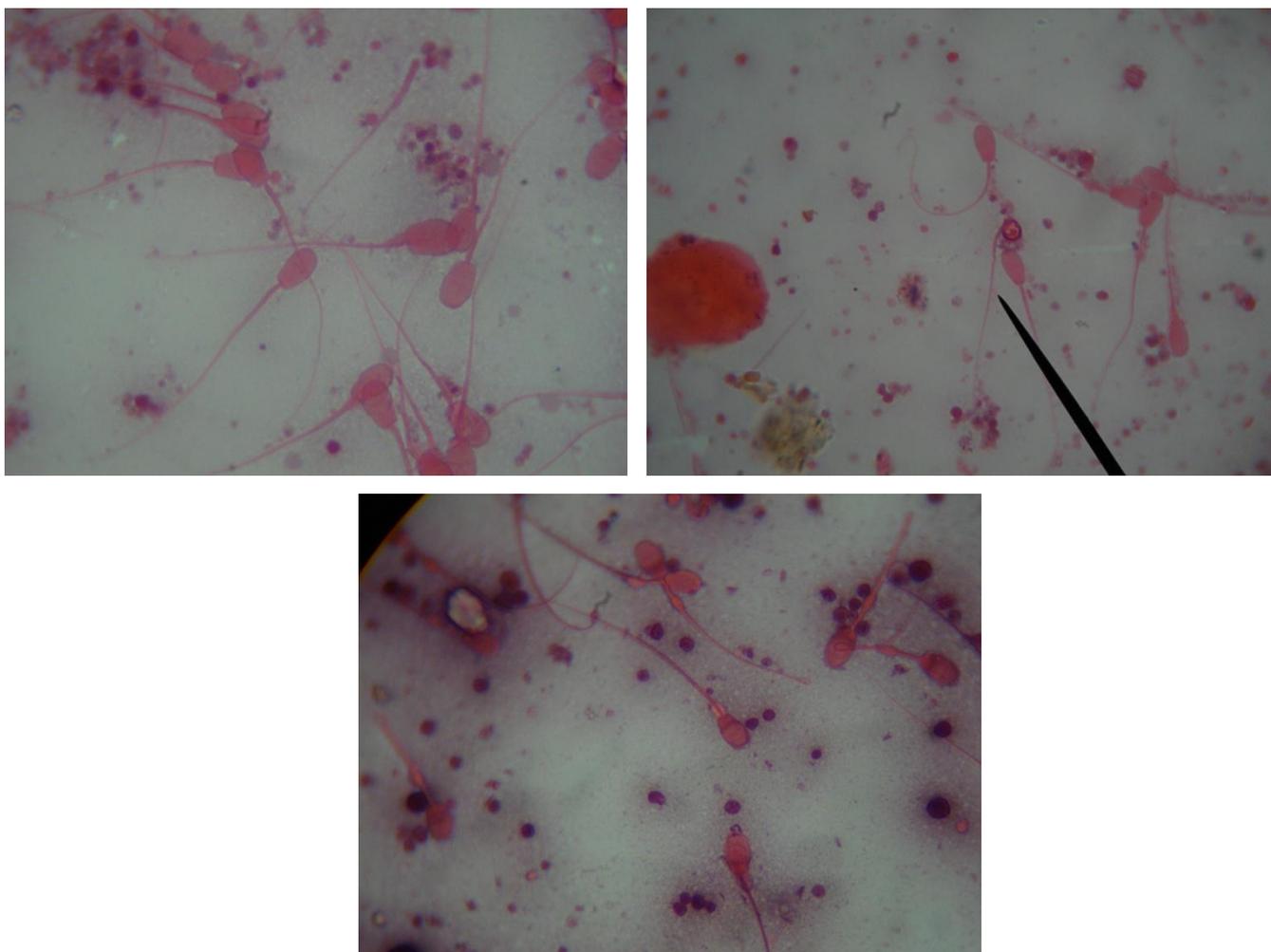


Figure 31 : Photographies de quelques types d'anomalies Morphologiques

IV.2. Insémination artificielle

IV.2.1. Dilution et préparation des paillettes d'insémination

Après analyse préliminaire de différents échantillons de semence, le choix de l'éjaculat(s) inséminé est basé sur la note de motilité la plus meilleur, qu'elle soit trouvé après collecte.

La concentration des l'éjaculats choisis est mesurés, et une dilution de l'éjaculat ou du mélange d'hétérospermie est établie. Le taux de dilution est variable selon le nombre de spermatozoïdes qu'on veut inséminer par dose.

Le dilueur utilisé est le « Tris ». Une nouvelle fabrication du dilueur est menée la veille de chaque série d'insémination. Le dilueur « Tris » renferme :

Tris (hydroxyméthylaminométhane) 3,028g	(BIOCHEM)
Acide citrique monohydraté 1,675g	(SIGMA-ALDRICH)
D-glucose 1,25g	(Reidel- de Haën)
Streptomycine sulfate 0,100g	(SIGMA-ALDRICH)
Pénicilline G sodique 100,000 UI	(SIGMA-ALDRICH)
L'eau bidistillé pour compléter à 100ml	

La dilution est établie le plus rapidement possible après l'analyse, elle est achevée en générale dans un délai de 30 min après le choix des éjaculats à inséminés. Le dilueur est préchauffé dans un bain marie et ajouté à le mélange d'hétérospermie ou à l'éjaculat avec précaution. Les directives de la technique de dilution selon Boussit, (1989) sont respectées. Le dilueur est prie par une seringue, et ajouté en goutte à goutte sur la paroi du tube stérile (figure).

IV.2.2. Insémination artificielle

Les paillettes d'insémination sont montées avec leur seringue, la dose séminale est prise sur place avant insémination de la lapine. La paillette remplie est introduite dans la voie génitale de la lapine avec la technique verticale présentée dans le chapitre 3 (figure). Une dose de 0,2 ml de Gonadoréline (GnRH de synthèse) (FERTAGYL *intervet*) est administrée à la lapine par voie intramusculaire.



Figure 32 : Photographie insémination artificielle (position verticale)

IV.2.3. Mesures et interventions

Avant insémination, Le poids de la lapine est enregistré, la couleur et la turgescence de la vulve est apprécié, quatre couleur sont enregistrées : rouge, rose, violette et blanc.

Un test de réceptivité est établi par introduction de la femelle dans la cage du mâle, elle est réceptive si elle adopte la position de lordose ; si elle refuse le chevauchement, on la note non réceptive.

Une palpation abdominale 12 jours après insémination est établie pour diagnostique de la gestation. A la mise-bas le nombre totale de lapereaux nés vivant et mort est enregistré.

IV.3. Analyse statistique

Le traitement statistique des données et les présentations graphiques des résultats été réaliser sous Microsoft Office Excel 2007, et Stat View 2000. Les différents résultats sont décrits par la moyenne et l'écart-type ; la comparaison entre mâle est réalisée par analyse de variance ANOVA, Stat View 2000.

Résultats & Discussion

Dans le présent essai, l'objectif de cette étude était de déterminer d'une part le potentiel de la production spermatique des lapins mâles de la population blanche et d'autre part, déterminer les possibilités d'application de l'insémination artificielle dans un élevage expérimental avec des conditions locales. Nous avons étudié quelques paramètres de l'activité sexuelle et des performances de reproduction du lapin de cette population.

Notre étude s'est déroulée durant la période du printemps (mars 2011 à mai 2011), une température moyenne de 19,7°C et 15,6°C a été enregistrée respectivement dans les clapiers 1 et 2. Des écarts de température entre valeurs maximum et minimum de 7,68 et 7,11 sont respectivement notés. L'hygrométrie (clapier 1) est en moyenne de 62,42% (tableau 23).

Les normes recommandées pour les lapins reproducteurs sont de 16 à 19°C, l'écart toléré entre température maximum et minimum ne doit pas dépasser les 3 à 5°C (Labas *et al.*, 1991).

Tableau 23: Températures, hygrométries ambiantes moyennes (moyenne \pm écart-type)

Critères	Clapier 1 (SN)			Clapier 2 (IA)		
	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Moy</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Moy</i>
Températures (°C)	10 $\pm 1,73$	27 $\pm 5,29$	19,7 $\pm 3,21$	10 $\pm 2,22$	20 $\pm 4,4$	15,16 $\pm 2,91$
Hygrométrie (%)	36,33 $\pm 13,86$	81 $\pm 5,29$	62,42 $\pm 6,46$	-	-	-
Ecart température °c (début/fin journée)	-	-	7,68 $\pm 3,77$	-	-	7.11 $\pm 3,83$

A. Etude de la production spermatique et les caractéristiques des éjaculats

La collecte de sperme est effectuée sur sept semaines. Dans la première semaine de récolte, les 11 mâles présentent un poids moyen de $3019,7 \pm 265,7$ g ; et $3038,5 \pm 223,4$ g à la 7^{ème} semaine de l'expérience.

I. Taux de récoltes utiles

Nous désignons par le terme de taux de récoltes utiles, le rapport entre le nombre d'éjaculats non contaminés par l'urine ou le sang, un volume supérieur à 0,1 ml, contenant des spermatozoïdes vivants, et le nombre total de sollicitations. C'est le taux de récoltes potentielles. Le refus strict à la collecte de sperme est confirmé si le mâle n'arrive pas à éjaculer après la quatrième sollicitation.

Les différentes valeurs respectives au nombre de sollicitations, et au taux de récoltes utiles sont présentées dans le tableau (24).

Le pourcentage de refus strict de prélèvement est de 9,3% (12 refus sur 129 sollicitations), 9 refus sur 12 sont survenus durant les trois premières semaines. Une fréquence de 117 prélèvements est obtenue dont 108 sont utiles (91,4%). Un pourcentage de 5,12% sur 117 prélèvements présente de l'urine et 2,56% présentent un volume réduit. Parmi les 107 prélèvements utiles, on a noté la présence du gel sur 42 prélèvements (39,25%).

Tableau 24 : présentation des réponses aux sollicitations et des taux de récoltes utiles

		Sollicitations	Taux de refus	Urine	Volume réduit	Récoltes	Récoltes utiles	Présence du gel
Total :	<i>effectif</i>	129	12	6	3	117	107	42
	<i>Pourcent (%)</i>	-	(9,3 %)	(5,12 %)	(2,56 %)	(90,7 %)	(91,4 %)	(39,25 %)
1 ^{er} sollicitation:	<i>effectif</i>	70	7	5	1	63	56	35
	<i>Pourcent (%)</i>		(5,42 %)	(4,27 %)	(0,85 %)	(48,83 %)	(47,8 %)	(32,7 %)
2 ^{em} sollicitation:	<i>effectif</i>	54	5	1	2	49	46	5
	<i>Pourcent (%)</i>		(3,87 %)	(0,85 %)	(1,7 %)	(37,98 %)	(39,31 %)	(4,67 %)
3 ^{em} sollicitation:	<i>effectif</i>	3	0	0	0	3	3	2
	<i>Pourcent (%)</i>		-	-	-	2,32 %)	(2,56 %)	(1,87 %)
4 ^{em} sollicitation:	<i>effectif</i>	2	0	0	0	2	2	0
	<i>Pourcent (%)</i>		-	-	-	(1,55 %)	(1,7 %)	-

Globalement, le refus de la collecte est modérément peu fréquents (9,3%), il est plus marqué au cours des trois premières semaines et à la première sollicitation. Ceci pourrait être expliqué par l'entrée précoce des mâles à l'âge de 20 semaines d'une part et d'autre part, ils peuvent être dus-en partie- à la courte durée de l'expérimentation. En effet, Boulbina (2011), à déjà signalé que le taux de refus est plus élevé dans un essai de 6 semaines par rapport un essai de 16 semaines (3,6% et 1,6% respectivement). Bencheikh (1993) note que quelque soit le rythme de collecte, les valeurs de refus restent faibles, et il indique que la réponse des mâles à la collecte, peut constituer une caractéristique de la souche. Le refus des mâles (INRA A2066) et (INRA 1077) est respectivement de 1,7% et 8,2%.

En générale, nous avons obtenu un taux globale de récoltes utiles élevé (91,4%). les mâles répondent mieux à la première sollicitation qu'à la deuxième. Le pourcentage de présence d'urine, ou celui des éjaculat à volume réduit se montre proportionnellement faible.

Par comparaison, Bencheikh (1993), trouve un taux d'urine de 13,4% et 6,5% respectivement pour les souches A2066 et A1077. Brun *et al.*(2006) trouvent un taux de 4,7 et 13,9% respectivement pour lignée L et lignée H. Boulbina (2011) aperçoit un pourcentage de 4,8% chez la population locale.

II. Comportement sexuel du mâle

Le temps séparant la présentation de la femelle bout- en -train du chevauchement (temps 1) est en moyenne de 11,4 secondes, le temps séparant la présentation de la femelle de l'éjaculation (temps 2) est en moyenne de 18,9 secondes.

Il semblerait en moyenne que le temps 1 est plus allongé que celui étudié par Bencheikh (1993) pour les souches A 2066 et A 1077 (4 et 5,5 secondes), les moyennes de temps 2 de ces deux souches sont respectivement de 14 et 18 secondes. Boulbina (2011) signale chez les mâles de la population locale algérienne, une libido (temps2) moyen de 14,5 ; et une chute de 50,2 à 15 secondes entre 17 et 19 semaines.

III. Caractéristiques de la semence

1. Etude des caractéristiques de la semence

Les distributions des données relatives au volume, à la concentration, au nombre de spermatozoïdes par éjaculat, à la motilité massale et individuelle, et au pourcentage de spermatozoïdes normaux, sont présentées dans la figure 33 . La moyenne, le coefficient d'asymétrie (skewness) et le coefficient d'aplatissement (Kurtosis) sont indiqués pour chaque distribution.

Lorsqu'une distribution est normale, les valeurs de coefficient d'asymétrie et d'aplatissement sont toutes les deux nulles. Or, les valeurs calculées pour la plupart des paramètres sont supérieures à zéro. Par rapport à une distribution normale, le volume et la concentration enregistrent un déséquilibre à droite et une grande proportion des valeurs sont proches de leurs moyennes.

La distribution du nombre de spermatozoïdes normaux présente un déséquilibre à gauche avec un coefficient d'aplatissement très fort. Seule la distribution du nombre de spermatozoïdes par éjaculat(NSE) présente un coefficient d'asymétrie négatif.

Les valeurs moyennes et les écart-types globaux des différents critères de l'analyse spermatique sont représentées dans le tableau 25. Les analyses des deux premières semaines d'exercice sont éliminées.

Le volume, la concentration et le NSE affichent des moyennes respectives de 0,68ml, 428,94 et 289,5 millions de spermatozoïdes. Les notes moyennes de motilités massale et individuelle sont respectivement de 5,1 et 1,8. L'ensemble des éjaculats présente un pourcentage moyen de spermatozoïdes normaux de 83,7%.

Tableau 25: valeurs moyennes de différentes caractéristiques de la semence

	volume	Motilités			Concentrations			Etude morphologique					
		Mm	Mi	Mi %	Cn	NSE	MSE	N	T	PI	Dcp	Dcd	F
Total (n: 95)	(94)	(93)	91)	(91)	(76)	(75)	(64)	(90)	(90)	(90)	(90)	(90)	(90)
<i>Moy</i>	0,68	5,1	1,8	59,0	428,94	289,5	203,3	83,7	5,6	4,3	0,03	0,13	6,2
<i>±Ecart-type</i>	0,39	2,2	1,1	25,1	262,9	182	149,6	13,3	4,4	3,4	0,1	1	11,9

Mm : motilité massale, Mi : motilité individuelle, Cn concentration/ml, NSE : nombres de spz par éjaculat, MSE : nombre de spz mobiles par éjaculat, N : spz normaux, T ; tête, PI : pièce intermédiaire, Dcp/ : gouttelette cytoplasmique proximale, Dcd : gouttelette cytoplasmique distale, F : flagelle.

Globalement, les différents paramètres quantitatifs (volume et concentration) se rapprochent aux valeurs décrites par Boiti, (2005). Néanmoins, les notes moyennes de motilités massale et individuelle s'avèrent faibles, au-dessous du seuil d'une bonne mobilité (Motilité massale : aspect de vagues (≥ 6) et motilité individuelle : progression rapide (≥ 3)) et souhaitable pour des inséminations (Boussit, 1989 ; Brun *et al.*, 2001).

Cette faiblesse de motilité peut être un caractère propre de la population blanche, comme elle pourrait être expliquée par le faible nombre d'observations enregistrées dans une durée potentiellement courte.

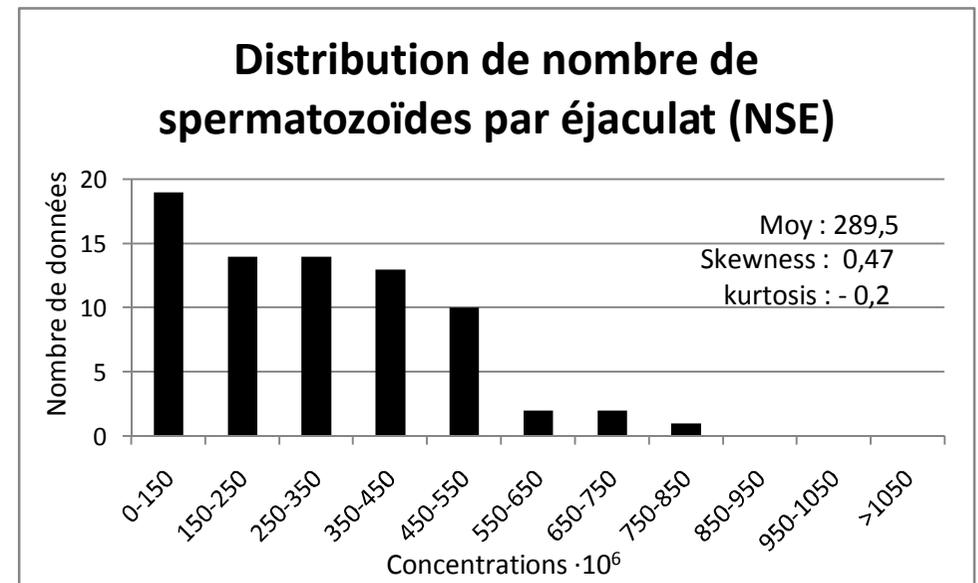
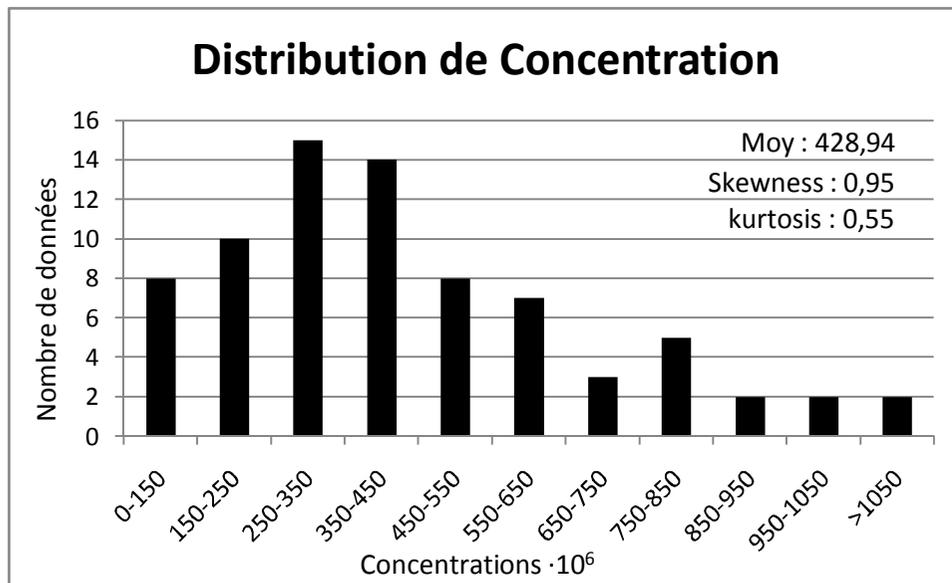
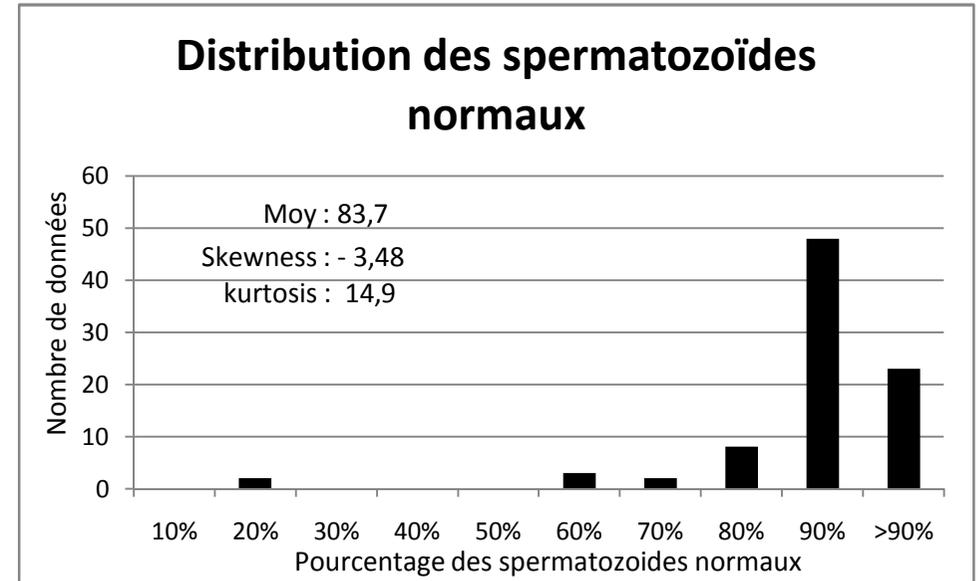
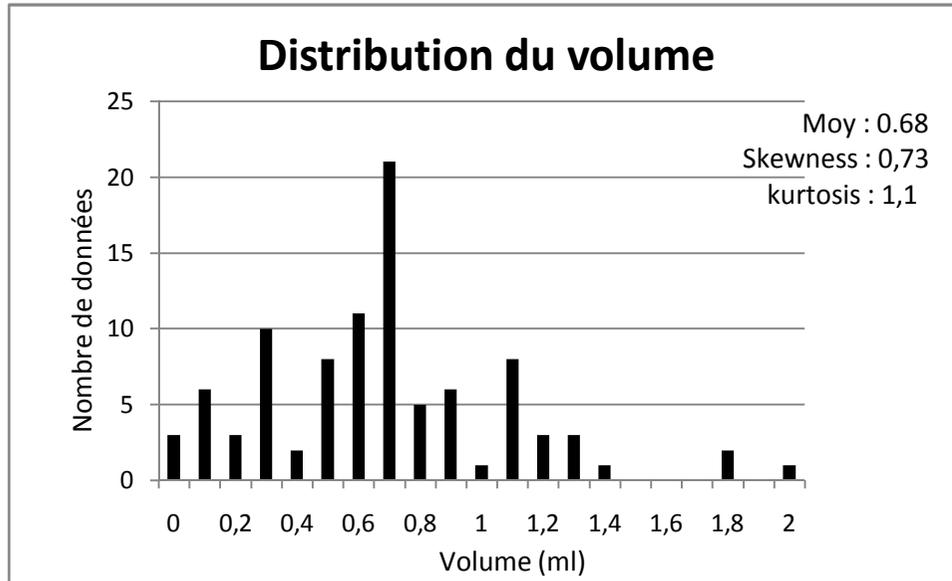


Figure 33: Présentation de la distribution des données en termes de volume, concentrations, motilités et taux spermatozoïdes normaux

Quel que soit le caractère considéré (volume, motilités, concentration), on a obtenu des valeurs plus faibles que celles enregistrées par Bencheikh (1993), Brun *et al.* (2001), Brun *et al.* (2002), Castellini *et al.* (2003), Brun *et al.* (2006) et Theau-Clément *et al.* (2009). En occurrence, Boulbina (2011) trouve des valeurs moyennes plus élevées, à savoir le volume (0,86 ml), la motilité massale (7,68), la motilité individuelle (3,57), et la concentration ($734,9 \cdot 10^6$ spz).

2. Caractéristiques des deux prélèvements successifs

Les valeurs moyennes des caractéristiques des deux éjaculats successifs sont présentées dans le tableau 26. Le volume, la Motilité individuelle et le pourcentage de motilité des deux prélèvements successifs sont à un niveau identique. La concentration, le nombre de spermatozoïdes par éjaculat (NSE) et le nombre de spermatozoïdes motiles par éjaculat (MSE) sont en moyenne plus élevés dans le deuxième éjaculat. Ainsi, entre le première éjaculat et le deuxième, leurs valeurs augmentent respectivement de 22,6%, 13,8% et 15,9%. Le pourcentage de spermatozoïdes normaux est plus faible dans le deuxième éjaculat (-1.5%).

La corrélation entre les deux prélèvements successifs est en générale faible. Elle enregistre des valeurs de 0,06 et 0,14 pour la concentration et le nombre de spermatozoïdes par éjaculat, 0,12 et 0,17 pour les motilités massale et individuelle. Elle est négative pour le volume, le pourcentage de motilité et le nombre de spermatozoïdes normaux (respectivement : -0,13, -0,006, -0,08).

Tableau 26: caractéristiques des deux prélèvements successifs

	volume	Mobilités			Concentrations			Etude morphologique (%)						
		Mm	Mi	Mi %	Cn	NSE	MSE	N	T	PI	Dcp	Dcd	F	
Ejaculat 1														
(n:49)	(48)	(48)	(48)	(48)	(38)	(38)	(35)	(46)	(46)	(46)	(46)	(46)	(46)	(46)
Moy	0,7	4,9	1,8	58,5	385,2	271,0	183,4	84,4	5,7	4,5	0	0,03	5,2	
±écart-type	0,14	2,2	1,0	25	239,2	182,6	155,6	9,91	4,8	3,5	0	0,1	6,6	
Ejaculat 2														
(n:46)	(46)	(45)	(43)	(43)	(38)	(37)	(31)	(44)	(44)	(44)	(44)	(44)	(44)	(44)
Moy	0,66	5,3	1,9	59,6	472,6	308,4	212,7	82,9	5,5	4,1	0,06	0,25	7,3	
±écart-type	0,38	2,2	1,2	25,5	281,0	181,9	147,6	16,3	4,0	3,4	0,2	1,4	15,6	

P :
Mm : motilité massale, Mi : motilité individuelle, Cn concentration/ml, NSE : nombres de spz par éjaculat, MSE : nombre de spz mobiles par éjaculat, N : spz normaux, T ; tête, PI : pièce intermédiaire, Dcp/ : gouttelette cytoplasmique proximale, Dcd : gouttelette cytoplasmique distale, F : flagelle.

Quel que soit le caractère considéré (sauf le volume), Bencheikh (1993) et Theau-Clément *et al.* (2003b) trouvent que le deuxième éjaculat est significativement meilleur. Bencheikh (1993) note que l'amélioration de la concentration est de l'ordre 42 à 50%. Mais, il observe l'absence de l'effet significatif de l'ordre de l'éjaculat chez la souche A1077 par rapport à A2066, sans exclure l'amélioration des caractéristiques de la semence dans le deuxième éjaculat.

Sauf pour la motilité massale et le pourcentage de motilité, Theau-clément *et al.* (2009), trouvent un effet significatif de l'ordre de l'éjaculat. Contrairement aux auteurs précédents, ils trouvent que le premier éjaculat est significativement meilleur que le second, en termes de concentration (671 vs $529 \cdot 10^6$) et le nombre de spermatozoïdes par éjaculat (345 vs $231 \cdot 10^6$).

Dans notre étude, l'absence de l'effet significatif de l'ordre de l'éjaculat pourrait être due à la faible production initiale. Bencheikh (1993) note que le premier éjaculat est considéré comme stimulus pour le second. Or, nos mâles ont tendance à plus uriner dans la première sollicitation et ont un taux de récolte utile plus élevé dans la deuxième sollicitation.

3. Etude des caractéristiques de semence par mâle

Les moyennes enregistrées sur les différents paramètres de semence par mâle sont présentées dans le tableau 27.

Globalement, les différentes caractéristiques de semence montrent une grande variabilité. Les coefficients de variation de la plupart des paramètres sont supérieurs à 0,4. Le volume et la concentration enregistrent respectivement des coefficients élevés de 58% et 60% .

La variabilité individuelle est importante entre mâles. Comme le montre la large étendue de la distribution des moyennes (figure 34). Le rapport entre les valeurs moyennes extrêmes est élevé pour la majorité des caractères. Il est de 3,6 ; 3,35 et 6,89 pour le volume, la concentration et le nombre de spermatozoïdes respectivement.

Tableau 27: Présentation des caractéristiques de semence par mâle

		total	Mâle											
		n 11	3	5	13	25	30	36	44	69	71	75	78	
Comportement	T1	<i>Moy</i>	8,4	21,3	7,3	11,6	7,6	8,0	5,5	7,7	6,6	6,6	6,2	5,0
		$\pm SD$	10,5	36,6	3,0	7,7	4,0	3,7	5,3	1,2	4,4	2,9	1,9	1,4
T2	<i>Moy</i>	16,4	51,4	12,2	15,6	11,8	17,6	12,5	22,1	9,7	10,0	9,9	9,3	
	$\pm SD$	22,7	70,8	6,3	7,4	3,7	8,5	6,0	19,6	4,3	3,2	1,6	2,7	
Volume	<i>Moy</i>	0,68	0,89	0,63	0,32	0,85	0,63	0,55	0,68	0,99	1,18	0,56	0,76	
	$\pm SD$	0,38	0,37	0,21	0,21	0,34	0,23	0,26	0,3	0,47	0,34	0,33	0,55	
Motilité M	<i>Moy</i>	5,1	3,71	6,1	3,3	5,5	5,11	6,44	6,5	5,38	4,5	4,38	5,14	
	$\pm SD$	2,2	2,81	0,74	1,95	1,6	2,47	2,07	2,95	2,07	1,97	1,92	2,34	
Motilité ind	<i>Moy</i>	1,89	2	2,5	0,9	1,75	1,29	2,5	2,67	2,25	1,67	1,38	2,14	
	$\pm SD$	1,12	1,29	0,71	0,57	1,04	0,49	1,07	1,51	1,16	0,82	1,3	1,21	
% Motilité	<i>Moy</i>	58,47	62,14	72,5	42,5	77,5	52,86	66,25	67,5	66,25	55	31,88	48,29	
	$\pm SD$	26,2	14,1	5,89	27,21	13,09	28,26	24,02	34,31	17,06	22,8	33,37	30,61	
Concentration	<i>Moy</i>	428,9	298,9	581,6	201,5	365,6	528,6	506,6	365,1	373,6	282,3	675,4	504,1	
	$\pm SD$	262,9	220,5	202,7	66,4	166,4	248,6	313,6	176,3	146,4	126,3	318,2	409,6	
NSE	<i>Moy</i>	289,5	292,1	373,6	54,2	291,3	330,7	260,7	315,4	335,5	316,9	332,1	331,4	
	$\pm SD$	182,0	281,6	219,8	47,5	116,6	138,9	195,4	69,6	131,2	155,1	174,3	215,9	
Spz Motil/ej	<i>Moy</i>	203,3	206,3	269,7	41,7	241,2	239,2	236,6	262,3	242	194,6	143,3	168	
	$\pm SD$	149,6	204,7	166,8	35,1	134,6	137,7	181,7	58,5	120,1	137,3	69,5	191,5	
Morphologie														
% N	<i>Moy</i>	83,7	82,1	84,9	82,4	88,3	90,62	86,9	82,8	85	86	68,2	81	
	$\pm SD$	13,3	10,0	3,8	10,6	4,0	3,54	6,14	4,89	13,0	9,39	36,7	14,5	
% T	<i>Moy</i>	5,6	6,78	9,2	6,75	5,18	5,56	4,15	4,05	3,25	3,08	5,92	7,21	
	$\pm SD$	4,4	4,09	2,31	4,39	3,22	3,44	2,96	3,51	1,87	1,71	4,79	10,1	
% PI	<i>Moy</i>	4,3	7	3,15	4,35	4,87	1,18	4,75	5,16	4,25	6,66	2,42	4,85	
	$\pm SD$	3,4	6,4	2,71	1,88	2,19	0,75	4,76	2,53	3,5	3,37	1,27	3,27	
% Flagel	<i>Moy</i>	6,2	4,07	2,7	6,45	1,6	2,62	4,15	7,94	7,5	4,25	23,4	6,97	
	$\pm SD$	11,9	1,61	1,43	9,22	0,87	1,95	2,73	3,4	10,6	6,31	36,27	5,62	

En effet, une grande hétérogénéité est relevée. Certains mâles présentent un écart-type égal voir supérieur à l'écart-type globale du caractère.

La figure 34, représente la distribution des différentes caractéristiques obtenues par mâle, à savoir le volume, la concentration, la motilité massale et le pourcentage de motilité. L'observation de la variabilité des caractères entre mâles est visualisée sur graphes en boîte par la large dispersion des valeurs autour des moyennes.

Suite à une analyse de variance (ANOVA) le tableau 28, regroupe la différence et le seuil de signification entre mâles pour chaque caractère présenté dans la figure 34 ; à savoir (le volume, la concentration, la motilité massale et le pourcentage de motilité individuelle).

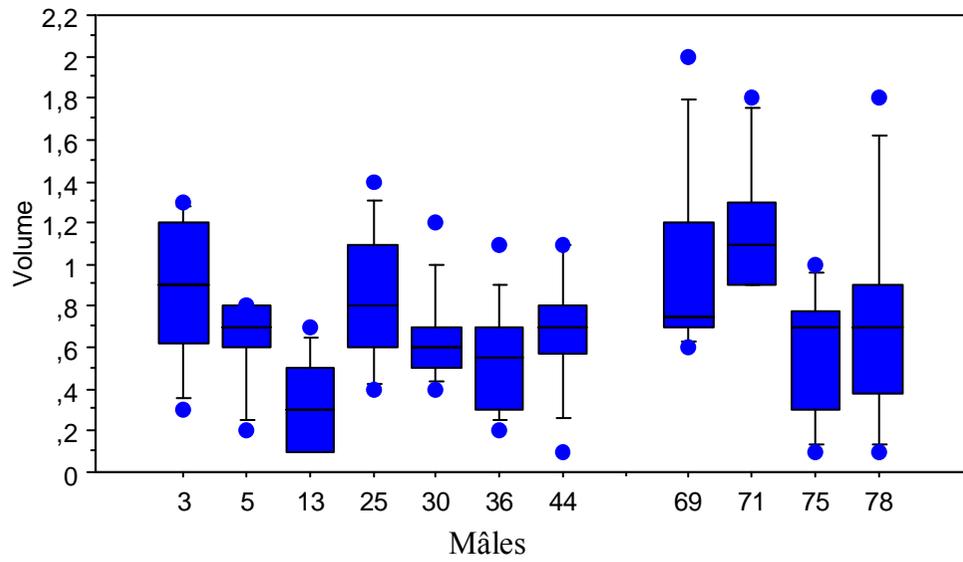
En termes de volume et concentration. Le mâle 13 présente en moyenne la production la plus faible (respectivement, 0,32 ml et $201,56 \cdot 10^6$). Son volume est significativement faible chez tous les mâles. Sa concentration est significativement différente des mâles 30, 36, 75, et 78). Le mâle 75 présente en moyenne la concentration la plus élevée ($675,45 \cdot 10^6$), significativement différente ($P < 0.05$) de celle obtenue sur les mâles 13, 25, 44, 69, et 71.

En termes de motilité massale et pourcentage de motilité, le mâle 13 présente la motilité massale la plus faible, différente significativement ($p < 0.05$) de celle de la plupart des mâles. Cependant, le mâle 75 qui présente une production la plus forte enregistre un pourcentage de motilité moyen le plus faible. Les mâles 36 et 44 présentent en termes de motilité massale et pourcentage de motilité, les valeurs les plus élevées.

La variabilité observée de nos résultats est en accord avec la bibliographie (Battaglini *et al.*, 1992 ; Bencheikh, 1993; Mocé *et al.*, 2005 ; García-Tomás *et al.*, 2006a ; Theau-Clément *et al.*, 2009).

Nos rapports des moyennes extrêmes sont proches de ceux de Bencheikh (1993), qui trouve respectivement pour le volume et la concentration un rapport de 3,7 et 3,5. Ainsi, l'hétérogénéité de nos mâles par l'étendue des écart-types intra et entre mâles accentue la variation de la différence significative pour l'ensemble des caractères étudiés (figure 34).

Partie expérimentale



Résultats et discussion

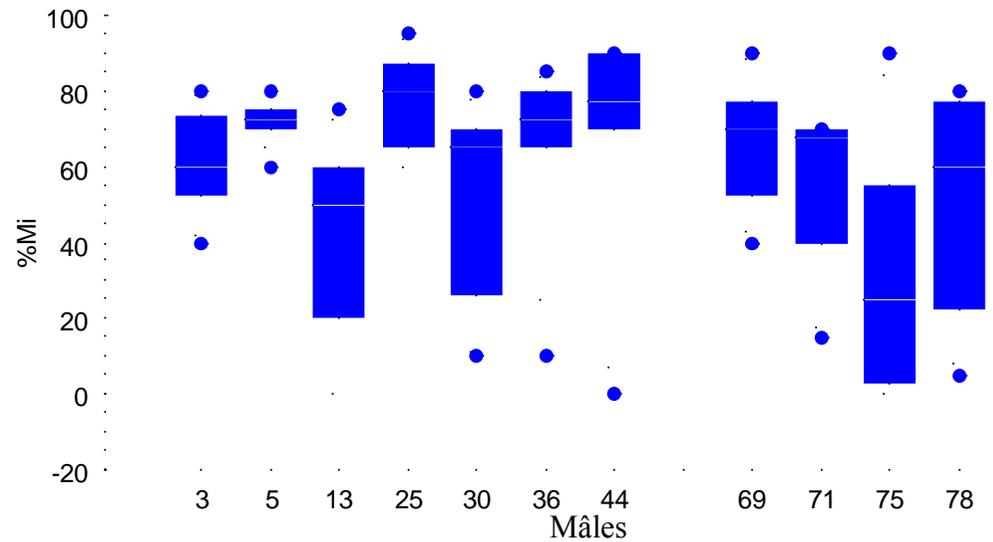
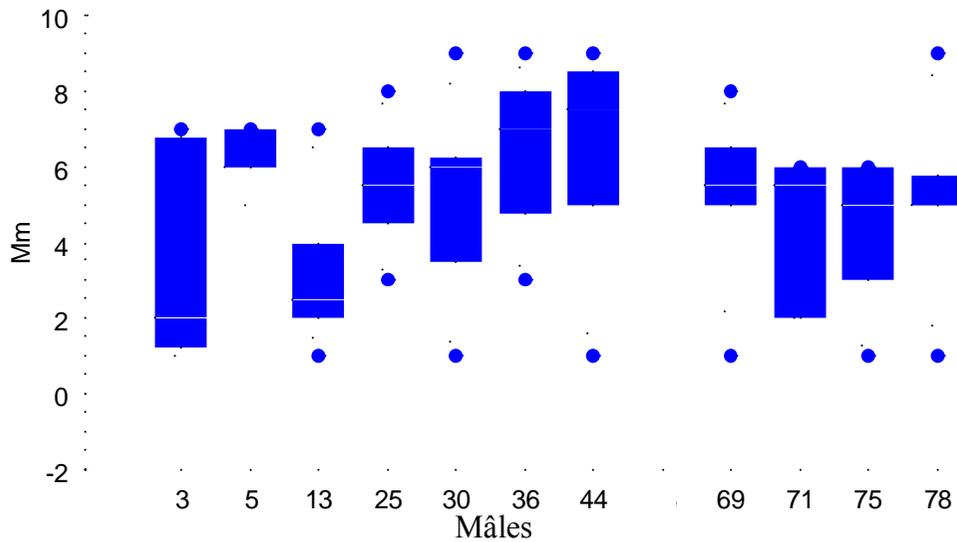
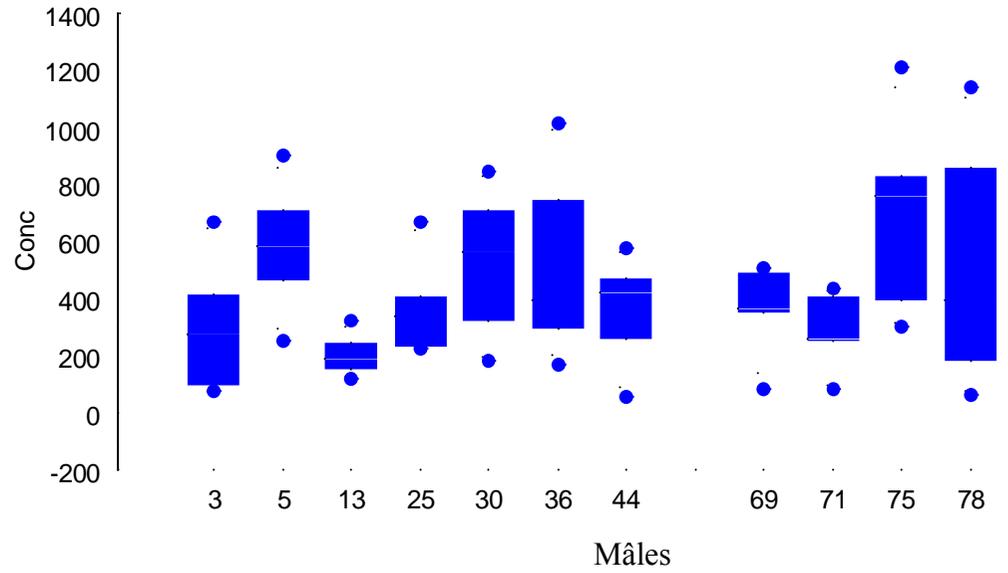


Figure 34 : Représentations de la distribution du volume, concentration, motilité massale et pourcentage de motilité

Tableau 28 : Présentation des comparaisons entre mâles

Mâles	Le volume										
	3	5	13	25	30	36	44	69	71	75	78
3	-		**			*					
5		-	*								
13	**	*	-	**	*		*	**	**		**
25			**	-							
30			*		-			*	**		
36	*					-		**	**		
44			*				-		**		
69		*	**		*	**		-		*	
71		**	**		**	**	**		-	**	*
75								*	**	-	
78			**						*		-

Mâles	La Concentration										
	3	5	13	25	30	36	44	69	71	75	78
3	-	*								**	
5	*	-	**						*		
13		**	-		*	*				**	*
25				-						*	
30			*		-						
36			*			-					
44							-			*	
69								-		*	
71		*							-	**	
75	**		**	*			*	*	**	-	
78			*								-

Mâles	La motilité massale										
	3	5	13	25	30	36	44	69	71	75	78
3	-		*			*	*				
5		-	**								
13	*	**	-	*		**	**	*			
25			*	-							
30					-						
36	*		**			-				*	
44	*		**				-			*	
69			*					-			
71									-		
75						*	*			-	
78											-

Mâles	Le pourcentage de motilité										
	3	5	13	25	30	36	44	69	71	75	78
3	-									*	
5		-	**							**	
13		**	-	**		*	*	*			
25			**	-	*					**	*
30				*	-						
36			*			-				**	
44			*				-			**	
69			*					-		**	
71									-		
75	*	**		**		**	**	**		-	
78				*							-

* : $p < 0.05$; ** : $p < 0.01$; NS : case vide.

4. Corrélation linéaire entre caractères du sperme

Les corrélations linéaires calculées entre les caractéristiques de la semence se résument dans le tableau 29. Les valeurs des corrélations entre les caractéristiques de semence sont élevées et varient de -0,9 à 0,87. De faibles corrélations négatives sont observées entre le volume et la plupart des caractères, néanmoins, il se corrèle positivement avec le nombre total de spermatozoïdes (r : 0,44). Des liaisons fortement positives s'observent entre les valeurs de motilité et le nombre de spermatozoïdes motiles. Une forte corrélation positive est enregistrée entre le nombre de spermatozoïdes par éjaculat et le nombre de spermatozoïdes mobile par éjaculat (r : 0,87). Une forte corrélation négative s'observe entre le pourcentage de spermatozoïdes normaux et celui de déformation de flagelle.

On note que le temps d'ardeur se corrèle négativement avec presque tous les caractères étudiés. Cependant, les valeurs de la soustraction de T1 de T2, considérée potentiellement comme le temps de monte ; sont corrélées positivement avec la concentration (figure 35) et le pourcentage de motilité (%M). Or, ces corrélations restent faibles d'ordre de 0.1 et 0.23.

Tableau 29 : Corrélation linéaire entres différentes caractéristiques de la semence

	T1	T2	volume	Mm	Mi	%M	Cn	NSE	MSE	%N	%Flag
T1	-	<u>0,79</u>	-0,05	-0,27	-0,18	-0,03	-0,22	-0,24	-0,19	-0,13	-0,04
T2		-	-0,02	0,04	0,09	0,07	-0,10	-0,06	-0,03	-0,007	-0,04
Volume			-	-0,09	0,05	-0,009	-0,21	0,44	0,25	-0,23	0,21
Mm				-	<u>0,72</u>	<u>0,63</u>	0,44	0,39	<u>0,55</u>	0,32	-0,24
Mi					-	<u>0,56</u>	0,33	0,38	0,41	0,12	-0,11
%M						-	0,27	0,27	<u>0,57</u>	0,37	-0,32
Cn							-	<u>0,62</u>	<u>0,52</u>	0,24	-0,13
NSE								-	<u>0,87</u>	0,05	0,02
MSE									-	0,21	-0,11
% N										-	<u>-0,9</u>
% Flag											-

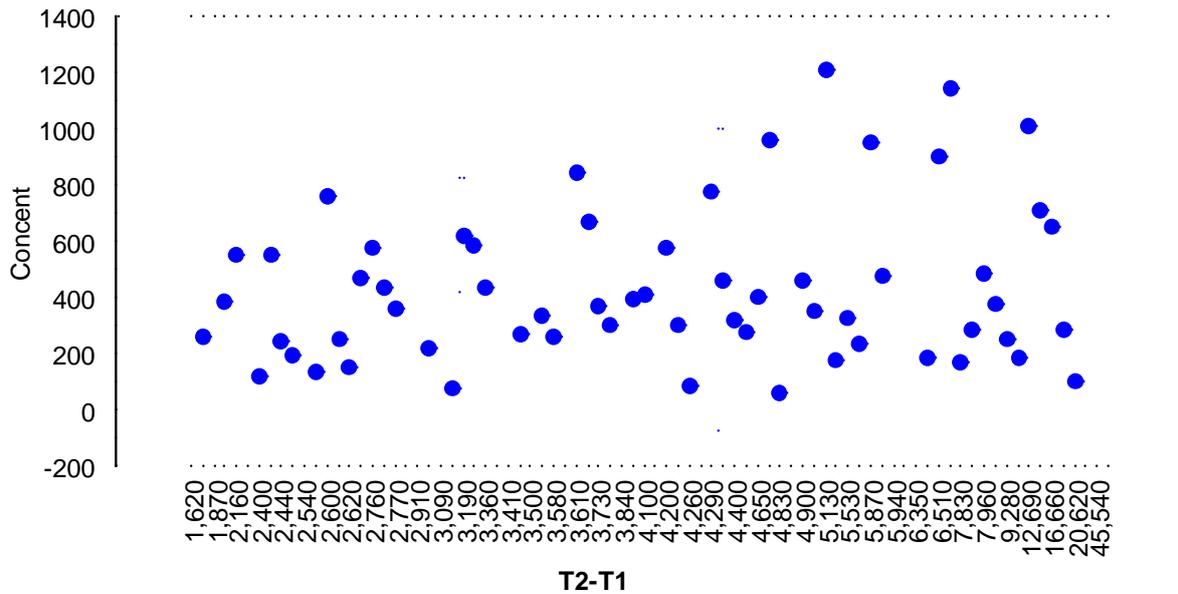


Figure 35 : Courbe de corrélation temps T2-T1 avec la concentration

Les caractéristiques de la semence paraissent donc liées entre elles, en accord avec Battaglini *et al.* (1992); Bencheikh (1993) et Garcia-Thoma *et al.* (2006b). Les différents auteurs rapportent une liaison positive entre la concentration et la motilité. Respectivement, ils trouvent une corrélation significative ($p < 0.05$) de 0,47, 0,59 et 0,47. Pour la corrélation entre le nombre de spermatozoïdes et la motilité individuelle, Bencheikh (1993), trouve un coefficient plus fort de 0,51 contre une valeur de 0,34 rapportée par Garcia-Thoma *et al.* (2006b). tous les auteurs notent une corrélation négative entre le volume et la plupart des autres paramètres.

En accord avec les données rapportées par les auteurs sus cités, la qualité de la semence, appréciée par la motilité, s'améliore parallèlement à l'augmentation de la concentration des éjaculats. En effet, Brun *et al.* (2002), trouvent une corrélation de 0,99 entre la concentration et le nombre de spermatozoïdes motiles par éjaculat.

D'autre part, le pourcentage de motilité ou de la motilité individuelle diminue avec l'augmentation des anomalies du flagelle ($r: -0.32 ; -0,11$), nos valeurs ne corroborent pas avec celles rapportées par Garcia-Thoma *et al.* (2006b) qui sont de l'ordre 0,04 pour la même modalité et -0.03 pour la liaison avec les anomalies de la tête qui est de -0,29.

5. Etude des caractéristiques d'éjaculats efficaces à l'insémination

On considère un prélèvement efficace à l'insémination, un éjaculat non contaminé par l'urine ou le sang, il présente un volume supérieur à 0,4ml et une motilité supérieure ou égale à 6. Les différentes caractéristiques sont présentées dans le tableau 30.

Le pourcentage global de l'efficacité des prélèvements est de 50,5%, ce qui signifie que la moitié des prélèvements ont un volume et une motilité massale supérieurs à 0,4 ml et 6, respectivement. Ces éjaculats ont en moyenne un volume de 0,82, une motilité massale et individuelle de 6,3 et de 2,34 et un pourcentage de motilité de 69,6%.

On a constaté une amélioration des moyennes du nombre de spermatozoïdes par éjaculat, le nombre de spermatozoïdes mobiles par éjaculat et du pourcentage de spermatozoïdes normaux de 40%, 44% et 3% respectivement.

Toute fois Brun *et al.* (2006), rapportent respectivement chez deux lignées L et H des taux d'efficacité de prélèvement de 66,5 % et 44,2 %, avec un nombre de spermatozoïdes motiles de 229 et $170 \cdot 10^6$. Ils ont enregistré respectivement pour les deux lignées une motilité massale de 6,78 et 6,46 et un pourcentage de motilité de 76,3% et 75,8%.

Contrairement aux observations des auteurs susdits, nos prélèvements efficaces sont plus fort quantitativement et plus faibles en termes de motilité (% mobiles). En occurrence, on enregistre une moyenne de motilité individuelle de 2,34 (note faible).

Cette observation est peut être expliqué par la faible corrélation entre le nombre de spermatozoïdes et la motilité (0,09). La corrélation entre les mêmes paramètres prie sur l'ensemble des éjaculats enregistre un coefficient de (0,27). Cette différence de corrélation des mêmes paramètres observée observé lorsque on limite notre examen sur une classe choisis (éjaculat utile) peut être relié a la subjectivité de l'analyse et ou une surestimation des observations.

Tableau 30: Taux et caractéristique d'éjaculat efficaces

Observation (observations) pourcentage	Totale	3 (3)	Taux d'éjaculats efficaces éclatés par mâles											
			5 (8)	13 (1)	25 (5)	30 (4)	36 (5)	44 (5)	69 (7)	71 (4)	75 (2)	78 (4)		
<i>Ejaculat 1</i>	(26) 27,4%	(1)	(4)	(1)	(3)	(1)	(3)	(4)	(3)	(3)	(1)	(2)		
<i>Ejaculat 2</i>	(22) 23,15%													
Etude globales des caractéristiques moyennes														
			Mobilités			Concentrations			Etude morphologique (%)					
	T1; T2	volume	Mm	Mi	Mi %	Cn	NSE	MSE	N	T	PI	Dcp	Dcd	F
<i>Moy</i>	6,31 15,9	0,82	6,37	2,34	69,6%	500,7	405,9	293,1	86,5	5	4,1	0	0,01	4,27
<i>±Ecart-type</i>	2,84 28,6	0,24	1,17	0,98	15,68	223,4	156,0	131,9	6,4	3,05	2,9	0	0,07	4,69

B. Etude des résultats de l'insémination artificielle

I. Etude de la réceptivité des femelles inséminées artificiellement

La réceptivité des femelles est notée au moment de l'insémination artificielle, une notation de la couleur, la turgescence de vulve et un test de réceptivité sont enregistrés. Le tableau 31, résume le pourcentage de réceptivité par rapport à la coloration et la turgescence de la vulve, la parité, et le poids moyen des males par parité.

Le pourcentage global de réceptivité est de 80,7%. Toutes les femelles multipares sont réceptives (100 %), par contre les nullipares expriment une réceptivité de 61,5%.

Tableau 31: valeurs de réceptivité des femelles inséminées par rapport à la parité et le poids

Modalités	n	Test de Réceptivité		Couleur et turgescence de la vulve				
		Réceptivité (+)	Réceptivité (-)	Turgescence (R-)	Rouge	Rose	Violet	Blanc
Global	26	(21) 80,7 %	(5)19,2%	Turgescence (R-)	6 (0)	9 (0)	2 (1)	1 (0)
<i>Poids <2800</i>	10	(6) 60%	(4) 40%	Non-turgescence (R-)	2 (1)	1 (1)	3 (1)	2 (0)
<i>Poids ≥2800</i>	11	(10) 90,9%	(1) 0,09 %					
Nullipares	13	(8) 61,5	(5) 38,4	Turgescence (R-)	3 (0)	4 (1)	1 (1)	1 (0)
<i>Poids <2800</i>	10	(6) 60%	(4) 40%	Non-turgescence (R-)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (0)
<i>Poids ≥2800</i>	3	(2)	(1)					
Multipares	13	(13) 100%	(0) 0%	Turgescence (R-)	3 (0)	5 (0)	1 (0)	0 (0)
				Non-turgescence (R-)	1 (0)	0 (0)	2 (0)	1 (0)

Les femelles qui présentent une vulve turgescence de couleur rouge ou rose sont plus réceptives, leur pourcentage par rapport à l'effectif globale (57,6 %). Chez les nullipares, toutes les femelles à vulve non turgescence ($n:3$), sont négatives quel que soit sa couleur de la vulve (tableau 31).

On observe que la majorité des femelles non réceptives ont un poids inférieur à 2800g ; il se trouve que ces femelles sont des nullipares (poids moyen : $2676,07 \pm 148,0$ g avec un poids maximum de 2955g). Les multipares ont un poids moyen plus élevé et une meilleure réceptivité (Tableau 31).

Zerrouki et al. (2001, 2005, et 2007), Gacem et al. (2009) et Bouhadoun et Bouzid (2009), trouvent sur les femelles de la même population de lapin (blanche), des taux de réceptivité de 70 à 80% qui sont en accord avec nos résultats.

L'effet de la parité sur la réceptivité est en accord avec la littérature (Theau-Clément, 2008). Cependant, les travaux menés sur la population locale en Algérie (les susdits auteurs) trouvent aussi un effet de parité sur la réceptivité des femelles, nous avons pu obtenir chez les nullipares, un taux de réceptivité plus fort que celui décrit par Zerrouki et al. (2001) (73,1%), alors que le taux enregistré chez les multipares est équivalent.

II. Etude de la réussite de l'insémination artificielle

Les résultats de 26 inséminations artificielles sur de 24 lapines de la population blanche, en termes de taux de gestation, taux de mise bas et prolificité, sont présentés dans le tableau 32.

On a obtenu un taux de gestation de 46,1 % et un taux de mise-bas de 38,4 %. Un nombre moyen de nés par mise-bas de 6,25. Deux femelles palpées gestantes n'ont pas mi-bas, alors que deux femelles ont eues un avortement, leur taille de portée n'est pas enregistrée.

Tableau 32: Performances moyennes de l'insémination artificielle

	Fertilité			Prolificité			
	Réceptivité	Taux Gestation	Taux de Mise-bas	Nés Totaux	Nés vivant	Nés morts	
<i>(observations)</i>	<i>(21)</i>	<i>(12)</i>	<i>(10)</i>	<i>(n)</i>	<i>(50)</i>	<i>(49)</i>	<i>(1)</i>
<i>Pourcent</i>	80,7 %	46,1 %	38,4%	<i>Moy</i>	6,25	6,12	0,12

Nos résultats montrent un faible taux de réussite; Or, les valeurs bibliographiques moyennes de la fertilité obtenues avec l'insémination artificielle, avoisinent les 77% selon Theau-Clément (2008) et 80 à 82% selon Lebas (2010). Les premiers travaux de Theau-Clément (1994), en comparaison avec la saillie naturelle, trouve des taux de mise-bas de 67,9 % et 59,9 %, respectivement sur un nombre d'inséminations de 166 et 82 inséminations.

Cependant, nos résultats de fertilité sont inférieurs à ceux trouvés par Azrou et Nourine (2010) sur la même population de lapin, rapportent un taux de fertilité de 53,84% sur un effectif de 13 inséminations, avec une taille de portée de 5,42.

En accord avec Azrou et Nourine (2010), nos résultats montrent une faible fertilité des premiers essais de l'insémination artificielle chez la population blanche. Cette faible fertilité, malgré la bonne réceptivité, peut être liée aux conditions générales de l'expérimentation, et ou à la détérioration moyenne de la qualité spermatique de la même population; sans oublier hypothétiquement le caractère propre de cette population face à l'insémination non explorée.

1. Effet des facteurs liés à la qualité spermatique

Les effets de la qualité spermatique en termes de d'hétéro ou d'homo-spermie, la motilité massale et le nombre de spermatozoïdes inséminant (concentration de la dose) sont présentés dans le tableau 33. Les éjaculats utilisés pour inséminations présentent en moyenne une motilité massale de $7,73 \pm 0,82$; une motilité individuelle de $3,34 \pm 0,48$; et un pourcentage de motilité de $74,12\% \pm 6,27$. Dix-huit inséminations sont faites par un mélange d'hétérospermie de deux à quatre éjaculats.

Nos résultats montrent que des inséminations d'hétérospermie ou à forte note de motilité massale, ou bien caractérisé par un nombre accentué de spermatozoïdes par dose, améliorent le taux de mise-bas avec des écarts respectifs de 19%, 15% et 50%. On observe que l'élévation du potentiel motile éjaculats dédiés à l'insémination ou l'augmentation du nombre de spermatozoïdes inséminant augmente la taille de la portée ; respectivement de 5,57 à 6,7 pour motilité massale, et de 3,5 à 6,75 et 8 pour l'élévation du nombre de spermatozoïdes inséminant.

Cependant, l'hétérospermie enregistre en moyenne une taille de portée plus faible que l'homospérie ; et des inséminations par 100 millions de spermatozoïdes enregistrent des taux de mise-bas les plus faibles.

Tableau 33: résultats d'insémination éclatés par homo-hétéro spermie, motilité massale et nombre de spermatozoïdes inséminés

	Fertilité		Prolificité		
	Taux Gestation	Taux de Mise-bas	Nés Totaux	Nés vivant	Nés morts
Homospermie (8)	(2) 25%	(2) 25%	8	8	0
Hétérospermie (18)	(10) 55,5%	(8) 44,4%	5,6	5,5	0,16
Mm Note: 7 (13)	(6) 46,1%	(4) 30,7%	5,57	5,57	0
Mm Note: 8+9 (13)	(6) 46,1 %	(6) 46,1%	6,75	6,5	0,25
<i>N° spz inséminé</i>					
50 millions (10)	(3) 30%	(3) 30%	3,5	3,5	0
88 millions (6)	(5) 83,3%	(5) 83,3%	6,75	6,5	0,25
100millions (10)	(4) 40%	(2) 20%	8	8	0

Ceci pourrait être expliqué, en partie, pour la faiblesse de la taille de portée pour les inséminations d'hétérospermie, par le fait que certaines femelles présentent une productivité très faible, qui décalent la moyenne vers des valeurs inférieures. Ainsi, pour le faible taux de mise bas des doses de 100 millions de spermatozoïdes (20%), peut être attribué à l'état physiologique des lapines inséminées par cette classe de dose, toutefois, il se montre que le taux négative de cette classe correspond aux femelles nullipares avec un poids corporel faible ou des femelles en j 12 de lactation.

L'effet du type d'insémination, de la motilité et du nombre de spermatozoïdes inséminé sur l'amélioration de taux de mise bas est en accord avec Theau-Clément *et al.* (2003) et Vicente *et al.* (2004) et proportionnellement avec Castellini *et al.* (1999); Brun *et al.* (2001) et Brun *et al.* (2002); ces derniers ne rapportent pas un effet positive du nombre de spermatozoïdes inséminé sur la fertilité. Or, on relève que tous les auteurs susdits exploitent des doses moins concentrés que celle de notre étude. Par exemple, Theau-Clément *et al.* (2003) expérimentent respectivement des doses de 6, 12, 24 millions de spermatozoïdes et enregistrent des taux de fertilité de 62,4 ; 77,8 et 70,5 % ; Brun *et al.* (2002) obtient des fertilités de 52,4 et 66,7% pour des doses respectives de 12 et 35 millions de spermatozoïdes.

2. Effet des facteurs liés à la femelle

La distribution des taux de gestation et de mise-bas selon la réceptivité et le statut de la lactation des femelles inséminées artificiellement est présentée dans le tableau 34.

On a observé qu'aucune des femelles à réceptivité négative n'a pu entretenir une éventuelle gestation. Cependant, une insémination sur quatre femelles en 12 jours de lactation réussisse, avec une bonne prolificité (8). Nous avons jugé non utile de présenter l'effet croisé de la réceptivité et la lactation, car les femelles non réceptives sont toutes non allaitantes, et les femelles en lactations sont toutes réceptives.

Nous sommes en mesure de juger l'absence de l'effet négative de la lactation sur la réceptivité des femelles le jour de l'insémination, soit relié au faible effectif observé et à la parité de ces dernières. Or, on maintient que le taux de réussite est affaibli en considération de la lactation, en accord avec la bibliographie. Theau-Clément *et al.* (2001) rapporte la fertilité des allaitantes contre non allaitantes est respectivement de l'ordre de 65,1% vs 88,7%.

Nous signalons aussi, que la réceptivité conditionne la réussite de l'insémination en accord avec la bibliographie (Theau-Clément, 2007 et Theau-clément, 2008). Cependant, en termes de taux de gestation, Theau-Clément (1994) et Theau-clément *et al.* (2003) trouvent respectivement pour réceptives vs non réceptives des taux de (81,3% vs 35,5%) et (94,4% vs 53,2%). Nous constatons par opposition avec notre essai, que le taux de mise-bas des femelles réceptives (47,6%) obtenue, avoisine le taux des femelles non réceptives rapportés par les auteurs susdits.

Tableau 34: Résultats d'insémination selon l'effet de la réceptivité et la lactation

	Fertilité		Prolificité			
	Taux Gestation	Taux de Mise-bas	Nés Totaux	Nés vivant	Nés morts	
Réceptivité	<i>R+</i> (21)	(12) 57,1%	(10) 47,6%	6,25	6,12	0,12
	<i>R-</i> (5)	0	0	-	-	-
Lactation	<i>L+</i> (4)	(1)25%	(1) 25%	8	8	0
	<i>L-</i> (22)	(11) 50%	(9) 40,9%	6	5,8	0,14

Il s'est avéré que le poids des femelles enregistré le jour de l'insémination affecte les résultats de notre étude (figure 36). Ainsi, les femelles ayant un poids supérieur à 2800g enregistrent un taux de gestation de 42,8%, les femelles à faible poids enregistrent un taux de 4,76%. Notant que la plus part des femelles positives à fort poids corporelle sont des multipares et présentent un taux de réceptivité élevé (90,9), la faiblesse du taux de gestation des femelles à faible poids est partiellement liée à la parité ; les nullipares et les multipares enregistrent des taux de réussite respectives de 23% et 69,2%.

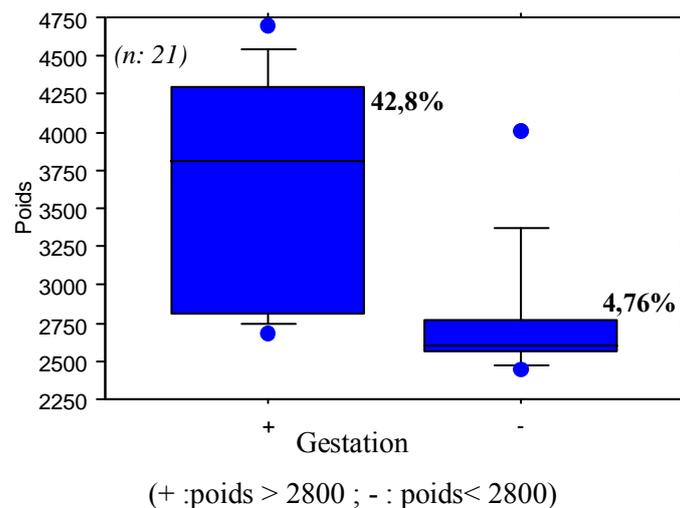


Figure 36: Effet du poids des femelles le jour de l'insémination sur le taux de gestation

El-Gaafary et Marai (1994) ont apporté que le taux de gestation est affecté par le poids de la lapine inséminée, le taux d'amélioration est de l'ordre 15 à 20% au-delà du seuil de 4,5 kg ; les femelles de poids compris de 3,5 et 4kg ont une fertilité moyenne de 68,7%, les femelles qui excèdent les 4,5 kg enregistre une fertilité de 92,1%.

En termes du nombre d'œufs segmentés par insémination, Theau-Clément *et al.* (2005) trouvent qu'une augmentation de la fertilité par rapport au stade de lactation (1,4, 12, 19j) est suivie d'une augmentation du poids (de 3720 à 3984g), le nombre d'œufs segmentés le plus fort (13,3) coïncide avec le jour de lactation 19, mais aussi avec le poids le plus fort (3984g). Ainsi, à un poids équivalent (3874g), les femelles non allaitantes enregistrent un nombre d'œufs segmentés semblable (13,6).

3. Comparaison insémination artificielle, saillie naturelle

Les résultats obtenus de l'essai de l'insémination artificielle, sont comparé avec les résultats des saillies naturelles effectuées dans le clapier 1.

Cependant, les données analysées ne comportent que les résultats des saillies positives correspondantes à la période d'essai de l'insémination artificielle. Les observations du refus strict de la saillie (femelles non réceptives) ne sont pas enregistrées et l'effet mâle sur le succès de la saillie naturelle n'est pas inclus.

De façon globale, les femelles saillies naturellement présentent un ordre de parité très varié de 0 à 20, et de 4,35 en moyenne. Sans tenir compte de la parité, Un taux de gestation de 55,7% est enregistré. Cependant, le taux global de réussite de la saillie naturelle est élevé de celui de l'insémination artificielle par un écart de 9% (figure 37).

On note la faiblesse des résultats des saillies naturelles par rapport au taux rapporté par Azerou et Nourine (2010) de l'ordre de 76,92% pour la même population de lapin. Or, Theau-Clément (1994) rapporte une fertilité de la saillie naturelle de 48,9%. Nos résultats sont faibles par rapport aux travaux précédents sur la population blanche. En occurrence, Zerrouki, (2001), Zerrouki *et al.* (2005), Zerrouki *et al.* (2007) et Gacem *et al.* (2009) qui rapportent des taux de gestation supérieur à 65%. Alors que la taille de portée affichent en moyenne de 7,13 de nés totaux et 6,2 nés vivants semblables à ceux décrit par les susdit auteurs.

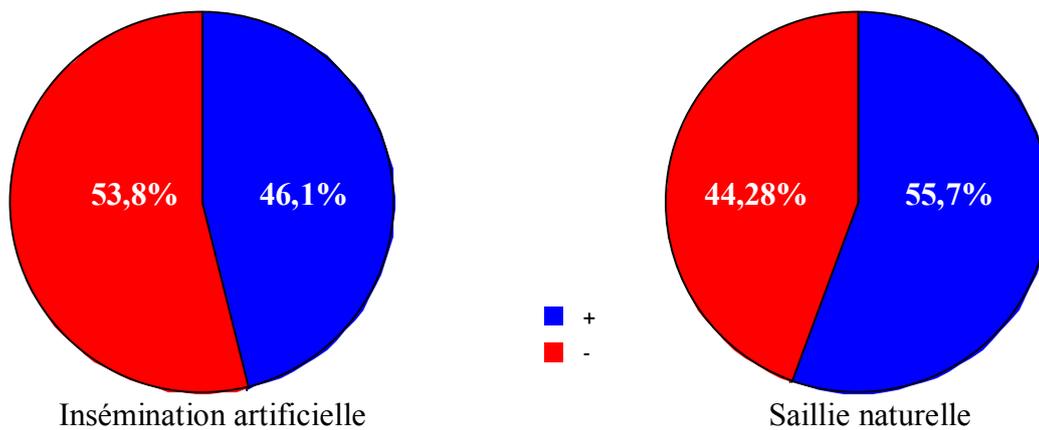


Figure 37: Représentation en secteurs des pourcentages de taux de gestation en insémination artificielle et en saillie naturelle

Les faibles taux de gestation de la saillie naturelle pourraient être expliqués en partie par les conditions d'élevage détériorées et ou bien aussi, par l'effectif élevé des lapines primipares et secondipares caractérisées par des fertilités affaiblies. En occurrence, la conduite de la reproduction pourrait être fortement incriminée. En effet l'absence d'organisation des saillies en termes d'intervalle entre mise-bas et saillie ; et le raccourcissement de d'intervalle entre diagnostic de gestation négative et prochaine saillie.

Il est donc évident, que cette conduite aléatoire du chantier des saillies est en mesure d'expliquer ces résultats. D'autant plus, l'observation de la réponse des femelles nullipares a des saillies naturelles montrent un taux de gestation 64,5% et un taux de mise bas de 61,2%. Ces femelles sont exposées potentiellement, à plusieurs facteurs qui font affaiblir leur potentiel de départ dans un cycle vicieux d'un élevage mal organisé, mal conduit.

Nos résultats d'insémination artificielle comparés aux performances des saillies naturelle enregistrent un écart négatif de 9%. La même population locale (blanche) présente d'après Azerou et Nourine (2010) un écart de 30% en faveur de la saillie naturelle. Au contraire, Theau-Clément (1994) trouve un écart insémination, saillie naturelle de 10 à 19% en faveur de l'insémination artificielle.

Conclusion Générale

A l'essor de notre travail, nous concluons que la réponse du lapin mâle de la population blanche à la sollicitation du vagin artificiel présente un faible taux de refus, mais aussi un bon taux de récoltes utiles. Globalement, ces caractéristiques spermatiques présentent une grande variabilité dépendante en partie par l'hétérogénéité des mâles. Dans nos conditions expérimentales, le lapin mâle présente une production spermatique moyenne plus faible que celui rapporté par la bibliographie ou celui d'autre population locale ; ainsi sa qualité moyenne en termes de motilité est aussi faible. Ce qui en résulte, à la diminution de l'efficacité de l'utilisation de cette semence ; qui avoisine la moitié du sperme collecté.

L'étude de la performance de reproduction chez la lapine, conclue, que la population blanche présente un bon potentiel de réceptivité, mais enregistre quelque soit le mode de reproduction (en saillie naturelle ou en insémination artificielle) une faible fertilité. La comparaison de notre essai d'insémination artificielle avec les résultats de la saillie naturelle indique que la faiblesse de fertilité des deux modes enregistre un faible écart de 9,6 %. Notre essai de l'insémination artificielle présente un seuil de production à juste titre équivalent avec la saillie naturelle de l'élevage.

On a pu constater que la réussite de l'insémination artificielle est conditionnée par plusieurs facteurs, notre étude a conclu que l'amélioration de la motilité et ou l'augmentation de la concentration de la dose d'insémination comme l'amélioration du poids de la femelle augmente le seuil de la fertilité.

Cependant, l'insémination artificielle présente des avantages et répond à des facteurs limitant. Elle réduit le temps consacré à la reproduction, permet l'optimisation de l'utilisation des mâles et la rationalisation des techniques d'élevage. Mais, sa réussite pour la cuniculture en Algérie, nécessite une amélioration des conditions de l'élevage algérien, car il est déficient de départ. L'insémination artificielle ne sera un avantage pour les producteurs, seulement via une meilleure maîtrise des conditions de production de manière à assurer une production régulière.

A l'issue de cette expérimentation menée sur un échantillon réduit et sur une période courte, il serait donc nécessaire de compléter cette étude préliminaire par des essais portés sur un grand effectif et sur différentes modalités. Sur le plan de l'exploitation d'étude, il est primordial d'essayer de comprendre la faiblesse de fertilité observée sur saillie naturelle et insémination artificielle.

Références Bibliographiques

A

- Adams CE., sinch MM. 1981. Semen characteristics and fertility of rabbits subjected to exhaustive use. *Lab. Anim.* 15:157-161.
- Al-Mufti W., Bomsel-Helmreich O., christides J.P. 1988. Oocyte size and intrafollicular position in polyovular follicles in rabbits. *J. Reprod. Fertil.* 82: 15-25.
- Alvarino M.R., 1993. Control de la reproduccion en el conejo. 1^{er} éd., IRYDA, mundi-prensa, 137p.
- Ambriz D., Rosales A.M., Sotelo R., Mora J.A., Rossado A., Garcia A.R., 2002. Changes in the quality of rabbit semen in 14 consecutive ejaculates obtained every 15 minutes. *Archives of Andrology*.48:389-395.
- Amorim E.A.M., Torres C.A.A., Amorim I.S., Santos I.V.I., Silva J.F. 2006a. the hypoosmotic swelling test in fresh rabbit spermatozoa. *Annals 3rd Rabbit Congress of the America.* 21-23 August. Brazil.
- Amorim E.A.M., Torres C.A.A., Santos L.V.L., Amorim L.S., Silva J.F. 2006b. Effect of different solutions on the hypoosmotic swelling test for rabbit fresh semen. *Annals 3rd Rabbit Congress of the America.* 21-23 August. Brazil.
- Amorim E.A.M., Torres C.A.A., Santos I.V.I., Amorim I.S., Silva J.F. 2006c. Use of different incubation times for hypoosmotic test in fresh rabbit semen. *Annals 3rd Rabbit Congress of the America.* 21-23 August. Brazil.
- Arroita Z., Falceto M.V., Martin Rillo S., De Alba C., Moreno C., Ciudad M.J., Rafel O., 2000. Effect of collection frequency on production, quality and storage of young bucks semen. *7th World Rabbit Congress, Valencia (Spain).*
- Azrou F., Nourine S. 2010. Etude de l'insémination artificielle chez les lapins de souche blanche de la région de Tizi-ouzou. Thèse de docteur vétérinaire. Faculté des sciences agro-vétérinaire, université de Blida. Algérie.

B

- Bahat A., Eisenbach M., Tur-Kaspa I. 2005. Perioculatory increase in the temperature difference within the rabbit oviduct. *Human Reproduction* Vol.20, No.8 pp. 2118–2121.
- Bamba K. 1988. Evaluation of acrosomal integrity of boar spermatozoa by bright field microscopy using an eosin-nigrosin stain. *Theriogenology*. 29: 1245-1251.
- Barone R. 2001. Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 4 : splanchnologie II. Edition VIGOT FRÈRES. P 241-516.
- Barros C., Bedford M., Franklin L.E., Austin R.C. 1967. Membrane vesiculation as a feature of the mammalian acrosome reaction. Communication supported by Rockefeller Foundation, téléchargé de jcb.rupress.org le 15 mars 2012.
- Battaglini M., Castellini C., Lattaioli P., 1992. Variability of the main characteristics of rabbit semen. *J.Appl.Rabbit Res.*, 15: 439-446.
- Barkok A., Jaouzi T., 2002. The Zemmouri rabbits (Morocco). In rabbit genetic resources in Mediterranean countries. Options Méditerranéennes, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 175-185.
- Bencheickh N., 1993. Production de sperme et fertilité du lapin mâle. *Oryctolagus cuniculus* . effets de la fréquence de collecte et du type génétique. Thèse d'état. Ecole nationale agronomique de toulouse.
- Berchiche M., Zerrouki N., 2000. Reproduction de femelles de population locale : Essai d'évaluation de quelques paramètres en élevage rationnel. 3^{ème} journée de recherche sur les productions animales « Conduite et performance de l'élevage » Tizi-Ouzo. 13-15 Novembre, 285-291.
- Bodnar K., Torok I., Hejel P., Bodnar F., 1996. Preliminary study on the effect of ejaculation frequency on some characteristics of rabbit semen. 6th world Rabbit Congress, Toulouse (France), 2:41-44.
- Boiti C., Chiericato G.M., Filatto U.Z., Canali C., 1992. Effects of high environmental temperature on plasma testosterone, cortisol, T3 & T4 levels in the growing rabbit. *J. App. Rabbit. Res.* 15:477-455.
- Boiti C., Canali C., Monaci M., Stradaoli G., Verini Supplizi A., Vacca C., Castellini C., Facchin E. 1996. Effect of postpartum progesterone levels on receptivity, ovarian response, embryo quality and development in rabbits. 8th world Rabbit Congress, Toulouse (France).
- Boiti C. 1999. A review of lutéolytic and lutéotrophis effects of prostaglandins on the corpus luteum of pseudopregnant rabbits : some *in vivo* and *in vitro* insights. *World Rabbit Science*. 7: 221-228.

- Boiti C., 2005. GUIDELINES FOR THE HANDLING OF RABBIT BUCKS AND SEMEN. *World Rabbit Sci.*, 13: 71 – 91.
- Boiti C., Besenfelder U., Brecchia G., Theau-clément M., Zerani M. 2006. Reproductive physiopathology of rabbit doe. Chapter 1,1: p 3-19. *Recent advance in rabbit science* © ILVO 2006/edited by L.maertens and P.Coudert.
- Bolet G., De-Rochambeau H., Caudert P, 1991. Caractéristiques génétiques des souches de lapins de l'INRA. X^{ème} Journée d'étude IFFA, CREDO, « Les progrès des modèles biologiques dans la recherche expérimentale », 3- 4 Octobre 1991, 35- 52.
- Bolet G., Brun J.M. Lechevestrier S.,Lopez M., Boucher S. 2004. Evaluation of the reproductive performance of eight rabbit breeds on experimental farms. *INRA, EDP Sci.* DOI: 10.1051.
- Boulbina I. caractéristique de la semence du lapin de population locale (*oryctolagus cuniculus*).2011. Thèse de magistère. Ecole nationale supérieure D'Alger.
- Boussit D., 1989. Reproduction et insémination artificielle en cuniculture chez le lapin. Edité par l'association française de cuniculture ; Diffusion *Lavoisier* TEC & DOC.
- Bouzekraoui A., 2002. The Tadla rabbits (Morocco). In *rabbit genetic resources in Mediterranean countries*. Options Méditerranéennes, série B, CIHEAM, Zaragoza, N° 38, 165-174.
- Boyd I.L., 1985. Effect of photoperiod and melatonin on testis development and regression in wild European rabbits. *Biology of reproduction.* 33:21-29.
- Brecchia G., Cardinali R., Dal Bosco A., Boiti C., Castellini C. 2008. Effect of reproductive rhythm based on rabbit doe body condition on fertility and hormones. *9th World Rabbit Congress – June 10-13, Verona, Italy.*
- Brecchia G., Cardinalli R., Mourvaki E., Collodel G., Moretti E., Dalbosco A., Castellini C., 2010. Short- and long-term effects of lipopolysaccharide-induced inflammation on rabbit sperm quality. *Anim Repro Sci* 118:310–316.
- Brun J.M., Theau-Clément M., Bolet V. 2002. The relationship between rabbit semen characteristics and reproductive performance after artificial insemination. *Anim.Repro.Sci.*, 70 : 139–149.
- Brun J.M., Theau-Clément M., Esparbié J., Falières J., Saleil G., Larzul C. 2006. Semen production in two rabbit lines divergently selected for 63-d body weigh. *Theriogenology.*, 66: 2165–2172.
- Bunaciu P., Cimpeanu I., Bunaciu M., 1996. Mating frequency effect on spermatogenesis and performance of breeding rabbit. 6th *world Rabbit Congress*. Toulouse (France), 2:51-54.

C

- Cabrita E., Alvarez R., Anel E., Héràez M.P. 1999. The hypoosmotic swelling test performed with coulter counter: a method to assay functional integrity of sperm membrane in rainbow trout. *Anim Reprod Sci.* 55: 279-287.
- Canali C., Boiti C., Castellini C., Zampini D., 1991. Riposta anticorpale delle coniglie trattate ripetutamente con PMSG nella pratica della sin-cronizzazione degli estri. 2° Meeting Nazionale Studio della efficienza riproduttiva degli animali di interesse zootecnico, 24 novembre, Bergamo, Italia, 103-108.
- Castellini C., Canali C., Boiti C. 1998. Effect of mother-litter separation for 24 hours, by closing the nestbox or change of cage on rabbit doe reproduction performance. *World Rabbit Science.* 6: 199-203.
- Castellini C., Lattaioli P., Minelli A., Moroni M., 2000. Effect of seminal plasma on the characteristics and fertility of rabbit spermatozoa. *Anim. Repro. Sci.*, 63, 275-282.
- Castellin C., Boiti C., DalBosco A., Lattaioli P., Zampini. 2003. Effet de la supplementation en acides gras n-3 et vitamine E sur les caractéristiques de la semence de lapins d'âges différents. 10 journées de la recherche cunicole. 19-20 Novembre.
- Castellini C., Besenfelder U., Pizzi F., Theau-clément M., Vicente J., Renieri T. 2006a. Development in the investigation of rabbit semen and buck management. Chapter 1, 4: p 53-69. Recent advance in rabbit science © ILVO 2006/edited by L.maertens and P.Coudert.
- Castellini C., Cardinali R., Dal Bosco A., Minelli A., Camici O. 2006b. Lipid composition of the main fractions of rabbit semen. *Theriogenology* 65:703–712.
- Cardinali R., Dal Bosco A., Mourvaki E., Del Vecchio M.T., Sartini B., Renieri T., Lasagna E., Castellini C. 2008. Rabbit semen particles: secretion pattern and main effect in the sperm functions J. Sub. Cytol. Pathol. (In press).
- Carluccio A., Robbe D., De Amicis I., Contri A., Tosi U., Russo F., Paoletti M. 2004. Artificial insemination in rabbits: laboratory and field trial with three different semen extenders. *World Rabbit Sci.* 12: 65-79.
- Castellini C., Pizzi F., Theau-Clément M., Lattaioli P. 2006c. Effect of different number of frozen spermatozoa inseminated on the reproductive performance of rabbit does. *Theriogenology.* 66:2182-2187.
- Castellini C., DalBosco A., Cardinali R. 2006d. long term effect of post-weaning rhythm on the body fat and performance of rabbit doe. *Reprod. Nutr* 46: 195-204.

- Castellini C., 2008. Semen Production And Management Of Rabbit Bucks. 9th World Rabbit Congress – June 10-13, – Verona – Italy.
- Check J.H., Katsoff D., Check M.L. 2001. Some semen abnormalities may cause infertility by impairing implantation rather than fertilization. *Medical hypotheses*. 56: 653-657.
- Christensen P., Stryhn H., Hansen C. 2005. Discrepancies in the determination of sperm concentration using Bürker-türk, thoma and Makler counting chambers. *Thriogenology*. 63: 992-1003.
- Crimella C., Luxi F., Grilli G. 1992. The reproductive efficiency of bucks in different genotypes. *J. App. Rabbit Res.*, 15:480-488.
- Cross N.L., Morales P., Overstreet J.W., Hanson F.W. induction of acrosome reaction by the human Zona pellucid. *Bio. Reprod.* 38: 235-244.

D

- Davies I.J., Yoshinga K., Ryan K.J., 1976. The effects of combined Dexamethasone and Indomethacin treatment on the outcome of pregnancy in the rabbit. *Boil.repro.* 15: 551-554.
- Ducci M., Gazzano A., Villani C., Cela V., Artini P.G., Martelli F., Genazzani R. 2002. Membrane integrity evaluation in rabbit spermatozoa. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*. 102: 53-56.
- Duperray J., Eckenfelder B., Thebault T., Provost J.P., 1999. Effet du regroupement des lapines avant l'insémination sur leurs performan-ces de reproduction. 8èmes Journ. Rech. Cunicole, Paris, France, 167-170.

E

- Eiben CS., Tobias G., Godor-Surmann K., Kustos K., Szira G. 2006. *Annals 3rd Rabbit Congress of the America*. 21-23 August. Brazil.
- El-Masry K.A., Nasr A.S., Kamal TH. 1994. Influence of season and dietary supplementation with selenium and vitamin E or zinc on somme blood constituents and semen quality of new Zealand white rabbit males. *World rabbit sci*, 3:79-86.
- El-Gaafry M.N., Marai F.M. 1994. Artificial insemination in rabbits. *Options Méditerranéennes. Série A*.

- El-Gayar M., Holtz W. 2009. Coating of objects introduced into the oviduct of pseudopregnant rabbit does. *Reprod Dom Anim.* 44: 326–330.

F

- Fernandez-Carmona J., Solar A., Pascual J.J, Blas E., Cervera C. 2005. The behavior of farm rabbit does round parturition and during lactation. *World rabbit Sciences.* 13: 253-277.
- Feugier A., Fortun-Lamothe L., Lamothe E., juin H. 2005. Une réduction du rythme de reproduction et de la durée de la lactation améliore l'état corporel et la fertilité des lapines. *11^e journée de la recherche cunicole.* 29-30 Novembre, Paris.
- Finzi A., Morera P., Kuziminsky G. 1992. Effect of shearing on rabbit bucks performance in hot ambient climate. *J. App. Rabbit. Res.* 15:489-494.
- Finzi A., Daader A., Yamani K., Soliman A., Askar A., 2000. Influence of chronique high relative humidity on semen quality of hot stressed bucks. 7th world Rabbit congress.
- Foote, R.H., Carney, E.W., 2000. The rabbit as a model for reproductive and developmental toxicity studies. *Reproductive Toxicology* 14, 477-493.
- Fortun-Lamothe L., Bolet G. 1995. Les effets de lactation sur les performances de la reproduction chez la lapine. *INRA. Prod. Anim.* 8(1): 49-56.
- Foxcroft G.R., Dyck M.K., Ruiz-Sanchez A., Novak S., Dixon W.T. 2008. Identifying useable semen. *Theriogenology* 70: 1324-1336.
- Franklin K.J. Winston N.E. 1954. Further notes on parturition in the rabbit. *J.Physiol.* 125:43-50.

G

- Gacem M., Bolet G. 2005. Création d'une lignée issue du croisement entre une population locale et une souche européenne. *11^{ème} journée de la recherche cunicole,* 29-30 Novembre, 2005. Paris.
- Gacem M., Zerrouki N., Lebas F., Bolet G. 2009. Comparaison des performances de production d'une souche synthétique de lapins avec deux populations locales disponibles en Algérie. 13^{em} journées de la recherche cunicole, Novembre 2009. France.
- García-Tomás M., Sánchez J., Rafel O., Ramon J., Piles M. 2006a. Variability, repeatability and phenotypic relationships of several characteristics of production and semen quality in rabbit. *Anim.Repro.Sci.,* 93: 88–100.

- García-thomás M., Sánchez J., Rafel o., Ramon J., Piles M. 2006b. Reproductive performance of crossbred and purebred male rabbits. *Livestock Sci.*, 104: 233–243.
- García-thomás M., Sánchez J., Rafel o., Ramon J., Piles M. 2006c. Heterosis, direct and maternal genetic effects on semen quality traits of rabbits. *Livestock Sci.*, 100: 111 – 120.
- Gayard V. 2007. Physiologie de la reproduction des mammifères. Cours, école nationale vétérinaire, Toulouse, France.
- Gerencsér Zs., Matics Zs., Nagy I., Princz Z., Biro-Nimeth E., Radnai I., Scendro Zs. Effect of colour of light on the reproductive performance of rabbit does. 9th World Rabbit Congress – June 10-13, 2008 – Verona – Italy.
- Guidobaldi H.A., Teves M.E., Uñates D.R., Anastasia A., Giojalas L.C. 2008. Progesterone from the Cumulus Cells Is the Sperm Chemo-attractant Secreted by the Rabbit Oocyte Cumulus Complex. *PLoS ONE* 3(8): e3040.

H

- Hassanien H.H.M., Baiomy A.A. 2011. Effect of breed and parity on growth performance, litter size, litter weight, conception rate and semen characteristics of medium size rabbits in hot climates. *EPSA*, V 31, N°1.
- Harvey G. 1651. Exercitationes de generatione animalium. 1 vol. Londres.
- Hill, M., 1933. The growth and regression of follicles in the oestrous rabbit. *J Physiol* 80, 174-178.
- Hudson R., Muller A., Kennedy G.A. 1995. Parturition in the rabbit is compromised by the daytiming nursing : the role of oxytocin. *Biol.repro.* 53: 519-524.

J

- Joly T., Theau-clément M., 2000. Reproduction et physiologie de la reproduction au 7^{ème} Congrès mondial de cuniculture. **A.S.F.C.** Journée du 5 Décembre 2000 - Valencia 2000 "Ombres et Lumières" - Thème «Reproduction». p19-24.

K

- Kasa I.W., Thwaites C.J., 1992. Semen quality in bucks exposed to 34°C for 8h on either 1 or 5 days. *J. App. Rabbit. Res.* 15:500-568.

- 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

- Lahlouh K. 2001. Caractéristiques zootechniques et hormones sexuelles chez les populations locales du lapin domestique *oryctolagus cuniculus*. Thèse de Magistère en médecine vétérinaire ENSV.
- Lavara R., Moce E., Andreu E., Pascual J.J., Cervera ., Viudes-de-castro M., Viscente J.S. 2000. Effet of environmental temperature and vitamin supplement on seminal parameters from rabbit line selected by high growth rate. 7th world rabbit congress.
- Lavara R., Mocé E., Lavara F., Viudes de Castro M.P., Vicente JS. 2005. Do parameters of seminal quality correlate with the results of on-farm inséminations in rabbits ?. *theriogenology* 64: 1130-1141.
- Lavara R., Vicente J.S., Maro-Jiménez F., Baselga M. 2008. Correlation between CASA and ASMA parameters in rabbit semen. 9th World Rabbit Congress, juin 2008, Italy.
- Lebas F., Marionnet D., Hennaf P., 1991. La production du lapin, Technologie et documentation, LAVOISIER (3èmes édition), 260p.
- Lebas F., 1994. Physiologie de la reproduction chez la lapine. Journée. AERA-ASFC « la reproduction chez le lapin » 20 janvier 1994. 2-11.
- Lebas F. 2009. Biologie du lapin. Sous chapitre 7.2. reproduction du male. <http://www.cuniculture.info/docs/indexbiol.htm>. (accès 03/2009).
- Lebas F. 2010. Intérêt de l'insémination artificielle pour les élevages cunicoles en Algérie. Présentation personnelle. Atelier de travail sur la création d'une souche synthétique BabaAli (Algérie) ; juin 2010.
- Lee V.H., Fields P.A. 1991. Rabbit relaxin: the influence of pregnancy and ovariectomy during pregnancy on the plasma profile. *Boil.reprod.* 45: 209-214.
- Lee K.Y., DeMayo F. 2004. Animal models of implantation. Review. *Reproduction* 128: 679–695.
- LeMoigne A., Foucrier J. 2009. Biologie du développement. 7em Edition. DUNOD Inc.

- Luzi F., Meartens L., Mijten P., Pizzi F., 1996. Effect of feeding level and dietary protein content on libido and semen characteristics of bucks. *6th world Rabbit Congress*. Toulouse (France).

M

- Marai I.F.M., Habeeb A.A.M., Gad A.E. 2002. Rabbits, productive, reproductive and physiological performance traits as affected by heat stress: a review. *Livestock Prod Sci* , 78:71–90.
- Marongiu M.L., Gulinati A. Ultrasound evaluation of ovarian follicular dynamics during early pseudopregnancy as a tool to inquire into the high progesterone (p+) syndrome of rabbit does. *9th World Rabbit Congress – June 10-13, 2008 – Verona – Italy*.
- McNitt J.I., Mellad K.E., Simon G., Negatu Z., Lukefahr S.D. 1997. Efficacy of prostaglandin F2 α and its analogues in enhancing reproductive efficiency of doe rabbits. *World Rabbit Science*. 4:155-159.
- Meartens L., Luzi F., Grilli G. 1995. Effects of PMSG induced oestrus on the performances of rabbit does: a review. *World Rabbit Science* 3: 191-199.
- Meartens L., 1998. Fats in rabbit nutrition: A review. *World Rabbit Sci*. vol 6:341-348.
- Meartens L., Lebas F., Szendro Zs. 2006. Rabbit milk : a review of quantity, quality and non dietary affecting factors. *World Rabbit Sciences*. 14: 205-230.
- Mocé E., Aroca M., Lavara R., Pascual J.J., 2000. Effect of reproductive rhythm on seminal parameters from a rabbit line with high growth rate. *7th World Rabbit Congress*, Valencia (Spain).
- Mocé E., Lavara R., Vicente JS. 2005. Influence of the Donor Male on the Fertility of Frozen-Thawed Rabbit Sperm after Artificial Insemination of Females of Different Genotypes. *Reprod Dom Anim* 40, 516–521.
- Mocé E., Graham J.K. 2008. *In vitro* evaluation of sperm quality. *Aanim. Reorod.SCi*. 105: 104-118.
- More O'ferral G.J., Meacham T.N. 1968. Relationship between pH; other semen tracts and fertility in rabbits. *VI^{ème} Congrès international de reproduction animale et insemination artificielle*, Paris, France, vol II: 1279-1281.
- Moret, B., Baratte, M., 1980. Comportement d'oestrus chez la lapine. *Cuniculture* 7, 159-161.

- Moumen S. effet du rythme reproduction sur les performances zootechniques et les paramètres sanguins de la lapine de population locale *Oryctolagus cuniculis*. Mémoire de Magistère en médecine vétérinaire. ENSV.
- Myers, K., Poole, W.E., 1962. Oestrous behaviour cycles in the rabbit. *Nature (Lond.)* 195, 358-359.
- Moulla F., Khlef Y. 2007. Evaluation des performances de reproduction d'une population locale de lapin en Algérie. 12em journée de recherche cunicole, Novembre 2007. Le Manes France.
- Mukherjee D.P., Johart M.P. Bhattacharya P. 1951. The Gelatinous Mass in Rabbit Semen. *Nature* 168: 422-423.

N

- NAFA., ESHRE. 2002. Manual on basic semen analysis. Revised to comply with the 1999 edition of the WHO Laboratory manual. NAFA: Nordic Association For Andrology (www.nafa.nu) ; ESHTe: European Society of Human Reproduction and Embryology (www.eshre.eu).
- Nicodemus N., Gutiérrez I., Garcia J., Carabano R., Blas C. 2002. The effect of remating interval and weaning age in the reproductive performance of rabbit does. *Anim.Res.* 51: 517-523.
- Nicholls P.K., Sun Z., Heng S., Li Y., Wang J., Nie G. 2011. Embryo implantation is closely associated with dynamic expression of proprotein convertase 5/6 in the rabbit uterus. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 9 :43
- Neild D., chaves G., Flores M., Morra N., Beconi M., Agüero. 1999. Hypoosmotic test in equine spermatozoa. *Theriogenology* 51: 721-727.
- Nizza N., Di Meo C., Taranto S., 2000a. Influence of dietary protein content on libido and semen characteristics bucks. 7th *World Rabbit Congress*. Valencia (Spain).
- Nizza N., Di Meo C., Taranto S., 2000b. Effect of lysine and methionine on libido and semen characteristics of bucks. *World Rabbit Sci.* Vol 8: 181-184.

O

- O'Bryan, M.K., Schlatt, S., Philips, D.J., Kretser, D.M., Hedger, M.P., 2000. Bacterial lipopolysaccharides-induced inflammation compromises testicular function at multiple levels in vivo. *Endocrinology* 141, 238–246.

P

- Panella F., Castellini C. 1990. Fattori ambientali e genetiche influiscono sulle caratteristiche del seme di coniglio. *Riv. Di coniglicoltura*, 27(8), 39-41.
- Pesch S., Bergmann M. 2006. Structure of mammalian spermatozoa in respect to viability, fertility and cryopreservation. *Micron*, 37: 597-612.
- Perez-Sanchez F., Tablado L., Soler C. 1997. Sperm morphological abnormalities appearing in the male rabbit reproductive tract. *Theriogenology*. 47: 893-901.
- Pinto C.R.F., Kozink D.M. 2008. Simplified hypoosmotic swelling testing (HOST) of fresh and frozen thawed canine spermatozoa. *Anim Reprod Sci.* 104: 450-455.

Q

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

R

- Rebollar P.G., Alvarino J.M.R., Illera J.C., Silvan G., Lorenzo P. 1997. Change in plasma progesterone and oestradiol during natural prostaglandine F2 α -induced parturition in the rabbit. *World Rabbit Science*, 5(1): 13-16.
- Rebollar P.G., Alvarino J.M.R., Del Arco J.A., Bueno A., 1995. Control de celo en conejas nulíparas: manejo y tratamiento con PMSG. *Inf. Tech. Eco. Agr.*, 16, 455-457.
- Reddy, M.M., Mahipal, S.V.K., Subhashini, J., Reddy, M.C., Roy, K.R., Reddy, G.V., Reddy, P.R.K., Reddana, P., 2006. Bacterial lipopolysaccharide-induced oxidative stress in the impairment of steroidogenesis and spermatogenesis in rats. *Reprod. Toxicol.* 22, 493–500.
- Richardson R.T., Nikolajczyk B.S., Abdullah L.H., Beavers J.C., O'rand M.G. 1991. Localization of rabbit sperm acrosin during the acrosome reaction induced by immobilized zona matrix. *Bio. Repro.* 45: 20-26.

- Roca J., Martinz S., Vasquez J.M. Lucas X., Parrila I., Martinez E.A. 2006. Viability and fertility of rabbit spermatozoa diluted in Tris-buffer extenders and stored at 15° C. *Anim. Reprod. Sci.* 64: 103-112.
- Rodríguez-De Lara R., Fallas-López M., Rangel-Santos R., Mariscal-Aguayo V., Martínez-Hernández P.A., García Muñiz J.G. 2008. Influence of doe exposure and season on reaction time and semen quality of male rabbits. 9th World Rabbit Congress – June 10-13, – Verona – Italy. 443-448.
- Rota A., Penzo N., Vincenti L., Mantovani R. 2000. Hypoosmotic swelling (HOS) as a screening assay for testing in vitro fertility of bovine spermatozoa. *Theriogenology* 53: 1415-1420.

S

- Saidj D. 2006. Performance de reproduction et paramètres génétiques d'une lignée maternelle d'une population de lapin local sélectionné en G0. Mémoire de Magistère, en médecine vétérinaire ENSV.
- Safaa H.M. Emarah M.E. Saleh N.F.A. 2008. Seasonal effects on semen quality in black baladi and white new zealand rabbit bucks. *World Rabbit Sci.* 16: 13 – 20.
- Salvetti P. 2008. Production des embryons et cryoconservation des ovocytes chez la lapine: application à la gestion des ressources génétiques. Thèse de doctorat. L'université CLAUDE BERNARD- LYON1, école doctorale interdisciplinaire sciences- santé.
- Senger P.L. 2005. Pathways to pregnancy and parturition. 2nd revised edition. Current conception inc ©.
- Singh G., Katouch B.S. 2000. Induction of parturition in angora rabbits by oxytocine: some observations. *World Rabbit Sciences.* 8(3): 143-144.
- Smelser, G.K., Walton, A., Whetham, E.O., 1934. The effect of light on ovarian activity in the rabbit. *J Exp Biol* 11, 352-363.
- Smith T.T., Nothnick W.B. 1997. Role of direct contact between spermatozoa and oviductal epithelial cells in maintaining rabbit sperm viability. *Boil. Reprod.* 56 : 83-89.
- Stradaoli G., Verini-Supplizi A., Monaci M., Canali C., Boiti C. 1997. Effets of different doses of PMSG on ovarian response and *in vitro* embryo development in rabbits. *World Rabbit Science.* 5: 143-148.
- Szendro Zs., Gerescsér Zs., Matics Zs., Biro-Németh E., negy I. 2008. Comparison of two reproductive rhythms of rabbit does. 9th World Rabbit Congress – June 10-13, – Verona – Italy.

T

- Theau-clément. 1994a. Etude de quelques facteurs de variation de la fertilité des femelles et de la production de semence des mâles, pour le développement de l'insémination artificielle chez le lapin : *Oryctolagus cuniculus*. Thèse d'ingénieur, école nationale supérieure agronomique de Toulouse.
- Theau Clément M., Michel N., Poujardieu B., Bolet G., Esparbié J., 1994b. Influence de la photopériode sur l'ardeur sexuelle et la production de semence chez le lapin. 6èmes Journées de la Recherche Cunicole, La Rochelle (France), 6-7 Décembre 1994, vol. 1, 179-186.
- Theau-clément M., Boiti C. 1998. Biostimulation mehtodes for breeding rabbit does. Synthesis of the first results. *World Rabbit Science*. 6: 205-208
- Theau-Clément M., Boiti C., Mercier P., Falières J., 2000. Description of the ovarian sta-tus and fertilising ability of primiparous rabbit does at different lactation stage, Proc. 7th World Rabbit Cong., Valencia, Spain, A, 259-266.
- Theau-clément M. 2001. Etude de quelques facteurs de contrôle de l'interaction entre la lactation et la reproduction chez la lapine conduite en insémination artificielle, thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse, France.
- Theau-clément M., Delhomme G., Valteau C., Rideud P., Falières J., Mercier P. 2003a. Influence du nombre de spermatozoids inséminés sur les performances de reproduction des lapines en fonction de leur état physiologique. 10^{ème} journée de la recherche cunicole. 19-20 Novembre Paris.
- Theau-Clément M., Brun J.M., Sabbiont., Castellini C., REnieri T., Besenfelder U., FAliares J., Esparbie J., Saleil G. 2003b. comparaison de la production spermatique de trois souche de lapins/ moyenne et variabilités. 10^{ème} journée de la recherche cunicole Novembre 19-20 . Paris.
- Theau-Clément M. 2005. Reproduction et physiologie de la reproduction au 8^{em} congrès mondial de cuniculture. *Cuniculture*. 32 : p38.
- Theau-clément M., Falières J. 2005. Evaluation de la concentration de semence de lapins selon 2 méthodes : hématimètre et NucleoCounter SP 100. 11 émes Journées de la Recherhce Cunicole, 29-30 novembre 2005. Paris.

- Theau-clément M. 2008. Facteurs de réussite de l'insémination chez la lapine et méthodes d'induction de l'oestrus. *INRA Prod Anim.*, 21 (3): 221-230.
- Theau-Clément M., Bolet G., Fortun-Lamothe L., Brecchia G., Boiti C. 2008. High plasmatic progesterone levels at insemination depress reproductive performance of rabbit does. *9th World Rabbit Congress* – June 10-13, 2008 – Verona – Italy.
- Theau-clément M., Malpaux B., Lamothe E., Milcent N., Juin H., Bodin L. influence of photoperiode on the sexual behaviour of non-lactating rabbit does : preliminary results. *9th World Rabbit Congress* – June 10-13, 2008 – Verona – Italy
- Theau-Clément M., Sanchez A., Duzert R., Saleil G., Brun JM. 2009. Etude de facteurs de variation de production spermatique chez le lapin. 13^{ème} journée de la recherche cunicole, 17-18 novembre 2009, le Mans, France.
- Theau-Clément M., Tircazes A., Saleil G., Monniaux., Bodin L., Brun J.M. 2011. étude préliminaire de la variabilité du comportement d'œstrus de la lapine. 14^{ém} journée de la recherche cunicole, Novembre 2011. Le Mans. France.
- Trevor G., Hellenkemper C., Hellenkemper B. 2009. Method-related estimates of sperm vitality. *Journal of andrology*. V 3. N 3. 214-218.

V

- Vaissaire 1977. Sexualité et reproduction des mammifères domestiques et de laboratoire. Edition MALOINE S.A.
- Van den Hurk R., Zhao J. 2005. Formation of mammalian oocytes and their growth, differentiation and maturation within ovarian follicles. *Theriogenology* 63: 1717-1751.
- Vicente J.S., Viudes de Castro M.P., Lavara R., Lavara F. 2000. Effect of male line on prolificacy from does insemination with low sperm doses. *7th world Rabbit Congress*, 4-7 juillet, Valencia. Spain.
- Vicente J.S., Viudes de Castro M.P., Lavara R., Mocé E. 2004. Study of fertilising capacity of spermatozoa after heterospermic insemination in rabbit using DNA markers. *Theriogenology*, 61: 1357-1365.
- Villagran C., Navarro J., Fuentes V.O. 2003. Sexual exhaustion in White New Zealand male rabbits of different ages. *Anim Repro Sci*, 76:251–255.
- Virage GY., Mézes M., Bersényl A. 1992. Effect of independent factors on semen characteristics in rabbit. *J.Appl. Rabbit Res*. 15:499-504.

W

- Walter M.R., Martinet L., Moret B., Thibault C., 1968. Régulation photopériodique de l'activité sexuelle chez le lapin mâle et femelle. *Archives d'anatomie, d'histologie et d'embryologie*. 51 :773-780.
- WHO, 1999. WHO laboratory manual for the examination of human semen and sperm-cervical mucus interaction. World Health Organisation. Fourth edition.
- WHO, 2010. WHO laboratory manual for the examination and processing of human semen. World Health Organization. Fifth edition.

X

- Xiccato G., Trocino A., Sartoli A., Queaque P.I. 2004. Effect of parity order and litter weaning age on the performance and body energy balance of rabbit does. *Livestock Production Science*. 85: 239-251.

Z

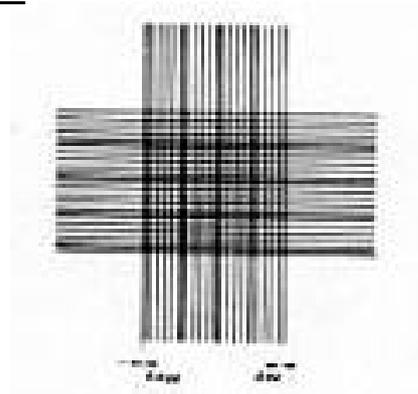
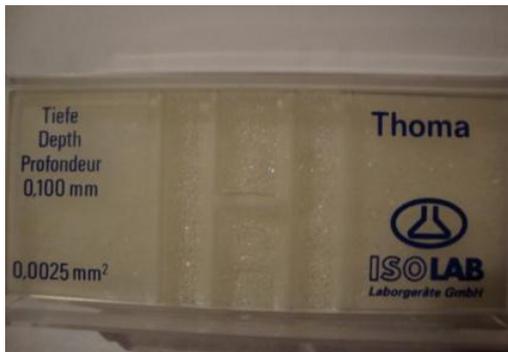
- Zerrouki N. 1998. Comparaison entre deux souches de lapins de chair INRA (1029-1077) sur la fertilité, la prolificité et ses composantes biologiques. Thèses de magistère. Université de Blida.
- Zerrouki N., Berchiche M., Bolet G., Lebas. 2001. Caractéristique d'une population locale de lapins en Algérie : performances de reproduction des femelles. 9^{em} journée de la recherche cunicole Novembre. Paris. P : 163-166.
- Zerrouki N., Bolet G., Berchiche M., Lebas F. 2004 breeding performance of local kabyle rabbits does in Algeria. Proceedings - 8th World Rabbit Congress –September 7-10, 2004 – Puebla, Mexico.
- Zerrouki N., Kadi S.A., Berchiche M., Bolet G, 2005. Evaluation de la productivité des lapines d'une population locale algérienne, en station expérimentale et dans des élevages. 11^{ème} Journée de la Recherche Cunicole, Paris, France, 29- 30 Novembre 2005, 11- 14.

- Zerrouki N., Kadi S.A., Labas G., Bolet G., 2007. Productivité des lapines d'une souche blanche de la région de Tizi-Ouzou en Algérie. *12^{ème} journée de la recherche cunicole*. 27-28 Novembre 2007, Lemans, France. 141-144.

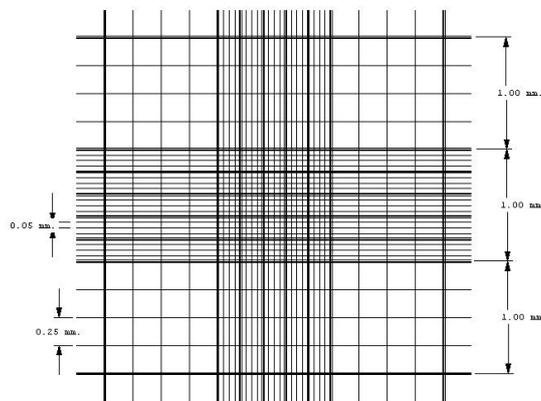
Annexes

Différents type d'hémocytomètre (utilisation spermatique)

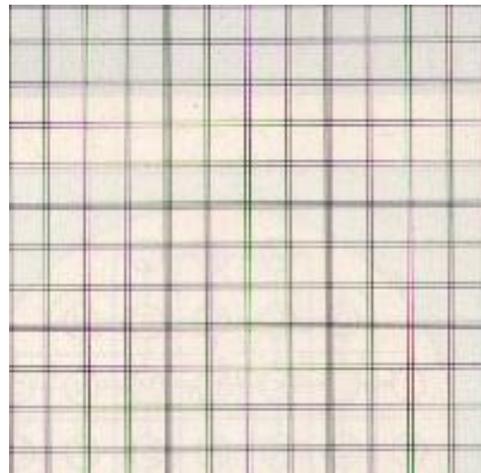
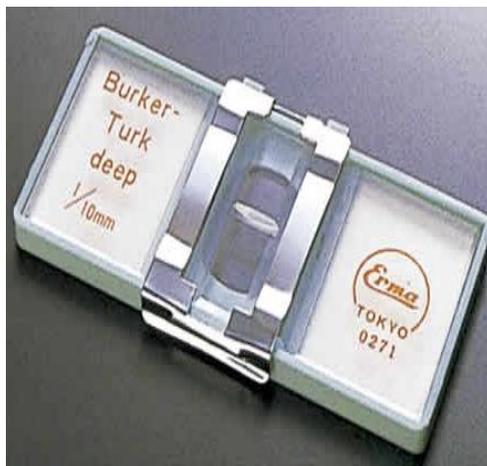
THOMAS



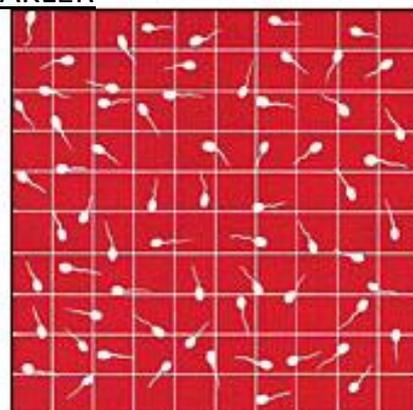
Improuved Neubaur



Hématymètre de Burger Turk



Chambre de MAKLER



 Unité SAGA UR 631 Génétique Animale	Mode Opérateur	Réf : MO-LAB-09 Version : 1 Date de création : 30/01/07
	Estimation de la concentration de spermatozoïdes dans la semence de lapins	

1 - Objet :

Cette méthode permet d'estimer la concentration de spermatozoïdes dans la semence de lapins.

2 - Documents de référence :

Theau-Clément M. et Falières J. 2005. Evaluation de la concentration de semence de lapins selon 2 méthodes : hématimètre et NucleoCounter SP100. *11^{ème} Journées de la Recherche Cunicole, 29-30 novembre 2005, Paris, 95-98.*

3 - Liste de diffusion :

Intranet SAGA

4 - Hygiène et sécurité :

Le travail prolongé sur microscope peut provoquer une fatigue visuelle et des troubles posturaux (musculo-squelettique).

5 - Principe de la méthode :

Chez d'autres espèces, ce caractère est estimé par mesure de densité optique. Cependant, cette méthode manque de précision, car la semence de lapins contient des "granules" d'origine prostatique en quantité variable qui ont un grand pouvoir d'absorption de lumière.

Nous utilisons donc un hématimètre de THOMA (version Preciss) après dilution au 1/200^{ème} dans une solution de citrate à 3.6g/l (20µl de semence pure prélevés à l'aide d'une micropipette réglable, par exemple pipetman Gilson, dans 3,98 ml d'une solution de citrate à 3.6g/l).

6 - Matériels nécessaires :

Microscope à contraste de phase (Zeiss axioplan), hématimètre de THOMA (version preciss), micropipette. Cônes.

7 - Réactifs :

Citrate de sodium (3,6g / l)

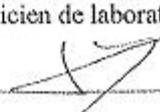
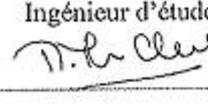
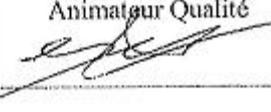
8 - Contraintes de la méthode :

- Attente (10mm) avant d'observer la lame
- Méthode très chronophage (environ 10min par échantillons)

9 - Contenu du mode opératoire :

Après homogénéisation, une goutte de semence diluée (volume : environ 100µl prélevé au moyen d'une micropipette) est déposée sur la lame. Elle est ensuite écrasée entre lame et lamelle (22 mm x 22 mm planée optiquement). Un fort appui sur les supports de la lamelle permet de mettre en évidence une irisation témoin du bon remplissage de la cellule. En routine, nous préparons plusieurs cellules en même temps et respectons un temps d'attente d'environ 10 minutes avant chaque lecture. On observe au microscope à contraste de phase (grossissement x 400).

Cette cellule comporte 2 grilles (schéma ci dessous). Une étude préliminaire a montré qu'il était plus précis de compter les 2 colonnes centrales ou latérales sur chaque grille, plutôt que 4 colonnes d'une seule grille prise au hasard parmi les 2. Nous comptons le nombre de têtes de spermatozoïdes (face ou profil) à l'intérieur des carrés constituant la colonne, quand elles sont en contact avec les bords d'un petit carré en

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom :	Falières Jacky	Michèle Theau-Clément	Roger Duzert
Fonction :	Technicien de laboratoire	Ingénieur d'études	Animateur Qualité
Visa :			

 Unité SAGA UR 631 Génétique Animale	Mode Opérateur	Réf. : MO-LAB-09 Version : 1
	Estimation de la concentration de spermatozoïdes dans la semence de lapins	Date de création : 30/01/07 Page 2/2

bordure de la colonne, nous ne comptons que celles qui touchent les côtés droit et inférieur. Les formes anormales sont prises en compte.

La numération d'un éjaculat est toujours appréciée par la lecture de deux hématimètres. Lorsque l'estimation dépasse 10 %, un troisième hématimètre est analysé.

Les 2 colonnes centrales d'une grille possèdent : 8 x 16 soient 128 petits carrés, sachant que le volume d'un petit carré est de 1/4000 mm³, le volume de 8 grands carrés est de 0,032 mm³.

La concentration en spermatozoïdes par ml de diluant, sera si on compte les 2 colonnes centrales des 2 grilles (haut et bas) :

$$C = \frac{X \times D \times 1000}{0,032 \times 2}$$

X = nombre de spermatozoïdes dans 8 grands carrés de la grille du haut et du bas
D = dilution du sperme

$$\text{Soit } C = \frac{X \times D}{64} 10^6$$

10 - Document associé:

CENTRE D'UNE CELLULE "THOMA"

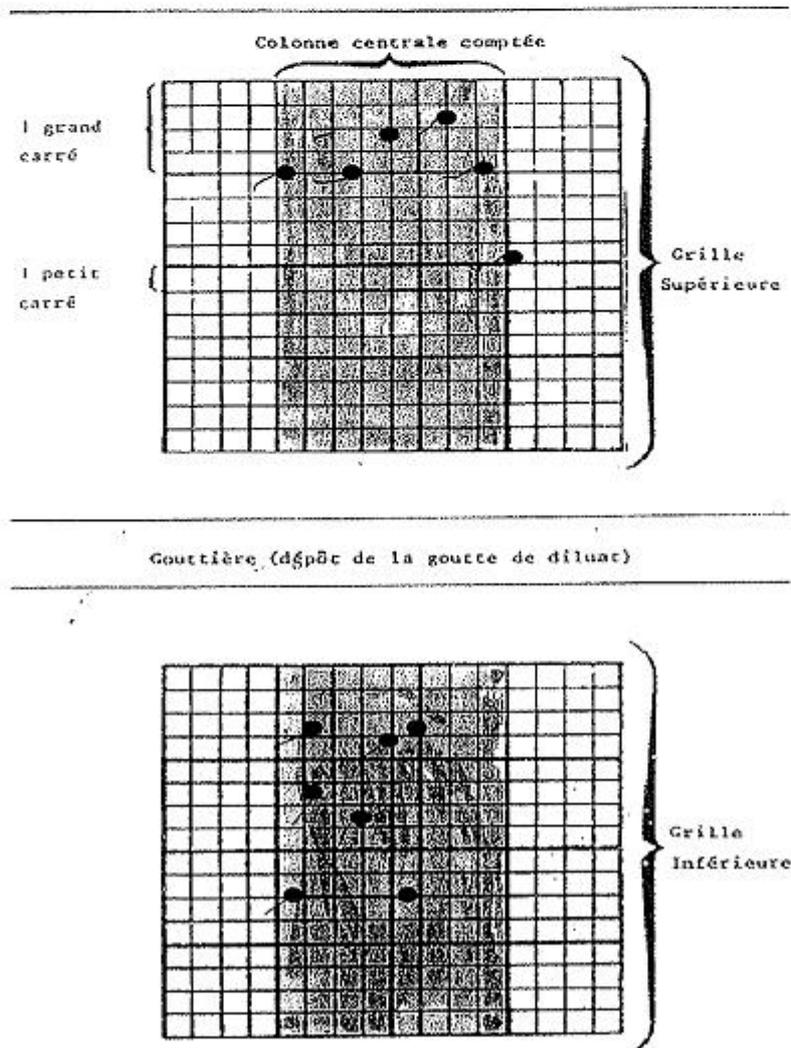


Table des marges d'erreur de entre les comptages des deux grilles d'hémocytomètre

«WHO semen manual» « 1999 »

SUM	VALUE	SUM	VALUE	SUM	V
969-1000	61	376-395	38	59-66	15
938-968	60	357-375	37	52-58	14
907-937	59	338-356	36	44-51	13
876-906	58	319-337	35	38-43	12
846-875	57	301-318	34	32-37	11
817-845	56	284-300	33	27-31	10
788-816	55	267-283	32	22-26	9
760-787	54	251-266	31	17-21	8
732-759	53	235-250	30	13-16	7
704-731	52	219-234	29	10-12	6
678-703	51	206-218	28	7-9	5
651-677	50	190-205	27	5-6	4
625-650	49	176-189	26	3-4	3
600-624	48	163-175	25	2	2
576-599	47	150-162	24	1	1
551-575	46	138-149	23	0	0
528-550	45	126-137	22		
504-527	44	115-125	21		
482-503	43	105-114	20		
460-481	42	94-104	19		
438-459	41	85-93	18		
417-437	40	76-84	17		
396-416	39	67-75	16		