

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE BATNA1 -BATNA-
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES
ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES



THESE

Pour l'obtention du diplôme de

DOCTORAT EN SCIENCES

Filière

Sciences vétérinaires

Option

Production animale

Présentée Par :

MOUMEN Souad

THEME

**Influence du rythme de reproduction sur
les performances de reproduction et de production
des lapines de population locale :
Etude de la relation entre l'état nutritionnel de
la femelle et sa fécondité**

JURY

Président : Alloui Nadir
Rapporteur : Melizi Mohamed
Co-Rapporteur : Zerrouki-Daoudi Nacira
Examineur : Tebbani Abdelhamid Yacine
Examineur : Bachir Pacha Mohamed
Examineur : Benmakhlof Abdelmalek
Examineur : Bennoune Omar

Grade et Université

Professeur-Université de Batna 1
Professeur-Université de Batna 1
Professeur-UMM de Tizi-Ouzou
MCA-Université de Batna 1
Professeur-Université de Blida
Professeur-Université de Constantine
MCA-Université de Batna 1

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2016/2017



Remerciements

Une thèse de doctorat est par définition le fruit d'un travail personnel, mais qui pour ma part n'aurait jamais abouti sans le concours d'un certain nombre de personnes que je souhaite remercier ici.

*Je remercie en premier lieu mon Directeur de thèse **Pr Meligi Mohamed** pour son encadrement ainsi que d'avoir mis à ma disposition tous les moyens nécessaires pour l'aboutissement de cette thèse.*

*Je souhaite exprimer ma reconnaissance à ma co-directeur de thèse **Pr Zerrouki-Daoudi Naïra** pour ses conseils précieux, et de m'avoir fait profiter de son expérience et de son savoir-faire.*

*Mes vifs remerciements à **Mr Alloui Nadir**, Professeur à l'Université de Batna 1 qui me fait l'honneur de présider le jury.*

*Mes remerciements s'adressent également à **Mr Bachir Pacha Mohamed**, Professeur à l'Université de Blida; **Mr Benmakhlouf Abdelmalek**, Professeur-Université de Constantine; **Mr Tebbani Abdelhamid Yacine**, Maître de conférence A à l'Université de Batna 1 et **Mr Bennoune Omar**, Maître de conférence A à l'Université de Batna 1, pour avoir accepté de prendre sur leur temps afin d'assumer la charge des examinateurs. J'en suis particulièrement honorée*

J'exprime également mes sincères et cordiaux remerciements à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Enfin, je suis reconnaissante envers ma famille pour leurs sacrifices et compréhension.

Dédicace

Je dédie mon travail de thèse à :

Mes parents



Ma profonde affection

Table des matières

RESUME.....	10
SUMMARY.....	12
INTRODUCTION GENERALE	13
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	
I.GENERALITES SUR L'ESPECE	16
I.1. Origine et domestication	16
I.2. Généralités sur la production cunicole.....	17
I.2.1. Production du lapin dans le monde.....	17
I.2.2. La production du lapin en Algérie.....	19
I.3. Quelques races de lapins.....	20
I.4. Aspect morphologique.....	21
II. PARTICULARITES PHYSIOLOGIQUES DE LA REPRODUCTION CHEZ LA LAPINE.....	21
II.1. Développement des gonades.....	22
II.2. Mise en place de la réserve folliculaire et l'activité ovarienne chez la lapine pré pubère	22
II.3. Dynamique de la croissance folliculaire chez la lapine pubère.....	25
II.4. Physiologie post ovulatoire.....	29
II.4.1. Gestation	29
II.4.2. Mise bas et allaitement des lapereaux.....	31
II.4.3. Pseudogestation.....	32
II.5. Comportement sexuel de la lapine.....	33
II.5.1. Facteurs de variation de la fertilité.....	33
II.5.1.1. Facteurs de variation liés à la conduite des femelles.....	34
II.5.1.2. Facteurs de variation liés à l'individu.....	34
II.5.1.3. Facteurs climatiques.....	35
II.5.2. Facteurs de variation de la prolificité.....	36
II.5.3. Facteurs de variation de la viabilité et du poids au sevrage.....	36
II.6. Quelques rappels de la reproduction chez le male.....	36
III. PARTICULARITES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES DE L'APPAREIL DIGESTIF DU LAPIN.....	39
III.1. Organisation générale.....	39
III.2. La Fonction de digestion.....	40
III.2.1. Le lapin : un herbivore.....	40

III.2.2. Une cavité buccale spécifique des lagomorphes.....	40
III.2.3. La digestion gastrique.....	42
III.2.4. L'intestin grêle : la digestion enzymatique et l'absorption des protides, des lipides et glucides.....	44
III.2.5. Transfert du contenu luminal vers le cæcum.....	48
III.2.5.1. Le cæcum : Lieu de digestion microbienne des glucides pariétaux.....	48
III.2.5.2. Le colon : Elaboration des crottes dures et molles.....	50
IV. LA CROISSANCE ET LA QUALITE DE LA VIANDE CHEZ LE LAPIN.....	51
IV.1. Définition et caractéristiques de la croissance.....	51
IV.1.1. Définition.....	51
IV.1.2. Caractéristiques.....	51
IV.1.2.1. Données quantitatives.....	51
IV.1.2.2. Données qualitatives.....	52
IV.2. Facteurs de variation.....	53
IV.2.1. La race.....	53
IV.3. La viande de lapin.....	58
IV.3.1. Valeur nutritionnelle et particularités technologiques.....	59
IV.3.1.1. Composition chimique et valeur énergétique.....	59
IV.3.1.2. Valeur biologique des protéines et composition en acides aminés (AA).....	61
IV.3.1.3. Composition de la fraction minérale et vitaminique.....	61
IV.3.1.4. Composition de la fraction lipidique.....	62
IV.3.2. Caractéristiques technologiques et organoleptiques.....	65
ETUDE EXPERIMENTALE	
I.MATERIELS ET METHODES.....	68
I.1. Présentation de l'étude.....	68
I.1.1 Zone d'étude.....	68
I.1.2. Constitution et renouvellement du cheptel expérimental.....	69
I.1.3. Le bâtiment et le matériel d'élevage.....	70
I.1.4. L'aliment.....	71
I.1.5. Conduite d'élevage.....	72
I.1.6. Prophylaxie.....	72
I.1.7. Etude statistique et analyse des résultats.....	72
I.2. Etude des performances de reproduction des lapines.....	73

I.2.1. Mesures réalisées.....	73
I.2.2. A la palpation.....	73
I.2.3. A la mise bas.....	73
I.2.4. Au sevrage.....	74
I.3. Etude de la production laitière des lapines.....	74
I.3.1. Animaux.....	74
I.3.2. Variables analysées.....	75
I.4. Etude du profil métabolique des femelles et morphométrie folliculaire.....	75
I.4.1. Profil métabolique des femelles.....	75
I.4.1.1. Prélèvements.....	75
I.4.2. Morphométrie folliculaire.....	76
I.4.2.1. Animaux.....	76
I.4.2.2. Techniques histologiques.....	76
I.4.2.3. Mesure des diamètres des follicules antraux.....	78
I.5. Etude de la croissance des lapereaux sous la mère.....	78
I.5.1. Animaux.....	78
I.5.2. Mesures réalisées.....	79
I.5.3. Les variables analysées.....	79
I.5.4. Les effets considérés.....	79
I.6. Performances de croissance, morphométrie digestive et histométrie intestinale.....	79
I.6.1. Performances de croissance des lapins.....	79
I.6.1.1. Animaux.....	79
I.6.1.2. Aliment.....	80
I.6.1.3. Mesures réalisées.....	80
I.6.1.4. Variables calculées.....	80
I.6.2. Morphométrie digestive et histométrie intestinale.....	80
I.6.2.1. Abattage des animaux.....	80
I.7. Le rendement en carcasse et les qualités sensorielles de la viande de lapin local.....	82
I.7.1. Performances d'abattage.....	82
I.7.2. Test sensoriel de la viande.....	84
II. RESULTATS.....	86
II.1. Performances de reproduction des lapines.....	86
II.1.1. Répartition de mises bas en fonction de la saison.....	86

II.1.2. Caractéristiques moyennes de la population locale.....	86
II.1.3. Réceptivité et fertilité des lapines.....	87
II.1.4. Taille et poids de portée à la naissance et au sevrage.....	87
II.1.5. Mortalité des lapereaux.....	88
II.1.6. Poids de la lapine à la saillie.....	88
II.2. Résultats de l'analyse de variance.....	88
II.2.1. Effet de la saison de mise bas sur la taille et le poids de la portée à la naissance et au sevrage.....	88
II.2.1.1. Taille de la portée à la naissance et au sevrage.....	88
II.2.2. Effet du numéro de parité.....	90
II.2.2.1. Taille et poids de la portée à la naissance.....	91
II.2.2.2. Taille et poids de la portée au sevrage.....	92
II.3. Production laitière des lapines et consommation moyenne de lait.....	93
II.3.1. Caractéristique moyennes de la population.....	94
II.3.1.1. Evolution de la production laitière des lapines de 0 à 21 jours.....	94
II.3.1.2. Nombre de lapereaux allaités et ingestion de lait par lapereau.....	95
II.3.2. Résultats de l'analyse de variance.....	95
II.3.2.1. Effet du numéro de portée.....	96
II.3.2.2. Effet du nombre de lapereaux allaités.....	98
II.4. Profil métabolique des lapines et morphométrie folliculaire.....	100
II.4.1. Profil métabolique des lapines.....	100
II.4.1.1. Effet du stade physiologique sur la concentration des métabolites énergétique.....	100
II.4.2. Morphométrie folliculaire.....	103
II.5. Croissance des lapereaux sous la mère.....	104
II.5.1. Caractéristiques moyennes des lapereaux.....	104
II.5.2. Résultats de l'analyse de variance.....	104
II.5.2.1. Effet de la saison de mise bas.....	105
II.5.3. Effet du numéro de parité.....	106
II.5.4. Effet de la taille de portée allaitée.....	107
II.5.6. Effet de l'âge (semaines).....	109
II.6. Evaluation de la qualité et du rendement en carcasses du lapin local.....	110
II.6.1. Performances de croissance des lapins.....	110
II.6.2. Morphométrie digestive et histométrie intestinale.....	111

II.6.3. Performances d’abattage.....	111
II.6.4. Test sensoriel de la viande de lapin de population Algérienne locale élevé dans la région des Aurès.....	113
III.DISCUSION.....	114
III.1. Acceptation du mâle et fertilité.....	114
III.2. Taille de portée à la naissance.....	115
III.3. Taille de portée au sevrage.....	116
III.4. Croissance du lapereau sous la mère.....	117
III.5. Poids et consommation des lapines.....	119
III.6. Production laitière des lapines.....	120
III.7. Profil métabolique des femelles.....	121
III.8. Facteurs de variation des performances de reproduction des lapines.....	124
III.8.1. Effet de la saison de mise bas.....	124
III.8.1.1. Taille de portée à la naissance et au sevrage.....	124
III.8.2. Effet de la parité des lapines.....	125
III.8.2.1. Réceptivité et fertilité des lapines.....	125
III.8.2.2. Taille de portée et production laitière.....	127
III.8.2.3. Poids des portées et des lapereaux.....	127
III.8.2.4. Effet de la taille de portée allaitée.....	128
III.9. Performances de croissance et rendement en carcasses du lapin local.....	129
III.9.1. Performances de croissance.....	129
III.9.1.1. Morphométrie digestive et histométrie des villosités intestinales des lapins en croissance.....	129
III.9.1.2. Croissance pondérale.....	131
III.9.2. Performances d’abattage.....	133
III.9.3. Test sensoriel de la viande de lapin local.....	136
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES.....	138
ANNEXE.....	139
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	140

Liste des figures

Figure 1. Sylvilagus, Lepus, et le genre Oryctolagus (Catalano, 1974).....	17
Figure 2. Évolution de la production mondiale en 5 ans (en tonnes) (Faostat, 2015).....	17
Figure 3. Consommation (kg / habitant / an) de la viande bovine (B), de mouton et caprin (M), de poulet (PY) et d'autres viandes (O) par continent (Source : FAOSTAT, 2014).....	18
Figure 4. Les principales productions animales en Algérie (FAOSTAT, 2015).....	18
Figure 5. Les races de lapins(www.cuniculture.info).....	20
Figure 6. Comparaison du déroulement de l'ovogenese chez les mammifères (INRA, 2009)23	
Figure 7. Schématisation de la dynamique des vagues folliculaires chez la lapine (Mariana et al, 1986).....	27
Figure 8. Schématisation du déroulement de la folliculogenese chez la lapine (Pascal Salvetti, 2008).....	28
Figure 9. L'appareil génital de la lapine.....	30
Figure 10. Schématisation du développement embryonnaire chez le lapin (Pascal Salvetti, 2009).....	31
Figure 11. Production laitière en fonction de l'état physiologique de la lapine.....	32
Figure 12. Ovaires de lapines avec deux générations de corps jaunes après insémination (Theau-Clément, 2005).....	33
Figure 13. Schéma de l'appareil génital du mâle (d'après Lebas et al. 1996a).....	38
Figure 14. Représentation des différents segments digestifs du lapin en croissance (cuniculture Magazine 2006).....	39
Figure 15. Dents permanentes gauches, en place (D'après Barone et al. 1973).....	42
Figure 16. Face viscérale et muqueuse gastrique de l'estomac du lapin (D'après Barone, 1984).....	43
Figure 17. Systèmes d'amplification de la surface de la muqueuse intestinale. D'après Cheeke, 1987 ; Madara et Trier, 1987 ; Calas et al. 1997.....	46
Figure 18. Conformation externe du cæcum de lapin (D'après Barone et al. 1973).....	49
Figure 19. Schéma montrant le double fonctionnement du côlon proximal. (D'après Lebas, 2009).....	50
Figure 20. Facteurs qui influencent le comportement des consommateurs.....	58
Figure 21. Localisation de la région des Aurès. (Http : //fr.wikipedia.org)	69
Figure 22. Différents phénotypes de la population Aurésienne étudiée.....	70
Figure 23. Le bâtiment d'élevage (maternité).....	71
Figure 24. Estimation de de la production laitière par pesée de la femelle.....	74
Figure 25. Prélèvements sanguins (1 : artère auriculaire médiane, 2 : veine marginale).....	76
Figure 26. Réalisation des dosages biochimiques.....	76
Figure 27. Les ovaires des lapines.....	77
Figure 28. Matériels utilisés pour la préparation des coupes histologiques.....	77
Figure 29. Traitement des coupes histologiques au microscope OPTIKA.....	78
Figure 30. Mesures effectuées dans l'appareil digestif au cours de l'étude.....	81
Figure 31. Les différentes étapes de la découpe de carcasses de lapins.....	83
Figure 32. Répartition de mises bas sur les différentes saisons.....	86
Figure 33. Effet de la saison sur la taille de la portée à la naissance et au sevrage.....	89
Figure 34. Effet de la saison sur le poids de la portée à la naissance et au sevrage.....	89
Figure 35. Effet de la saison sur le poids moyen à la naissance et au sevrage.....	90
Figure 36. Effet du numéro de parité sur le nombre de nés totaux.....	91
Figure 37. Effet du numéro de parité sur le poids de la portée à la naissance.....	92
Figure 38. Effet du numéro de parité sur le poids moyen du lapereau à la naissance.....	92
Figure 39. Effet du numéro de parité sur le taux de sevrage.....	93

Figure 40. Effet du numéro de parité sur le poids de la portée au sevrage.....	93
Figure 41. Evolution de la quantité de lait produite par jour sur la période 0-21 jours après la naissance.....	95
Figure 42. Variation de la quantité totale de lait produite en 21 jours en fonction du numéro de portée des lapines.....	97
Figure 43. Variation de la quantité de lait produite par semaine en fonction du numéro de portée des lapines.....	97
Figure 44. Variation de la quantité de lait produite par semaine en fonction du numéro de portée des lapines.....	98
Figure 45. Variation de la quantité totale de lait produite par semaine en fonction de l'effectif allaité.....	99
Figure 46. Variation de la quantité totale de lait produite en 21 jours en fonction de l'effectif allaité.....	99
Figure 47. Variation de l'ingestion moyenne de lait par lapereau et par jour en fonction de l'effectif allaité.....	100
Figure 48. Variation de la cholestérolémie et du taux des TGL en fonction du stade physiologique des lapines.....	101
Figure 49. Variation de la glycémie en fonction du stade physiologique des femelles.....	102
Figure 50. Variation des lipides totaux en fonction du stade physiologique des femelles....	102
Figure 51. Variation des taux plasmatiques de l'urée et de la créatinine en fonction du stade physiologique des femelles.....	103
Figure 52. Variation de la protéinémie en fonction du stade physiologique des femelles....	103
Figure 53. Evolution du poids moyen des lapereaux avec l'âge.....	104
Figure 54. Effet de la saison de mise bas sur le poids moyen des lapereaux pendant les trois premières semaines d'âge.....	106
Figure 55. Effet de la saison de mise bas sur la vitesse de croissance des lapereaux.....	106
Figure 56. Effet du numéro de parité sur le poids moyen du lapereau au cours de la période naissance-sevrage.....	107
Figure 57. Effet du nombre de lapereaux allaités sur le poids moyen des lapereaux au cours de la période naissance-sevrage.....	108
Figure 58. Variation de la vitesse de croissance du lapereau en fonction de la taille de portée allaitée.....	109
Figure 59. Évolution du gain moyen quotidien avec l'âge des lapereaux.....	110
Figure 60. Rendement à l'abattage et composition de la carcasse d'un lapin local de 2000g	113
Figure 61. Pourcentage des bonnes réponses attribuées aux descripteurs (tendreté, flaveur et jutosité) par les dégustateurs.....	113
Figure 62. Évolution de la production laitière durant les trois semaines de lactation.....	120
Figure 63. Evolution de prise alimentaire durant les trois premières semaines de lactation.	120
Figure 64. Variations histologiques de l'ovaire chez des lapines locales à différents stades physiologiques.....	125
Figure 65. Aspects histologiques des villosités au niveau des différents segments de l'intestin grêle du lapin local.....	131

Liste des tableaux

Tableau 1 : La production de viande de lapin dans les pays du Maghreb (Ghezal-Triki et Colin, 2000).....	19
Tableau 2 : Exemples de races de lapins de chair (D'après Djago et al. 2009).....	19
Tableau 3 : Taux de lapine ovulant en fonction de la couleur de la vulve au moment de la saillie (Boussit, 1989).....	34
Tableau 4 : Effet de l'âge à la première saillie sur le taux de fertilité (Boussit, 1989).....	34
Tableau 5 : Recommandations en fibres et en amidon en vue d'une prévention des risques sanitaires chez le lapin en croissance (Gidenne, 2008).....	40
Tableau 6 : Composition des crottes dures et des cæcotrophes chez le lapin.....	51
Tableau 7 : Evolution pondérale des viscères digestifs chez le lapin d'après Lebas.....	53
Tableau 8 : Variabilité du poids des lapereaux de 28 à 78 jours pour deux races (Lebas et al. 1984).....	54
Tableau 9 : Dégradation des performances lors de l'abaissement du taux de protéines (INRA, 1991).....	55
Tableau 10 : Composition chimique (g / 100 g) et la valeur de l'énergie (kJ / 100 g) de morceaux de viande de lapin. (Hernández et Dalle Zotte, 2010).....	60
Tableau 11 : Apports nutritionnels quotidiens conseillés (ANC 2001), et apports journaliers recommandés (AJR) en minéraux et composition de la fraction minérale de 100 g de viande fraîche de lapin. (Combes, 2004).....	61
Tableau 12 : Composition en minéraux (g) et en vitamines (mg) de différentes viandes (pour 100 g de fraction comestible) (Dalle Zotte, 2004).....	61
Tableau 13 : Apports Nutritionnels Conseillés quotidiens (ANC 2001) et Apports Journaliers Recommandés (AJR) en vitamines et teneur en vitamines de la viande fraîche de lapin (pour 100 g de viande fraîche). (Combes, 2004).....	62
Tableau 14 : Moyenne et coefficient de variation (cv) de la teneur en phospholipides, cholestérol et triglycérides pour 100g de viande fraîche de lapin (Combes, 2004).....	63
Tableau 15 : Proportions des différents types d'acides gras (% du total d'acide gras) et la teneur en cholestérol (mg / 100 g) dans différentes coupes de viande de lapin (Hernández and Dalle Zotte, 2010).....	64
Tableau 16 : Composition centésimale et chimique de l'aliment.....	71
Tableau 17 : Définition des descripteurs utilisés lors des tests sensoriels.....	85
Tableau 18 : Performances de reproduction moyennes des lapines de population locale.....	87
Tableau 19 : Signification statistique des effets retenus dans l'analyse des performances de reproduction des lapines.....	88
Tableau 20 : Effet du numéro de parité sur la taille de la portée à la naissance et au sevrage.....	90
Tableau 21 : Effet du numéro de parité sur les poids des portées et les poids moyens à la naissance et au sevrage.....	90
Tableau 22 : Production laitière globale des lapines et ingestion de lait par lapereau sur la période 0-21 jours.....	94
Tableau 23 : Signification statistique des effets fixés retenus dans l'analyse de la production laitière des lapines.....	95
Tableau 24 : Taille de portée allaitée et production laitière des lapines en relation avec leur numéro de parité.....	96
Tableau 25 : Effet du nombre de lapereaux allaités sur les quantités de lait produites (Moyenne et écart type).....	98

Tableau 26 : Variation du profil métabolique en fonction du stade physiologique des lapines.....	100
Tableau 27 : Effet du stade physiologique sur la concentration des métabolites énergétiques.....	101
Tableau 28 : Etude morphométrique des follicules.....	103
Tableau 29 : Caractéristiques de croissance des lapereaux sous la mère.....	104
Tableau 30 : Les principaux effets fixés considérés et leur signification statistiques dans le model d'analyse des paramètres de croissance des lapereaux.....	104
Tableau 31 : Effet de la saison de mise bas sur le poids des lapereaux durant la phase naissance-sevrage (moyenne estimée \pm écart type).....	105
Tableau 32 : Evolution du poids moyens des lapereaux au cours de la période naissance sevrage en fonction du numéro de parité.....	107
Tableau 33 : Effet de la taille de portée allaitée sur le poids moyen des lapereaux et leur gain moyen quotidien.....	108
Tableau 34 : Les performances de croissance des lapins.....	110
Tableau 35 : Morphométrie digestive des lapereaux en croissance.....	111
Tableau 36 : Histométrie intestinale des lapereaux.....	111
Tableau 37 : Rendement à l'abattage et caractéristiques de la carcasse des lapins de population locale élevée dans la région des Aurès.....	111
Tableau 38 : Composition chimique de la viande du lapin local : Eau, cendres, lipides et protéines totaux en g/100 g de viande fraiche (cuisse, râble).....	113
Tableau 39 : Notes moyennes (\pm écart type) attribuées pour les différents descripteurs lors de la dégustation des morceaux (cuisse et râble).....	114
Tableau 40 : Récapitulatif des valeurs sériques des métabolites chez les lapines.....	124

Résumé

Influence du rythme de reproduction sur les performances de reproduction et de production des lapines de population locale : Etude de la relation entre l'état nutritionnel de la femelle et sa fécondité

L'objectif de l'étude est d'évaluer les performances de reproduction des lapines, le rendement en carcasse et les qualités sensorielles de la viande de lapin de population locale Aurèsienne.

L'analyse des performances de reproduction a porté sur un effectif de 20 lapines suivies durant six parités, à l'animalerie du Département Vétérinaire de l'Université d' EL HHADJ LAKHDHAR de Batna.

Les femelles ont été mises en reproduction à l'âge de quatre mois et demi, en saillie naturelle (rythme semi-intensif). L'estimation de la production laitière des femelles entre 0-21 jours a porté sur 124 portées. Ces dernières ont servi pour l'analyse de la croissance des lapereaux sous la mère de la naissance au sevrage (28 jours). Les lapines de cette population sont réceptives et fertiles (59,6 et 79,1%). Elles sont caractérisées par une prolificité modeste à la naissance et au sevrage de 6,9 et 4,8.

La quantité de lait produite en 21 jours est faible (2003,4g), cette faible production ainsi que le faible poids moyen à la naissance (55,7g) sont à l'origine du faible poids moyen au sevrage (396,5g). Le stade physiologique des femelles affecte significativement la concentration plasmatique des différents métabolites.

Les poids moyens des lapereaux et des portées, ainsi que les quantités de lait produites par semaine et en 21 jours augmentent avec la parité. La taille de portée allaitée influence de manière très significative la production laitière des mères et la croissance des lapereaux durant la période naissance-sevrage.

La saison de mise bas n'affecte que partiellement ces performances de reproduction et la croissance des lapereaux. La mortinatalité et la mortalité naissance-sevrage sont très élevées (17,5 et 19,4%).

L'essai d'évaluation des performances de croissance et d'abattage a permis de noter :

-Un poids vif moyen à l'abattage de $1995,50g \pm 483,5$ réalisant un gain moyen quotidien de 32g/j.

-Une consommation alimentaire moyenne de $89,35g/j \pm 14,45$ avec une conversion alimentaire variant de 2,7. Pour les performances d'abattage on a noté :

Un rendement en carcasse de 55 %.

Un rendement en cuisses de 24,33 %.

Un rendement en pattes avant de 15 %.

Un rendement en râble de 29,7 %.

Une adiposité de 3,07% et un ratio muscle /os de 6,7.

Au cours de l'essai sensoriel, les dégustateurs ont indiqué que la viande de lapin locale est très tendre (6,6 / 7), très juteuse (2,39 / 5) mais plus farineuse (3,65 / 7) et a une saveur intense (5,89 / 7).

Ces performances moyennes peuvent être augmentées par l'amélioration des conditions d'élevage, la prolongation de la durée d'étude et le suivi d'un échantillon de cette population dans des conditions plus contrôlées.

En Algérie, l'un des principaux facteurs limitant le développement de la production du lapin reste l'absence d'un aliment équilibré disponible à des prix acceptables.

Mots clés : lapin, population Aurèsienne, production laitière, croissance, rendement en carcasse, qualité sensorielle.

Summary

Influence of breeding rate on reproductive and production performance of rabbits of local population: Study of the relationship between the nutritional status of the female and its fertility

The objective of the study is to evaluate the reproductive performance of the does, carcass yield and meat's sensory qualities of the local rabbit population.

The analysis of reproductive performance was carried out in the rabbitery of the Veterinary Department of the University of EL HHADJ Lakhthar Batna, on a staff of 20 rabbits followed for six parities. Females have been breeding at the age of four and a half months in natural mating (rhythm semi-intensive). The estimate of dairy females between 0-21 days focused on 124 litters. These have served to analyze the growth of young rabbits under the mother from birth to weaning (28 days). Rabbits of this population are receptive and fertile (59.6 and 79.1%). They are characterized by modest prolificacy at birth and at weaning 6.9 and 4.8.

The amount of milk produced in 21 days is low (2003,4g), this low production and low average birth weight (55,7g) are behind the low average weaning weight (396,5g). The physiological stage of females significantly affect the plasma concentration of different metabolites.

The weights of the rabbits and litter, as well as the quantities of milk produced per week and in 21 days increase with parity. Litter size breastfed very significantly influence milk production in mothers and the growth of rabbits during the period birth-weaning.

The calving season affects only partially the reproductive performance and growth of young rabbits. Stillbirth and birth-weaning mortality is very high (17.5 and 19.4%).

The growth performance evaluation test and slaughter has noted:

-An Average live weight at slaughter of $1995,50g \pm 483.5$ realizing an average daily gain of 32g / d.

-An Average food consumption $89,35g / d \pm 14.45$ with a feed conversion of 2.7 variant. For slaughter performances were noted:

A carcass yield of 55%.

A yield of 24.33% thighs.

A yield of front legs 15%.

A performance saddle 29 7%.

Adiposity of 3.07% and a ratio muscle / bone 6.7.

In the sensory test, the panelists indicated that the local rabbit meat is very tender (6.6 / 7), very juicy (2.39 / 5 but more mealy (3.65 / 7) and has a intense flavor (5.89 / 7).

These average performance can be increased by improving farming conditions, the extension of the period of study and monitoring of a sample of the population under more controlled conditions.

In Algeria, one of the main factors limiting the development of the production of rabbit remains the lack of a balanced food available at reasonable prices.

Keywords: rabbit, Aurèsienne population, milk production, growth, carcass yield, sensory quality.

Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE

Le monde entier connaît ces dernières années des problèmes cruciaux de sous-alimentation et l'Algérie en particulier est confrontée à des difficultés d'autosuffisance alimentaire. En effet, les efforts fournis dans le secteur de l'élevage et celui de l'agriculture en Algérie sont encore loin de satisfaire les besoins alimentaires des populations (FAQ, 2000). Le continent doit encore importer en complément une part essentielle des protéines d'origines animales qu'il consomme. Un tel déficit se trouve comblé par les importations de produits congelés qui ne cessent d'augmenter d'année en année. La quête de solution durable pour remédier à ce déficit a permis de développer l'élevage des espèces à cycle court et prolifiques telle que le lapin.

Le lapin est également apprécié pour ses nombreux atouts en particulier sa prolificité élevée 53 lapereaux d'un poids vif de 2,47 kg abattus par lapine /an ce qui représente une importante quantité de viande soit 131 kg / lapine /an (Coutelet, 2014). Le lapin en plus de son cycle biologique court, il est également un herbivore qui valorise plusieurs sources végétales et les sous-produits des industries agro-alimentaires, même riches en cellulose. Il convertit 20% des protéines ingérées en viande contre 8 à 12% chez les bovins (Dalle Zotte, 2014). La pratique d'une cuniculture traditionnelle est ancienne en Algérie (Berchiche et Lebas, 1994), par contre la rationalisation n'est apparue qu'à partir 1987 suite à l'importation des reproducteurs hybrides (HYPLUS). Toutefois cette opération a rapidement échoué en moins de deux années en raison de l'indisponibilité d'aliment granulé de bonne qualité nutritionnelle ce qui a provoqué une importante mortalité.

Depuis quelques années, l'élevage du lapin en Algérie connaît un nouvel essor. Des programmes de développement des productions animales, notamment des petits élevages (Aviculture et Cuniculture) ont été mis en place par les autorités en vue de diversifier les productions et d'augmenter les apports en protéines animales. Les différents programmes n'ont pas toujours été exécutés par des professionnels et n'associaient pas le secteur de la recherche. Après cet échec, La cuniculture rationnelle est relancée une décennie plus tard en Algérie en adoptant une stratégie basée sur l'exploitation des reproducteurs de population locale (Berchiche et al., 2000b ; Zerrouki et al., 2005). Cette nouvelle situation rencontre moins de difficultés pour disposer d'un aliment industriel de meilleure qualité ce qui a facilité la multiplication des élevages rationnels notamment dans la région du centre du pays.

Les populations locales Algériennes présentent des caractéristiques importantes du point de vue de leur adaptation aux conditions alimentaires et climatiques Algériennes (résistance avérée à certaines maladies et à la chaleur).

Ces populations présentent toutefois une variabilité phénotypique résultante des croisements intempestifs et parfois volontaristes (recherches des caractères de performance) avec des races étrangères introduites en Algérie au cours des années 70 (Blanc Néozélandais, Burgundy fawn, Géant des Flandres, Californien). Depuis deux décennies maintenant plusieurs travaux de recherche ont été initiés au niveau de l'institut technique d'élevage de Blida (ITELV), à l'université de M.MAMMERY de Tizi-Ouzou et dernièrement à l'université de Batna1. Quelques études (Gacem et Lebas, 2000 ; Belhadi et al. 2002 ; Belhadi, 2004) ont permis de connaître les résultats de production en élevage à partir de la population locale Kabyle. En parallèle, des travaux réalisés au laboratoire de physiologie et nutrition animale de l'université de Tizi-Ouzou ont permis d'évaluer cette population en conditions rationnelles (Berchiche et al. 2000; Zerrouki et al. 2001, 2005). Ainsi, dans le cadre de la continuité des travaux antérieurs, cette étude a pour objectif principal de contribuer à la connaissance des performances de reproduction, de production et du rendement en carcasse de lapins de population locale élevée dans la région des Aurès.

Cette thèse sera présentée en deux parties, une étude bibliographique et une étude expérimentale. L'étude expérimentale de cette thèse est précédée d'une étude bibliographique portant sur une mise au point des connaissances sur l'espèce, les particularités anatomo-physiologiques de la reproduction et de la digestion, et l'évaluation des performances de croissance et la qualité de la viande.

Les travaux expérimentaux porteront sur les aspects suivants :

- Evaluation des performances de reproduction des lapines.
- Etude de la production laitière des lapines.
- Etude du profil métabolique des femelles et morphométrie folliculaire.
- Etude de la croissance des lapereaux sous la mère.
- Evaluation des performances de croissance, morphométrie digestive et histométrie intestinale.
- Evaluation du rendement en carcasse et des qualités sensorielles de la viande de lapin local.

Etude bibliographique

I. GENERALITES SUR L'ESPECE (*Oryctolagus cuniculus*)

I.1. Origine et domestication

Par classification zoologique actuelle, l'ordre des lagomorphes est divisé en deux grandes familles : l'Ochotonidae et léporidés. Lapins et lièvres sont les membres de la famille des léporidés. La classification taxonomique des Léporidés proposé par Wilson et Reeder (1993) a été acceptée comme divisé en 11 genres, dont l'un, le genre *Sylvilagus*, dont la présence répandue dans l'Amérique du Nord continent de ses 13 espèces (connu comme le lapin, parmi lesquels le *sylvilagus floridanus*, connu en Europe sous le "mini-lièvre»). Deux membres de la famille sont le genre *Lepus*, avec ses 30 espèces de lièvres (ancien monde), et le genre *Oryctolagus*, également originaire de l'Europe, qui a une seule espèce, *Oryctolagus cuniculus*. Les trois genres (figure 1) se différencient par le nombre de chromosomes (*Sylvilagus* $2n = 42$; *Lepus* $2n = 48$; *Oryctolagus* $2n = 44$), donc ne génère pas de croisements (Robinson et al. 2002).

Le lapin *Oryctolagus cuniculus* est le seul mammifère domestiqué dont l'origine se situe en Europe de l'Ouest, en Espagne, où des fossiles datant de 6 millions d'années ont été retrouvés. Les premiers écrits mentionnant l'élevage de lapins sont ceux de Varon (116-127 avant J.C.) sans pour autant que l'on puisse parler de domestication puisque les lapins étaient alors conservés dans des parcs à gibiers murés appelés « *leporaria* ». A cette époque, les Romains avaient l'habitude de consommer des fœtus de lapereaux qu'ils appelaient « *laurices* », coutume entretenue au moyen âge par les moines qui initièrent l'élevage des lapins en clapiers (Sandford, 1992). Dès lors, l'espèce s'est répandue dans le monde entier et s'est étoffée de nombreuses races qui en font aujourd'hui une des espèces animales domestiques présentant une des plus grandes diversités notamment au niveau de ses utilisations (McNitt et al. 2013). Actuellement, même si le lapin peut être trouvé à l'état sauvage (lapin de garenne), celui-ci est de plus en plus « plébiscité » en tant qu'animal de compagnie mais est aussi largement utilisé comme animal d'élevage (chair, fourrure), comme animal modèle pour la recherche médicale ou plus récemment comme bioréacteur pour la production de protéines thérapeutiques (Sandford, 1992).

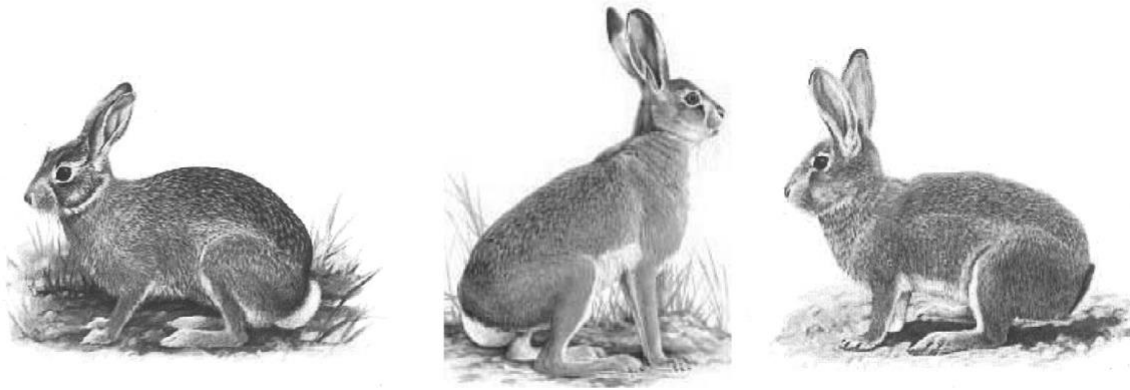


Figure 1. Sylvilagus, Lepus, et le genre Oryctolagus (Catalano, 1974).

I.2. Généralités sur la production cunicole

1.2.1. Production du lapin dans le monde

Selon les statistiques les plus récentes de la FAO en date de 2013, la production mondiale de viande de lapin est estimée à 1,8 million de tonnes, soit une relative stabilité par rapport à 2012. La production est concentrée dans un petit nombre de pays : Chine, Venezuela, Italie, Corée, Espagne, Egypte, France et République tchèque (figure 2).

Le continent asiatique est la première zone productrice du monde avec 50 % de la production totale (Chine avec 727 000 tonnes et 40 % de la production mondiale), suivie par l'Union Européenne pour 27 %, avec près de 480 000 tonnes et l'Amérique du Sud avec près de 292 000 tonnes. En Europe, les trois principaux producteurs sont l'Italie, l'Espagne et la France, auxquels il faut ajouter la République tchèque (FAO octobre 2015).

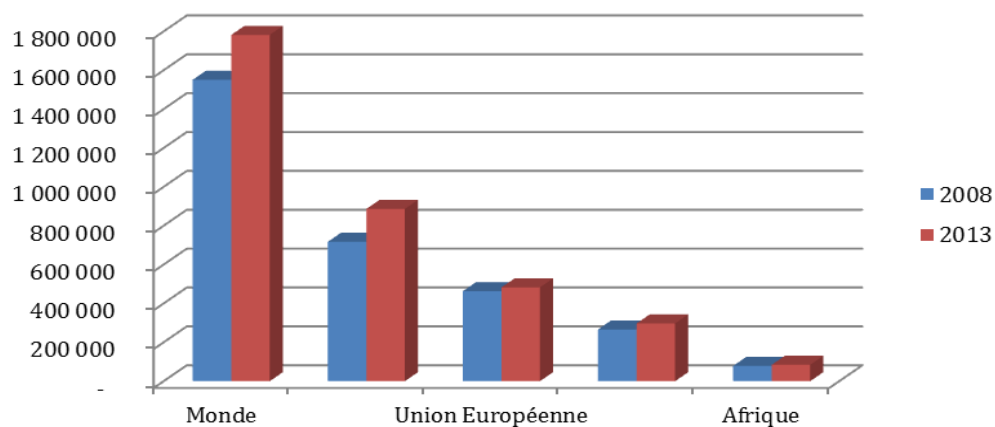


Figure 2. Évolution de la production mondiale en 5 ans (en tonnes) (Faostat, 2015).

La production traditionnelle représente environ 40% de la production totale de viande de lapin Aujourd'hui. Une exception serait la production de lapin bio, qui gagne un intérêt croissant (Dalle Zotte et Ragno, 2005 ; Dalle Zotte, 2007 ; Dalle Zotte et Paci, 2014).

Peu d'informations récentes sont disponibles sur la consommation de lapin dans les différents pays (figure 3). Les estimations annuelles vont de 0,93 kg par personne en France (ITAVI, 2014) et de 1,35 kg par personne en Espagne (González-Redondo et al. 2012) pour 2010, jusqu'à 4,4 kg par personne en Italie (Unaitalia, 2010). L'Afrique du Nord arrive en troisième position avec une consommation de 0,66kg par an et par habitant (Lebas et Colin, 2000).

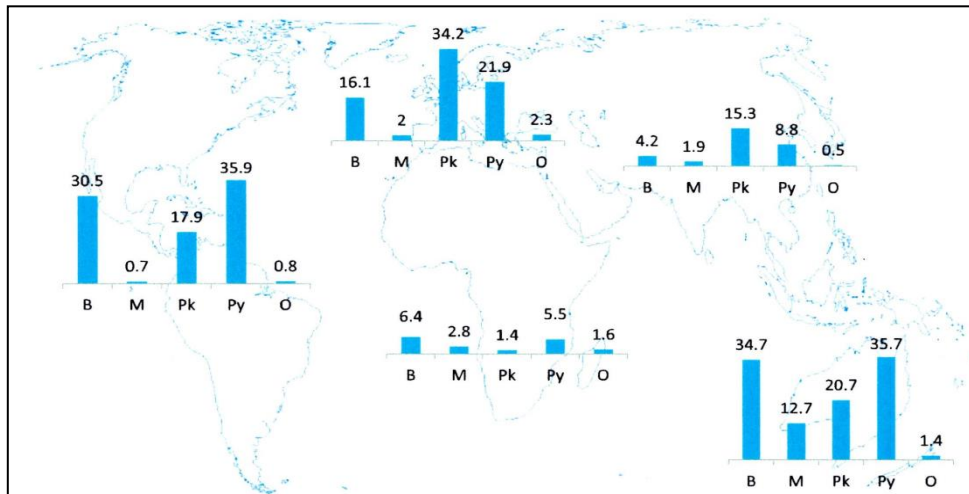


Figure 3. Consommation (kg / habitant / an) de la viande bovine (B), de mouton et caprin (M), de poulet (PY) et d'autres viandes (O) par continent (Source : FAOSTAT, 2014)

I.2.2. La production du lapin en Algérie

En Algérie, les productions animales sont représentées principalement par la production bovine, ovine, caprine et l'aviculture (figure 4).

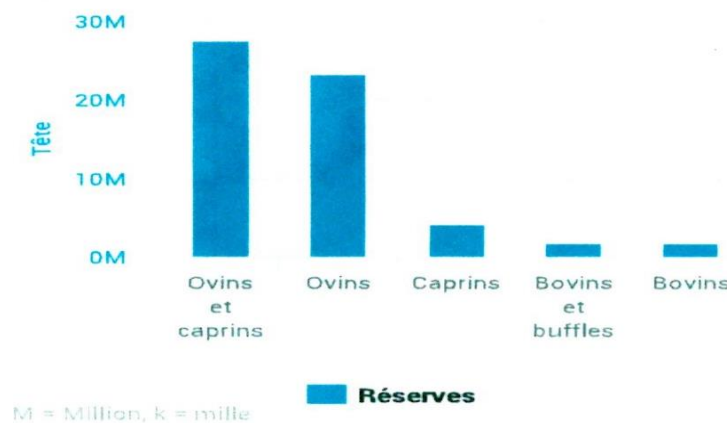


Figure 4. Les principales productions animales en Algérie (FAOSTAT, 2015).

La production de viande de lapin est de 27 000 tonnes par an. Ghezal-Triki et Colin (2000) l'estiment à 23 000 tonnes par an avec un effectif de 1 043 000 lapines (Tableau 1). La consommation de viande de lapin est plus élevée en zones rurales avec 1,5 kg par an alors qu'en ville, la consommation n'est que de 0,4 kg (Gacem et Lebas, 2000). Ceci classe le lapin derrière le poulet de chair (4,7 kg par habitant et par an) et nettement après les viandes rouges 9,8 kg/hab/an (Zerrouki, 2006).

Tableau 1 : La production de viande de lapin dans les pays du Maghreb (Ghezal-Triki et Colin, 2000)

Pays	Nombre d'habitants(Millions)	Production de viande (Milliers de tonnes/an)	Nombre de lapines	Consommation par habitant (Kg)
Algérie	28,8	23	1043000	0,8
Maroc	27,7	20	992000	0,7
Tunisie	9,3	4	210000	0,4
Libye	5,3	1.5	71000	0,3
Total	65,8	48,5	2316000	2,2

I.3. Quelques races de lapins

On peut classer les races en trois catégories selon leur format : les petites races dont le mâle adulte pèse moins de 3 kg (chez le lapin, les femelles pèsent généralement entre 2 et 10% de plus que les mâles), les races moyennes dont le mâle adulte pèse de 3 à 5 kg et les races géantes dont le mâle adulte pèse de 5 à 7 kg, voire plus. Des exemples sont présentés dans le tableau 2 (Djago *et al.* 2009).

Tableau 2: Exemples de races de lapins de chair (D'après Djago *et al.* 2009).

Type	Races (exemples)	Caractéristiques
Petites races (< 3 kg)	- Petit Russe - Argenté Anglais - Noir et Feu noir	- Conformation excellente - Bonne précocité - Chair fine
Races moyennes (3 à 5 kg)	- Argenté de Champagne - Fauve de Bourgogne - Néo-Zélandais Blanc - Blanc et Bleu de Vienne - Californien	racas commerciales par excellence : - Bonne précocité, - Conformation satisfaisante - Chair fine et dense
Races géantes (> 5 kg)	- Géant Blanc de Bouscat - Géant Papillon Français - Bélier Français - Géant des Flandres	- Croissance relative lente - Assez peu prolifique - Chair au grain grossier (fournissent des viandes dites de fabrication (pâté, rillettes...)) - Ne peuvent pas être élevés sur grillage



Petite race



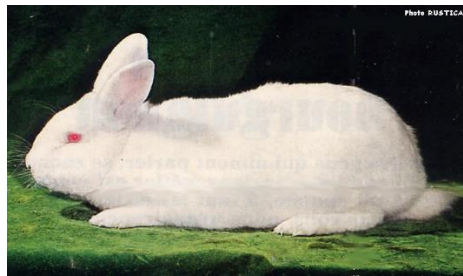
Californien



Blanc de vienne



Fauve de Bourgogne



Néozélandais

Race moyenne



Bélier Français



Géant blanc du Bouscat



Géant des Flandres



Géant papillon Français

Race géante

Figure 5. Les races de lapins (www.cuniculture.info)

I.4. Aspect morphologique

Pour la majorité des races, à l'exception des naines, l'allure générale du corps est différente selon le sexe. Une tête large et forte, un thorax développé, des membres relativement épais et une musculature bien extériorisée sont généralement les caractéristiques du mâle. Les femelles présentent toutes proportions gardées, plus de finesse générale avec une tête plus étroite, un corps paraissant plus allongé et une ossature un peu plus légère. Seul l'arrière-train est plus développé avec un bassin large (Djago et Kpodékon, 2000).

II. PARTICULARITES PHYSIOLOGIQUES DE LA REPRODUCTION CHEZ LA LAPINE

Chez la plupart des mammifères domestiques, les femelles pubères présentent un cycle œstral régulier avec une ovulation dite spontanée qui a lieu à intervalles réguliers au cours des périodes de chaleurs. Il existe cependant d'autres espèces où l'ovulation est induite par des stimuli externes (stress, accouplement...) ; on parle alors d'ovulation réflexe (Fox et Laird, 1970). Parmi eux, la lapine, espèce polytoque dont l'ovulation est provoquée par l'accouplement (Boussit, 1989). Cette particularité confère à la lapine des spécificités physiologiques qu'il est nécessaire d'étudier pour le développement et l'application des différentes biotechnologies de la reproduction chez cette espèce (Driancourt, 2001).

II.1. Développement des gonades

La croissance folliculaire ou folliculogénèse est un processus continu initié à partir de la réserve de follicules primordiaux jusqu'à l'ovulation ou l'atrésie des follicules en croissance (Peters, 1978). Elle résulte à la fois de la croissance de l'ovocyte, de la multiplication des cellules de la granulosa mais aussi du développement de l'antrum lors des dernières étapes de la folliculogénèse. Lors de la croissance des follicules jusqu'au stade préovulatoire, on assiste en parallèle à l'ovogénèse qui consiste en la croissance et à la maturation des ovocytes qu'ils renferment pour leur conférer leur aptitude à être fécondés et à se développer. Les processus d'ovulation et d'atrésie marquent la fin de l'ovogénèse et de la croissance folliculaire (Monniaux et *al.* 2009).

Les travaux portant sur l'étude de la folliculogénèse et l'ovogénèse chez la lapine sont peu nombreux et relativement anciens malgré les nouveaux outils dont dispose la recherche comme l'imagerie par ultrasons. Cette technique permet d'observer l'évolution de la population folliculaire de manière non invasive (Hildebrandt et *al.* 2000) grâce notamment

à l'ultrasonographie transrectale, souvent utilisée pour observer les vagues de croissance folliculaire en parallèle à l'étude des profils hormonaux en particulier chez les animaux sauvages (McCorkell et *al.* 2006 ; Bronneberg et *al.* 2007). De telles études n'ont encore jamais été effectuées chez la lapine et semblent difficilement réalisables compte tenu de la petite taille des structures folliculaires. Ainsi, la majeure partie des études menées chez cette espèce se consacre à l'évolution des profils hormonaux et de la croissance folliculaire *post-coïtum* ou *post-partum* (*p.p.*) qui représentent les étapes clés des élevages fonctionnant en rythme de reproduction intensif. Peu de travaux ont porté sur l'étude simultanée du renouvellement folliculaire et des sécrétions hormonales hors accouplement contrairement à d'autres espèces domestiques (Driancourt et *al.* 2001).

II.2. Mise en place de la réserve folliculaire et l'activité ovarienne chez la lapine pré pubère

La différenciation sexuelle s'établit, comme chez le mâle, au 16ème jour du développement embryonnaire (Allen, 1904 ; Chretien, 1966). Contrairement à la plupart des Mammifères (brebis, vache,...) le stock de follicules primordiaux chez la lapine, comme chez la chatte, n'est pas déterminé pendant la vie fœtale mais s'établit pendant la période néonatale, lors des premières semaines qui suivent la naissance (figure 6).

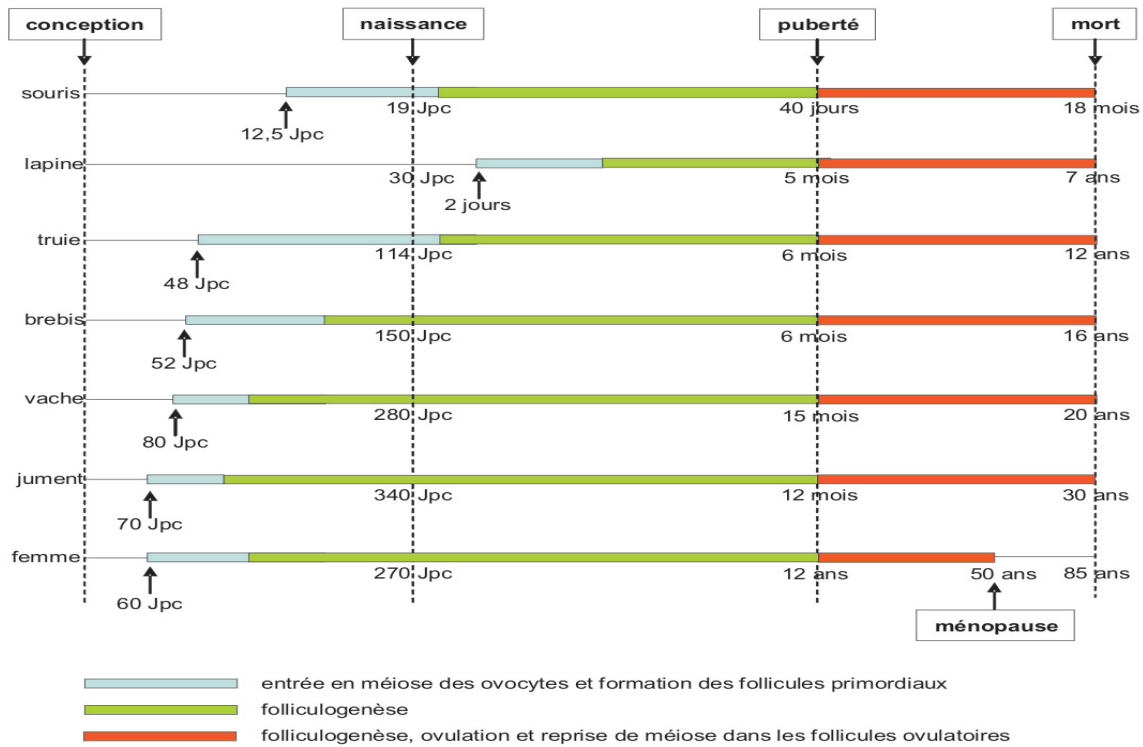


Figure 6. Comparaison du déroulement de l'ovogenèse chez les mammifères
 Source : Inra Productions Animales, 2009

La lapine naît avec des gonades immatures contenant uniquement des ovogonies provenant de la migration en direction des crêtes génitales des cellules germinales primordiales, localisables dès le 9^{ème} jour *p.c.* au niveau de l'endoderme. La plupart des cellules germinales sont présentes dans les crêtes génitales dès le 16^{ème} jour *p.c.* lors de l'établissement de la différenciation sexuelle (Chretien, 1966).

Parallèlement à leur migration qui s'achève au 19^{ème} jour *p.c.*, les cellules germinales primordiales se multiplient avec une activité mitotique intense entre le 16^{ème} et le 18^{ème} jour *p.c.* Au 26^{ème} jour *p.c.*, le stock d'ovogonies est maximal et atteint 12 500 (contre 16 000 chez le mâle) pour ensuite diminuer par dégénérescence et arriver à 8 000 (contre 11 000 chez le mâle) quelques jours avant la mise bas (Mauléon, 1967). Les travaux de Teplitz et Ohno (1963) et de Peters et *al.* (1965) qui avaient pu mettre en évidence les multiplications par mitoses successives des ovogonies qui débutent dès le 21^{ème} jour *p.c.* pour s'arrêter 10 jours après la naissance. L'entrée en prophase de première division méiotique correspond à la différenciation des ovogonies en ovocytes au stade vésicule germinative (VG). D'après Peters et *al.* (1965), cette étape est observée dès le 1^{er} jour après la naissance avec

une apparition progressive des différents stades de prophase I : 1er leptotènes à 1 jour *post-partum* (*p.p.*), zygotènes à 4 jours *p.p.*, pachytènes à 6 jours *p.p.* et diplotènes (blocage méiotique) à 10 jours *p.p.* Par la suite, Kennelly et *al.* 1970 ont apporté des précisions sur les durées respectives de chacune des phases de la prophase méiotique et concluaient que la phase leptotène dure 3 à 8 h, zygotène 44 h, pachytène 216 h et la phase diplotène 96 h (Kennelly et *al.* 1970). Au 14ème jour après la naissance, le stock d'ovocytes est défini et plus aucune ovogonie n'est observée sur les coupes histologiques. A ce jour, la taille de la réserve folliculaire est donc déterminée et diminuera progressivement au cours de la vie de l'animal principalement par atresie (>99,9 % des follicules) ou par évolution en ovocytes au stade MII qui seront ovulés (Rodriguez et *al.* 1987). La population folliculaire totale peut varier de façon considérable entre individus d'une même espèce appartenant ou non à des races différentes. Boussit (1989) affirme que la taille de la réserve folliculaire n'est pas limitante pour la vie reproductive d'une lapine, notamment dans le cadre de l'élevage. D'une façon générale, le nombre de follicules en croissance représente toujours une faible proportion de l'effectif folliculaire total qui est d'environ 20 000 chez la ratte et 160 000 chez la brebis (Driancourt et *al.* 2001). Au 20ème jour *p.p.*, l'ensemble des ovocytes sont bloqués au stade diplotène de la prophase I et sont majoritairement sous la forme de follicules primordiaux (ovocytes au stade VG entourés de quelques cellules aplaties). La croissance folliculaire se poursuit alors progressivement jusqu'à la formation de la cavité antrale ou antrum qui apparaît comme chez la plupart des autres Mammifères (Driancourt et *al.* 2001) lorsque le follicule a atteint un diamètre approximatif de 200 µm (Hulot et Mariana, 1985). Les premiers follicules secondaires, tertiaires et à antrum apparaissent respectivement à 4, 8 et 12 semaines après la naissance (Foote et Carney, 2000). Ces données confirment les observations de Mariana et Solari (1993) qui n'ont décelé que des follicules secondaires ou tertiaires dans les ovaires de lapines de 30 jours. A ce stade, l'apparition des premiers follicules à antrum ne marque pas l'établissement de la puberté chez la lapine car l'immaturité des structures ovariennes et du système hormonal ne permet pas le développement de ces follicules jusqu'au stade préovulatoire (McNitt et *al.* 2013). Les premiers follicules régressent alors par atresie dès lors que leur croissance devient dépendante des hormones gonadotropes.

L'âge d'apparition de la puberté et les résultats du premier accouplement des jeunes lapines varient en fonction de nombreux facteurs externes. Le climat, la saison, la race, l'alimentation, l'éclairage ainsi que des différences individuelles ont été indiqués (Critchlov et Bar Sela, 1969 ; Mc Donald, 1975). Le facteur déterminant semble être

le métabolisme basal qui diminue dès la naissance et tend vers une valeur critique, moment où la puberté commence (Levasseur, 1977).

L'âge à la puberté est d'ailleurs difficile à définir puisqu'il n'est pas possible de déterminer un âge au premier œstrus comme chez les autres espèces. Celui-ci est donc déterminé par des critères indirects qui dépendent plus du type de population considéré que des individus eux-mêmes.

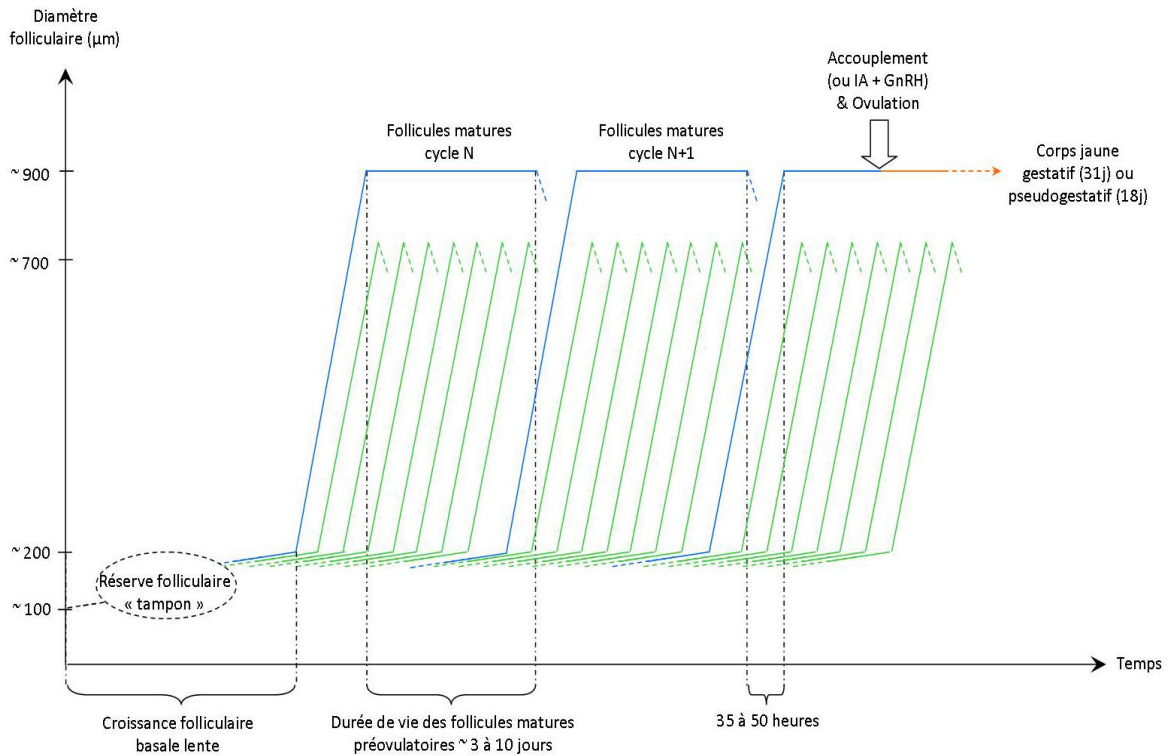
Les lapines peuvent cependant montrer un comportement d'œstrus et accepter pour la première fois l'accouplement vers 10-12 semaines mais sans entraîner l'ovulation et donc de fécondation. Ce comportement de réceptivité ne peut donc être utilisé par l'éleveur comme un signe de puberté mais comme un signe précurseur de la maturité sexuelle. Dans les élevages, les femelles sont couramment mises à la reproduction à 120-130 jours quand celles-ci ont atteint 80 % de leur poids adulte (McNitt et al. 2013).

II.3. Dynamique de la croissance folliculaire chez la lapine pubère

Les données concernant l'établissement de la puberté sont indispensables pour déterminer l'âge de la mise à la reproduction mais l'activité ovarienne des femelles pubères est le point clé pour la maîtrise de la reproduction en élevage (Monniaux et al. 2009). Or, la bibliographie existante nous renseigne peu sur la succession des vagues de croissance folliculaire chez la lapine sexuellement active. La lapine est un animal non cyclé qui produit des follicules matures en continu qui deviennent atreétiques si l'ovulation n'est pas induite par l'accouplement ou une stimulation hormonale. Potentiellement, tous les follicules en croissance peuvent évoluer jusqu'au stade de follicules matures ($\varnothing > 900 \mu\text{m}$) qui seront soit ovulés, soit résorbés par atresie (un follicule tertiaire est considéré comme atreétique quand 5 % des cellules de la granulosa présentent un noyau pycnotique). La première estimation de la durée de la croissance folliculaire chez la lapine a été donnée par Desaive (1947) à partir d'un modèle de renouvellement des follicules dans l'ovaire de lapine se basant sur des démonstrations mathématiques complexes. Près de 40 ans plus tard, Kranzfelder et al. (1984) ont étudié les croissances des follicules tertiaires ($\varnothing > 250 \mu\text{m}$) grâce à l'analyse histologique des ovaires de lapines pubères. Chez la lapine non stimulée, on retrouve une majorité de follicules dont le diamètre est compris entre 250 et 700 μm , seulement quelques follicules de diamètre compris entre 700 et 900 μm et un peu plus de follicules matures de diamètre supérieur à 900 μm . Le nombre de follicules matures est relativement constant entre les individus avec, en permanence, 8 follicules susceptibles d'évoluer jusqu'à l'ovulation. La présence des follicules

matures entraîne l'inhibition de la croissance des follicules tertiaires dont le diamètre est inférieur à 900 μm qui évoluent en follicules atrétiques sans dépasser le stade 700 μm .

Le mécanisme d'inhibition est encore mal cerné mais il serait probablement lié à la forte sécrétion d'œstrogènes par les follicules matures. Après injection d'hCG (induction artificielle de l'ovulation) et rupture des follicules matures, le mécanisme d'inhibition est alors temporairement levé permettant une forte croissance des follicules de diamètre compris entre 500 et 900 μm jusqu'au stade de follicules matures. Lorsqu'un nombre suffisant de follicules matures est atteint, le mécanisme d'inhibition est alors rétabli et les follicules de diamètre supérieur à 700 μm deviennent atrétiques alors que les follicules matures se rompent pour libérer des ovocytes matures (Kranzfelder et *al.* 1984). En l'absence de stimulation, les follicules matures présents à la surface de l'ovaire ont une durée de vie de 7 à 10 jours (Hill, 1933) ou de 3 à 6 jours (Smelser et *al.* 1934) selon les auteurs, avant de régresser par atresie. La phase de dominance des follicules matures est alors levée comme après l'injection d'hCG et on assiste à une nouvelle vague de croissance folliculaire avec l'apparition de nouveaux follicules préovulatoires dans un intervalle de 35 à 50 h (figure 7). Mariana et *al.* (1986) ont pu comparer les croissances folliculaires de deux souches de lapines issues du schéma de sélection (Californien et Néo-Zélandais) en suivant, par des études histologiques, l'évolution des follicules primordiaux ($\varnothing \sim 100 \mu\text{m}$) jusqu'au stade préovulatoire ($\varnothing \sim 800 \mu\text{m}$). Cette étude est complémentaire à celle de Kranzfelder et *al.* 1984 qui ne s'intéressaient qu'à la description de la croissance folliculaire terminale, écartant la croissance basale des follicules primordiaux.



Tracés verts : Ensemble de follicules en croissance qui deviendront atrétiques
 Tracés bleus : Ensemble de follicules en croissance qui évolueront en follicules préovulatoires puis en follicules atrétiques en l'absence d'ovulation ou en corps jaunes après ovulation.

Figure 7. Schématisation de la dynamique des vagues folliculaires chez la lapine (Mariana et al. 1986)

Ainsi, la durée totale de la croissance folliculaire a été estimée à 2 mois pour la race Néo-Zélandaise et à 6 mois pour la race Californienne, la différence étant principalement due à la croissance folliculaire basale particulièrement lente qui précède l'apparition de l'antrum (1,5 mois pour la race Néo-Zélandaise contre 5 mois pour la race Californienne) (Mariana et al. 1989b).

Concernant la reprise des cycles folliculaires après la mise bas, le 1er cycle folliculaire débiterait pendant la phase finale de la gestation (29ème ou 30ème jour de gestation), parallèlement à la chute des taux de progestérone, avec un maximum 3 à 5 jour *p.p.* (multipares vs. primipares) période durant laquelle les performances de reproduction sont les plus faibles (Theau-Clément, 2007). Le 2ème cycle folliculaire atteindrait une croissance maximale au 9ème jour post-partum ce qui impliquerait une superposition des cycles pendant une période de 4 à 6 jours. Cependant, la croissance folliculaire se déroulerait en deux phases avec une première phase où le développement des follicules est lent (les follicules passeraient de 100 à 200 µm en 76 jours) et une deuxième phase au cours de laquelle la croissance

s'accélère lorsque les follicules se creusent d'une cavité antrale pour arriver au stade préovulatoire (durée de 21 jours) (Kranzfelder et al. 1984 ; Mariana et Solari, 1993 ; Driancourt et al. 2001) (figure 8).

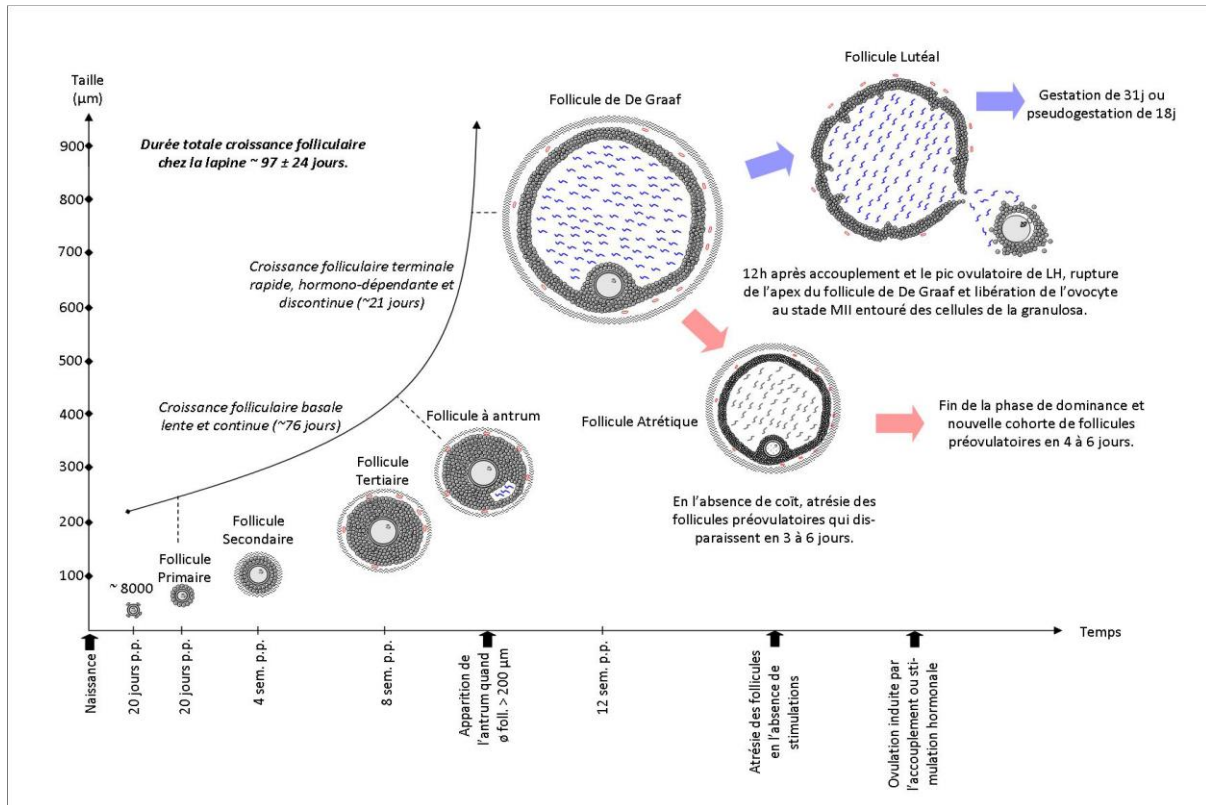


Figure 8. Schématisation du déroulement de la Folliculogénèse chez la lapine (Pascal Salvetti, 2008)

Dès l'apparition de l'antrum, l'ovocyte qui a fini sa croissance entre dans sa phase de maturation qui lui confère sa capacité de développement. Cette phase de maturation est assez complexe et comprend une maturation cytoplasmique (accumulation des transcrits maternels, migration des granules corticaux,...) puis nucléaire (rupture de la vésicule germinale et reprise de la méiose,...) indispensable à l'ovocyte. L'acquisition de cette aptitude à être fécondé et à se développer est bien loin d'être cernée, notamment chez la lapine, ce qui explique les faibles résultats obtenus après maturation (Foote et Carney, 2000). Ainsi, la croissance folliculaire chez la lapine est un processus continu qui présente des vagues de croissance suffisamment rapprochées pour permettre une présence quasi permanente de follicules préovulatoires matures prêts à ovuler. En absence de stimuli (coït ou stimulation hormonale), les follicules préovulatoires se maintiennent de 3 à 10 jours entraînant l'atresie de tout follicule en croissance atteignant un diamètre de 700 µm (phase de dominance). L'atresie des follicules matures permet le renouvellement folliculaire en l'espace de 35 à 50 h.

Par conséquent, la lapine possède, en théorie, la capacité d'ovuler à tout moment de son cycle de reproduction (Pascal Salvetti, 2009).

II.4. Physiologie post ovulatoire

II.4.1. Gestation

Après fécondation, tous les embryons sont présents dans l'isthme de l'oviducte 24 heures après le coït (Bourdage et Halbert, 1988). (Figure 9)

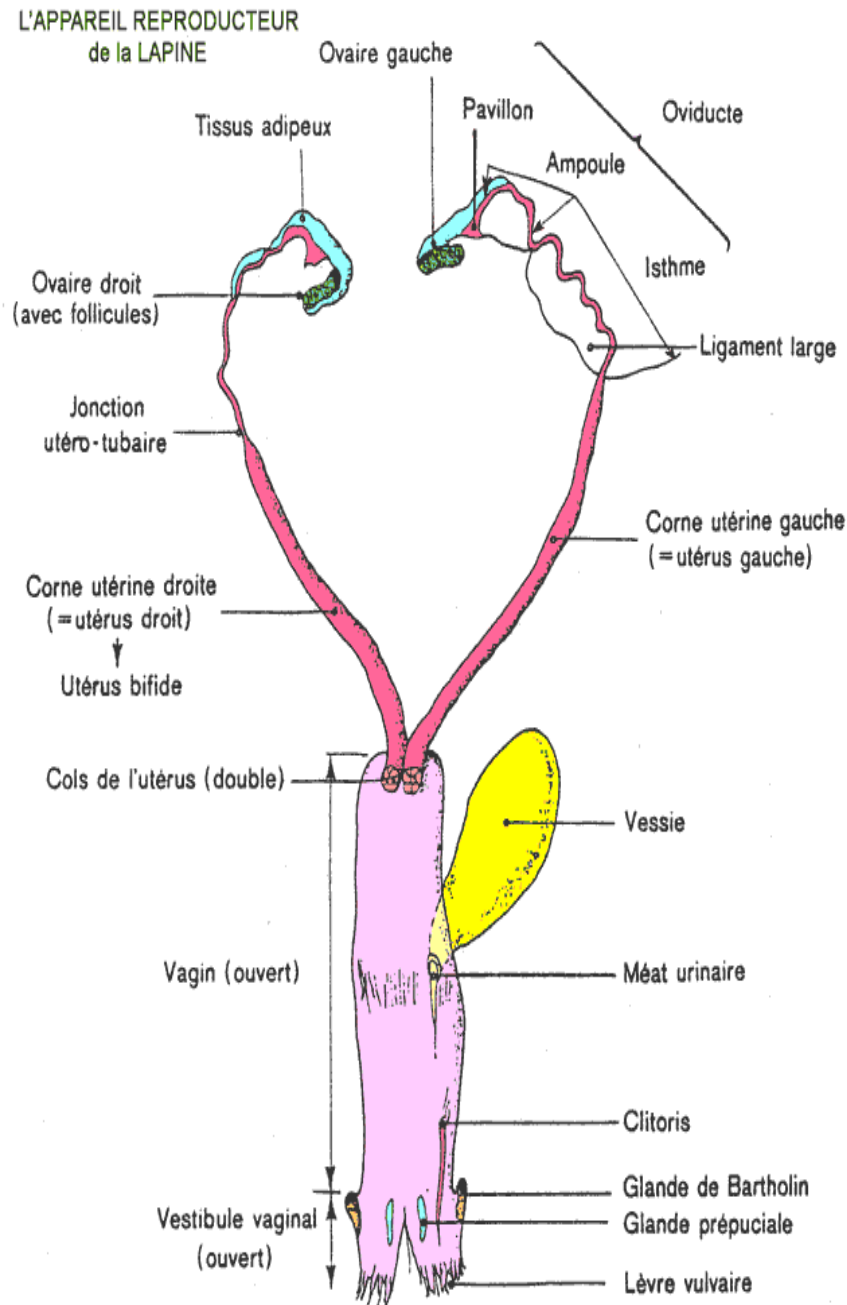


Figure 9. L'appareil génital de la lapine (d'après Lebas et al. 1996).

D'après les observations de López-Béjar (1995), les embryons ont terminé leur premier cycle cellulaire à 26 h *p.c.*, puis poursuivent leurs divisions pour atteindre les stades 4 cellules (26-32 h *p.c.*), 8 cellules (32-40 h *p.c.*), 16 cellules (40-47 h *p.c.*), morula (47-68 h *p.c.*) et blastocyste (68-76 h *p.c.*). Parallèlement à leur développement, les embryons migrent le long de l'oviducte où ils acquièrent leur manteau muqueux avant d'arriver dans la corne utérine, siège de l'implantation (figure 10). Les embryons de lapin possèdent deux couches

extracellulaires dont l'intégrité est primordiale pour la survie embryonnaire. La couche la plus interne est la zone pellucide (11 à 30 μm d'épaisseur) mise en place dans les ovaires lors de Folliculogénèse (formation des follicules secondaires) et indispensable pour la nutrition des ovocytes lors de la croissance folliculaire et la reconnaissance des gamètes lors de la fécondation (Dunbar, 1983 ; Motta *et al.* 1994). Le corps jaune est nécessaire tout au long de la gestation. La sécrétion hypophysaire de LH, des mécanismes propres à l'ovaire (notamment le taux d'œstrogènes) et les messages chimiques contrôlés par l'unité fœto-placentaire interviennent dans le maintien du corps jaune. La durée de la gestation varie de 30 à 33 jours. Sa fin est marquée par l'inversion du rapport des taux d'œstrogènes et de progestérone. Le taux de progestérone chute fortement à partir du 27ème jour (AERA, 1994).

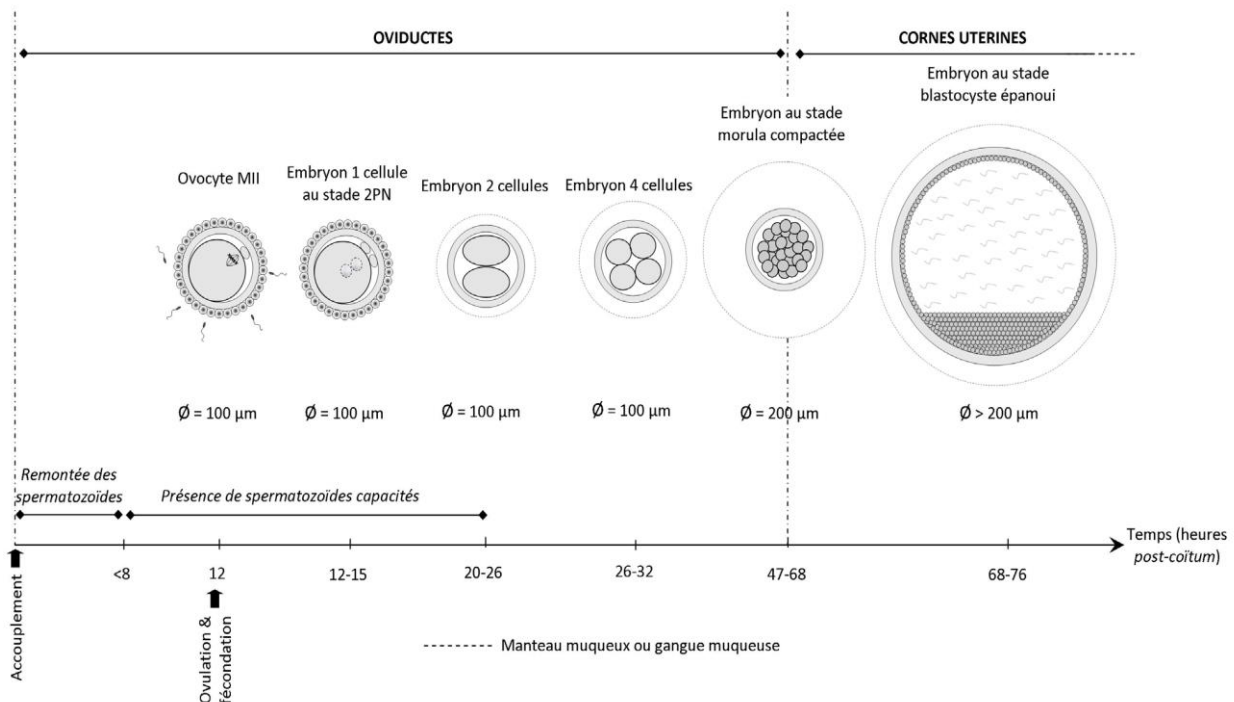


Figure 10. Schématisation du développement embryonnaire chez le lapin (Pascal Salvetti, 2009)

II.4.2. Mise bas et allaitement des lapereaux

Le taux de progestérone diminue et n'est plus suffisant pour empêcher les contractions utérines. Les glandes surréaliennes fœtales sécrètent des corticoïdes, qui passent dans le sang maternel et provoquent la libération d'ocytocine par l'hypophyse maternelle, à l'origine

des contractions utérines croissantes. Les prostaglandines PGF₂, par leur rôle lutéolytique, diminuent encore le taux de progestérone (Boussit, 1989). La lapine construit un nid quelques jours avant la mise bas avec de la paille, des copeaux de bois, auxquels elle ajoute des poils prélevés sur son ventre et ses cuisses quelques heures avant la parturition (AERA, 1994).

La mise bas dure 10 à 20 minutes indépendamment de la taille de portée qui peut varier de 1 à 20 lapereaux avec une moyenne située autour de 8 à 10 dans les élevages.

Elle intervient généralement après 31 à 32 jours de gestation (Foote et Carney, 2000). Dès lors, la production quotidienne de lait augmente de 30 – 50 g les deux premiers jours à 200 – 250 g vers la fin de la 3^{ème} semaine de lactation (figure 11). Elle décroît ensuite plus ou moins rapidement en fonction de la présence ou de l'absence simultanée d'une gestation. A partir du 22^{ème} jour *p.p.*, la quantité de lait produite diminue brutalement chez les lapines gestantes alors que cette diminution est beaucoup moins rapide chez des lapines non gestantes (Lebas, 1972). Quel que soit le statut physiologique des lapines allaitantes la production laitière devient nulle au 28-29^{ème} jour de gestation.

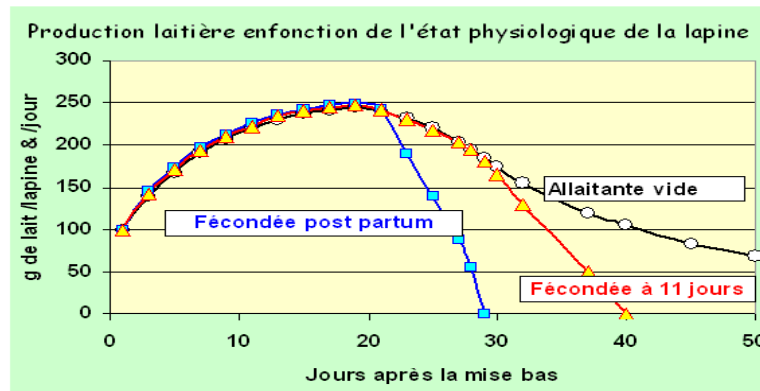


Figure 11. Production laitière en fonction de l'état physiologique de la lapine
Source : Lebas (1972)

II.4.3. Pseudogestation

En l'absence de fécondation, les corps jaunes ne se maintiennent que 15 à 19 jours et empêchent toute nouvelle ovulation. La sécrétion de progestérone augmente jusqu'au 12^{ème} jour et provoque des modifications de l'utérus et des glandes mammaires identiques à celle d'une lapine gestante. Cependant, l'absence d'unités foeto-maternelles entraîne la régression de l'endomètre dès le 16^{ème} et le 21^{ème} jour (Boussit, 1989). Les pseudo-gestations sont rares en saillie naturelle, où l'absence de gestation est le plus souvent due à une absence d'ovulation (lapine non réceptive et absence de coït). Après l'insémination artificielle, l'absence de gestation provient souvent d'une absence de fécondation ou d'une mortalité embryonnaire

précoce, car l'injection de GnRH pratiquée induit presque systématiquement l'ovulation. Cependant, Boiti *et al.* (1998) ont montré que près de 20 % des lapines ont au moment de l'insémination des concentrations plasmatiques élevées de progestérone associées à une faible réceptivité sexuelle et une faible fertilité. Cette observation a été confirmée par Théau-Clément *et al.* (2000). En effet, sur les 170 lapines observées 24 heures après l'insémination, 35 d'entre elles présentaient 2 générations de corps jaunes : une première génération de corps jaunes récents (correspondant à l'injection de GnRH, figure 12) et une seconde génération de corps jaunes plus anciens et proéminents. Ces lapines étaient caractérisées par une faible réceptivité sexuelle (22%), une faible fertilité (3%) mais toutes avaient ovulé (Théau-Clément, 2005).

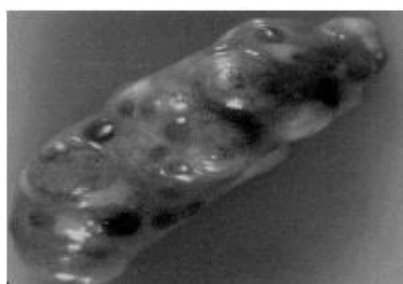


Figure 12. Ovaires de lapines avec deux générations de corps jaunes après insémination (Théau-Clément, 2005)

II.5. Comportement sexuel de la lapine

En saillie naturelle, le seul critère fiable signalant l'œstrus chez la lapine est l'acceptation de l'accouplement. Les lapines pouvant se montrer agressives envers les mâles introduits dans leur cage, l'accouplement doit avoir lieu dans la cage du mâle. Elles sont immédiatement retirées si aucune saillie n'a lieu (Brower, 2006). Les œstrogènes induisent le comportement d'œstrus : en présence du mâle, la lapine s'immobilise après une courte phase de poursuite, puis se positionne en lordose. En cas de non réceptivité, la lapine est ramassée sur elle-même et évite le mâle, voire présence de l'agressivité. La progestérone sécrétée par le corps jaune après l'ovulation n'inhibe pas complètement le comportement sexuel des lapines qui, dans certains cas, acceptent encore le mâle en cours de gestation (AERA, 1994).

II.5.1. Facteurs de variation de la fertilité

La fertilité est le nombre de femelles mettant bas sur le nombre de femelles mises à la reproduction. Elle se trouve influencée par plusieurs facteurs.

II.5.1.1. Facteurs de variation liés à la conduite des femelles

- Réceptivités des femelles

Le seul signe donnant une indication sur l'état physiologique de la lapine est la couleur de la vulve : plus celle-ci est foncée, plus la probabilité d'être en présence d'une femelle en oestrus augmente et plus la fertilité est bonne (tableau 3).

Tableau 3: Taux de lapine ovulant en fonction de la couleur de la vulve au moment de la saillie (Boussit, 1989)

Couleur de la vulve	Taux de femelle ovulant après saillie		
Blanche	34%		
Rose	41%		
Rouge	63%		
Violette	73%		

- Age a la premier saillie

Selon Djago et Kpodékon (2000), les jeunes femelles doivent avoir 5 mois avant d'être saillies pour la première fois. Le tableau 4 montre l'effet de l'âge à la première saillie sur la fertilité des lapines.

Tableau 4: Effet de l'âge à la première saillie sur le taux de fertilité (Boussit, 1989)

Age à la première saillie	Taux de fertilité		
de 140 Jours	85%		
140 à 149 jours	86%		
150 à 159 jours	72%		
160 à 169 jours	78%		
170 à 179 jours	80%		
+ de 180 jours	72%		

- Prolificité

Le déficit énergétique des lapines allaitant 6 lapereaux est moindre que celui des lapines allaitant 8 lapereaux. Ce meilleur état corporel améliore la réceptivité et le taux de fertilité des lapines (Castellini *et al.* 2003).

II.5.1.2. Facteurs de variation liés à l'individu

- Génétique

Selon, les femelles de petites races sont plus précoces (3,5 à 5 mois) que les femelles de grandes races (5 à 7 mois). Argente *et al.* (2004) ont montré une augmentation

du nombre d'embryons implantés par corne utérine dans l'espace de l'utérus par fœtus. La relation entre les deux paramètres est quadruplée à 18 jours de gestation. Une réduction de l'espace utérin disponible semble être linéairement associée à une réduction de la survie fœtale, éventuellement au moyen de la limitation dans le développement du placenta maternel.

- **Stade physiologique**

En élevage rationnel, les rythmes de reproduction pratiqués soit intensifs (0 à 48 heures *post-partum*) ou semi-intensif (10 à 12 jours *post-partum*) obligent la lapine à assurer simultanément la gestation et la lactation. Théau-Clément *et al.* (1990) de même que Bourdillon *et al.* (1992), ont montré qu'en saillie naturelle, le stade physiologique influence la fréquence d'ovulation, elle est en général plus faible chez les femelles saillies 0 à 48 heures *post-partum*. Dans le même temps, les non allaitantes présentent une fertilité appréciable de plus de 80%. En ce qui concerne les femelles primipares, elles ont de sérieuses difficultés à assurer pour la première fois simultanément une gestation et une lactation (Chmitellin *et al.* 1994). Si dans un rythme extensif d'élevage caractérisé par la mise en reproduction des lapines non allaitantes, la fertilité peut atteindre 95% (Théau-Clément *et al.* 1990) ; le rythme semi-intensif ou intensif détermine un état physiologique qui handicape l'expression d'une bonne performance de reproduction chez la lapine (Martinez-Paredes *et al.* 2015).

II.5.1.3 Facteurs climatiques

La saison, généralement analysée en fonction de la combinaison des effets d'éclairement et de température, a été mise en évidence par Questel (1984), qui a noté un effet significatif de ce facteur sur la fertilité (64% en été vs 68% en automne). Dans les conditions tropicales, l'effet de la température semble dominant, mais on ne peut exclure un effet des variations de la durée du jour. On observe une réduction du taux de fertilité au cours de la saison humide quand la température est élevée et l'humidité ambiante forte (Lebas *et al.* 1996).

En ce qui concerne l'effet de la photopériode, les travaux de Boussit (1989) ont montré que, le taux d'acceptation du mâle est minimal sous 8 heures de lumière et maximal sous 16 heures. Par rapport aux influences de la température, selon Lebas *et al.* (1996), ce sont surtout les brusques variations de température qui ont un impact négatif sur la fertilité des lapines. Enfin, une humidité relative trop basse (moins de 50%) se traduit par une réduction des performances de reproduction (Lebas *et al.* 1996).

II.5.2. Facteurs de variation de la prolificité

La prolificité est déterminée par le nombre de lapereaux par mise bas. Selon Lebas *et al.* (1996), elle varie significativement en fonction de plusieurs facteurs. La taille de portée croît en moyenne de 10 à 20% entre la première et la deuxième portée d'une lapine ; elle subit un accroissement plus limité de la deuxième à la troisième portée ; elle reste stationnaire à la quatrième portée et peut décroître ensuite.

Le taux d'ovulation est la première limite de la prolificité. Il croît en moyenne avec cette dernière. Selon Lebas *et al.* (1996), il serait lié à la race et à la taille corporelle.

Les facteurs environnementaux ont aussi une influence sur la prolificité. D'après les travaux de Deprès *et al.* (1994), la saison de naissance a un effet significatif sur la taille de la portée à la mise bas. En ce qui concerne l'effet de la température, selon Lebas *et al.* (1996), les réductions de prolificité en ambiance chaude (30 ou 31°C) seraient moins imputables à la température qu'à la réduction du poids corporel entraînée par la baisse du niveau d'ingestion liée à la température élevée. Par contre, il semble que la mortalité embryonnaire augmente lorsque la température dépasse 30 à 33°C.

II.5.3. Facteurs de variation de la viabilité et du poids au sevrage

L'un des facteurs conditionnant la viabilité des lapereaux sous la mère est la première tétée. Ainsi, les travaux de Farougou *et al.* (2005) ont montré que les lapereaux ayant accompli la première tétée c'est-à-dire la prise du colostrum, sont plus viables que leurs congénères n'ayant pas tété.

II.6. Quelques rappels sur la reproduction chez le mâle

Sur le plan anatomique, Les organes reproducteurs du mâle se divisent en quatre catégories de base : les organes sexuels primaires, accessoire, glandes sexuelles, conduits et organes génitaux externe (figure 13). Les testicules sont les principaux organes de la reproduction du mâle. Ils produisent des spermatozoïdes et les hormones (androgènes), qui affectent la fonction de reproduction et le comportement. Les testicules sont des structures ovoïdes mesurant environ 35 × 15 millimètres et pesant environ 2 grammes (McNitt, 2013). Ils sont placés dans des sacs scrotaux qui sont restés en communication avec la cavité abdominale, où ils étaient à la naissance. Ainsi, le lapin peut rentrer ses testicules sous l'effet de la frayeur. Les testicules descendent vers l'âge de deux mois. La verge ou pénis est courte, dirigée obliquement en arrière, mais se porte en avant lors de l'érection.

La différenciation des gonades commence le 16^e jour suivant la fécondation et la production d'hormones androgènes dès le 19^{ème} jour de la gestation. Après la naissance, les testicules se développent moins vite que le reste du corps, puis connaissent une croissance extrêmement rapide après l'âge de cinq semaines. On peut remarquer l'accélération de la croissance testiculaire entre 70 et 110 jours environ (Prud'hon, 1973). Les glandes annexes ont une croissance de même type mais légèrement décalée dans le temps et plus tardive

Sur le plan physiologique, la spermatogenèse commence entre 40 et 50 jours. Les tubes testiculaires sont actifs vers 84 jours. Les premiers spermatozoïdes sont présents dans l'éjaculat vers 110 jours, ce qui correspond à la fin de la différenciation de la queue de l'épididyme. La maturité sexuelle, définie comme le moment où la production quotidienne de spermatozoïdes n'augmente plus, est atteinte vers 30 à 32 semaines (Berge et *al.* 1982). Toutefois, un jeune mâle peut être utilisé pour la reproduction dès l'âge de 20 semaines.

En effet, les premières manifestations de comportement sexuel apparaissent vers 60-70 jours : le jeune lapin commence alors à faire des tentatives de chevauchement. Les premiers coïts peuvent survenir vers 100 jours mais, dans ces premiers éjaculats, la viabilité des spermatozoïdes est faible à nulle. Il faut donc attendre 135 à 140 jours pour les premiers accouplements féconds. Il existe en effet des différences génétiques dans l'âge de la puberté, mais les conditions d'élevage jouent aussi un rôle essentiel, en particulier l'alimentation plus encore que le climat. Chez le lapin l'accouplement est un comportement qui se déroule dans un laps de temps très court. Si la lapine qui est présentée à un mâle est réceptive, la saillie proprement dite commence en général 10 à 15 secondes après l'introduction de la femelle dans la cage. En cas de prélèvement de semence avec une femelle boute-en-train, le délai moyen entre l'introduction de la femelle et l'éjaculation, a été estimé par Théau-Clément et *al.* (1994) à une durée variant de 15 à 20 secondes en fonction du mode d'élevage du mâle.

Le volume des éjaculations est de l'ordre de 0,3 à 1,0 ml. La concentration est évaluée de 150 à 500 x 10⁶ spermatozoïdes par ml, mais le volume et la concentration sont influencés par divers facteurs parmi lesquels la race (Bencheikh, 1993), le régime alimentaire et les conditions d'ambiance (Alvariño, 2000).

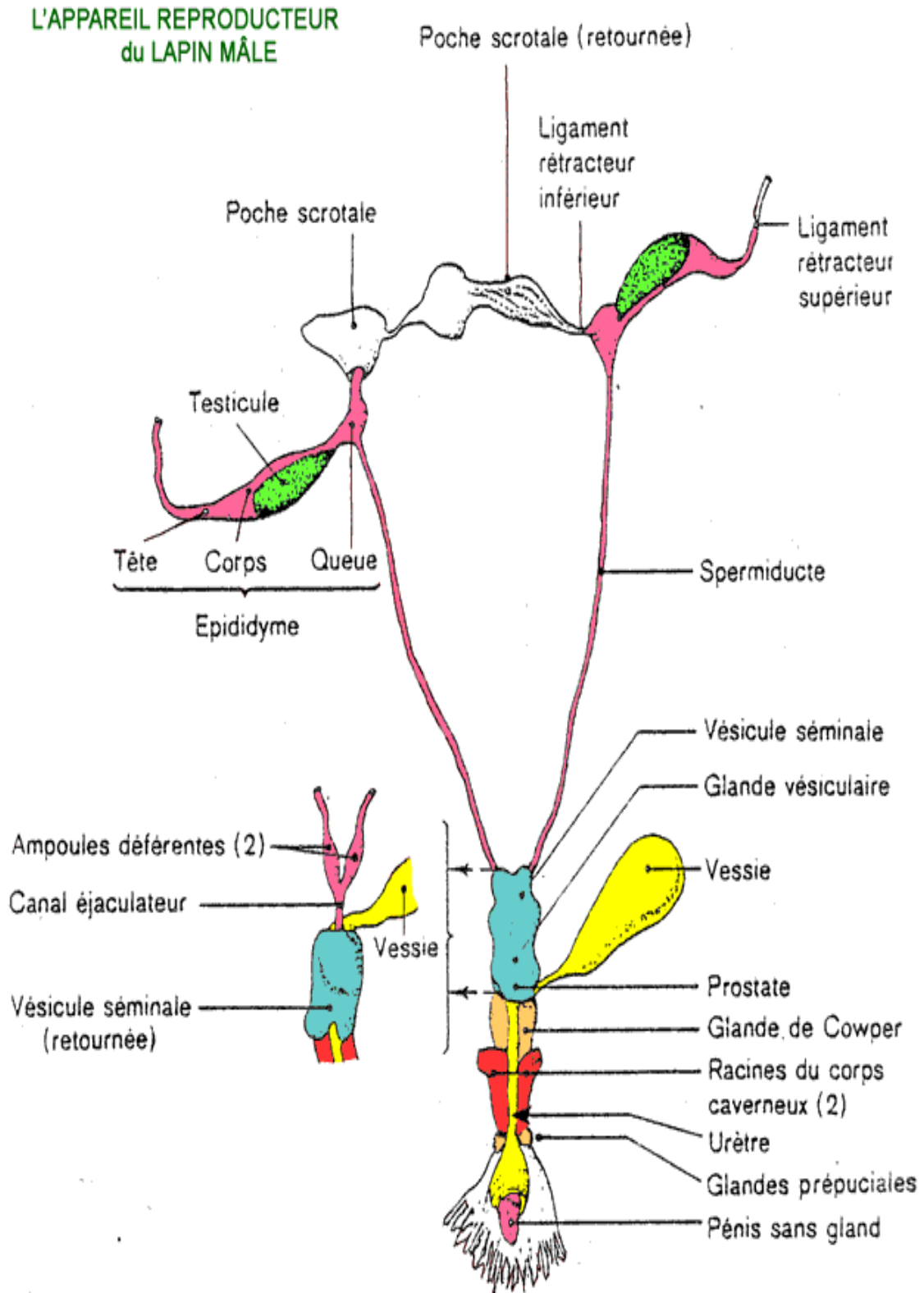


Figure 13. Schéma de l'appareil génital du mâle (d'après Lebas et *al.* 1996a)

III. PARTICULARITES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES DE L'APPAREIL DIGESTIF DU LAPIN

L'appareil digestif a pour fonction principale la digestion des aliments, phénomène conduisant à leur hydrolyse et à leur assimilation. Les nutriments indispensables aux besoins d'entretien, à la croissance et aux éventuelles productions (lactation, gestation...) sont ainsi fournis à l'organisme.

III.1. Organisation générale

L'appareil digestif est composé d'une succession de compartiments dont la muqueuse est en contact avec le bol alimentaire : la bouche, l'œsophage, l'intestin grêle (duodénum, jéjunum puis iléon), le cæcum, le côlon (proximal et distal), puis le rectum aboutissant à l'anus (figure14).

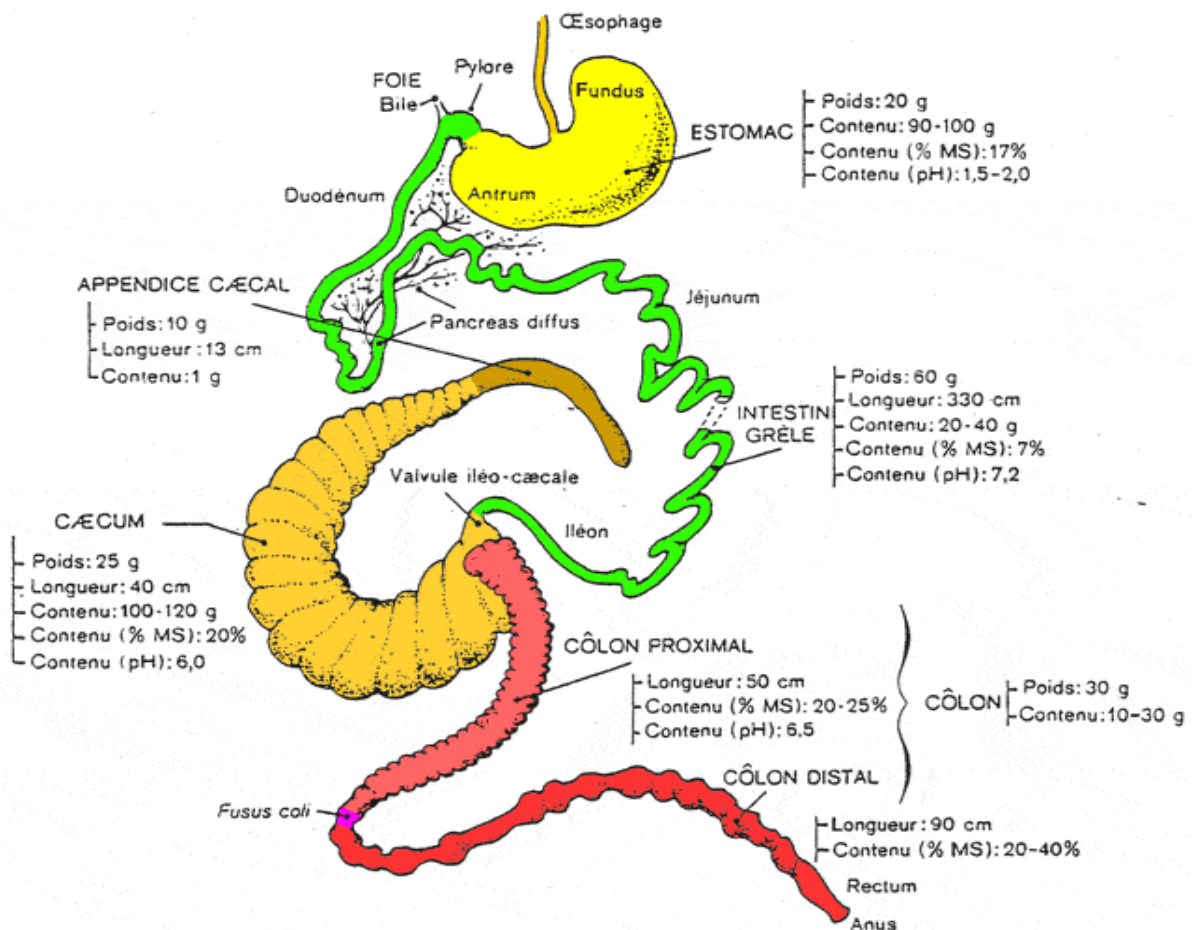


Figure 14. Représentation des différents segments digestifs du lapin en croissance (CUNICULTURE Magazine 2006)

III.2. La Fonction de digestion

Le lapin européen, *Oryctolagus cuniculus*, est un herbivore. En situation d'élevage, un aliment complet lui est distribué sous forme de granulés à haute teneur en matière sèche (environ 90%) (Gallois, 2006).

III.2.1. Le lapin : un herbivore

Les recommandations nutritionnelles pour les différentes catégories d'animaux figurent dans le tableau 5. L'énergie est essentiellement fournie par les glucides cytoplasmiques notamment l'amidon, mais également par les lipides ou les protéines en excès. Les constituants pariétaux participent également à l'apport d'énergie lorsqu'ils proviennent de plantes peu lignifiées. Un apport minimal de fibres est nécessaire, notamment pour la régulation du transit digestif (Gidenne, 1996). Les besoins azotés sont satisfaits par un apport de protéines adapté quantitativement et qualitativement.

Tableau 5: Recommandations en fibres et en amidon en vue d'une prévention des risques sanitaires chez le lapin en croissance (Gidenne, 2008).

Critères	Post Sevrage	Finition
- Lignocellulose (= ADF)	mini 19%	mini 17%
- Lignines (= ADL)	mini 5,5%	mini 5,0%
- Cellulose (= ADF - ADL)	mini 13%	mini 11%
- Ratio ADL / Cellulose	> 0,40	> 0,35
- Ratio Fibres digestibles (I) / ADF	Maxi 1,3	Maxi 1,3
- Amidon	Maxi 15%	libre

(I) fibres digestibles = pectines insolubles + hémicelluloses

Par ailleurs, le lapin développe un comportement d'ingestion particulier : la cæcotrophie. Elle consiste en l'ingestion de fèces molles directement à l'anus : les cæcotrophes, produites en début de matinée. Ce comportement conduit à un apport non négligeable en protéines et en vitamines.

III.2.2. Une cavité buccale spécifique des lagomorphes

L'ouverture de la cavité buccale est petite. Ceci est dû au fait que l'articulation Temporo-mandibulaire a une forme longitudinale : elle permet ainsi des mouvements d'avant en arrière de la mandibule mais les mouvements latéraux et de bas en haut sont limités (Boussarie, 1999).

- **Dentition**

Les lapins présentent une première dentition déciduale non fonctionnelle qui disparaît le plus souvent avant la naissance ce qui la fait passer inaperçue. La dentition définitive est complètement installée dès 3 à 5 semaines. La figure 15 présente l'organisation de la dentition définitive du lapin. La formule dentaire comprend 28 dents :

INCISIVES 2/1, CANINES 0/0, PREMOLAIRES 3/2, MOLAIRES 3/3.

Cette dentition est adaptée à un régime herbivore : le lapin ne possède ainsi pas de canines. Par conséquent, il existe un espace appelé diastème entre les incisives et les prémolaires. Comme tous les représentants de l'ordre des Lagomorphes, le lapin possède 2 paires d'incisives sur la mâchoire supérieure (la seconde, plus petite et sans rôle fonctionnel se trouvant juste en arrière de la première) contrairement aux Rongeurs qui n'en ont qu'une. Les incisives sont de type hypsodonte, c'est-à-dire à racine ouverte, ce qui permet une pousse continue d'environ 2 mm par semaine. D'autre part elles ne présentent de l'émail dur que sur leur face antérieure tandis que la face linguale est plus tendre : cette dernière s'use par conséquent plus vite ce qui confère à la face antérieure un bord tranchant. Toute malposition des incisives se compliquera donc d'un défaut d'usure de celles-ci.

Les molaires et prémolaires présentent également un bord tranchant. Sur la mâchoire supérieure, ces dents sont hypsodontes sur leur face interne et brachyodontes sur leur face externe ce qui leur confère une légère inclinaison vers l'extérieur de la cavité buccale. C'est le contraire pour les molaires et prémolaires de la mâchoire inférieure. La mandibule est plus étroite que le maxillaire : il s'agit d'un anisognathisme physiologique. Par conséquent, les faces occlusales ne sont pas parfaitement en contact entre elles au repos. (Boussarie, 1999 ; O'Malley, 2005 ; Meredith, 2006).

- **La langue**

La langue est proportionnellement très longue. La présence de nombreuses papilles sur sa face supérieure la rendent rugueuse. Elle comporte une partie rostrale mobile et une élévation caudale plus épaisse et relativement fixe : le torus lingual. (O'Malley 2005)

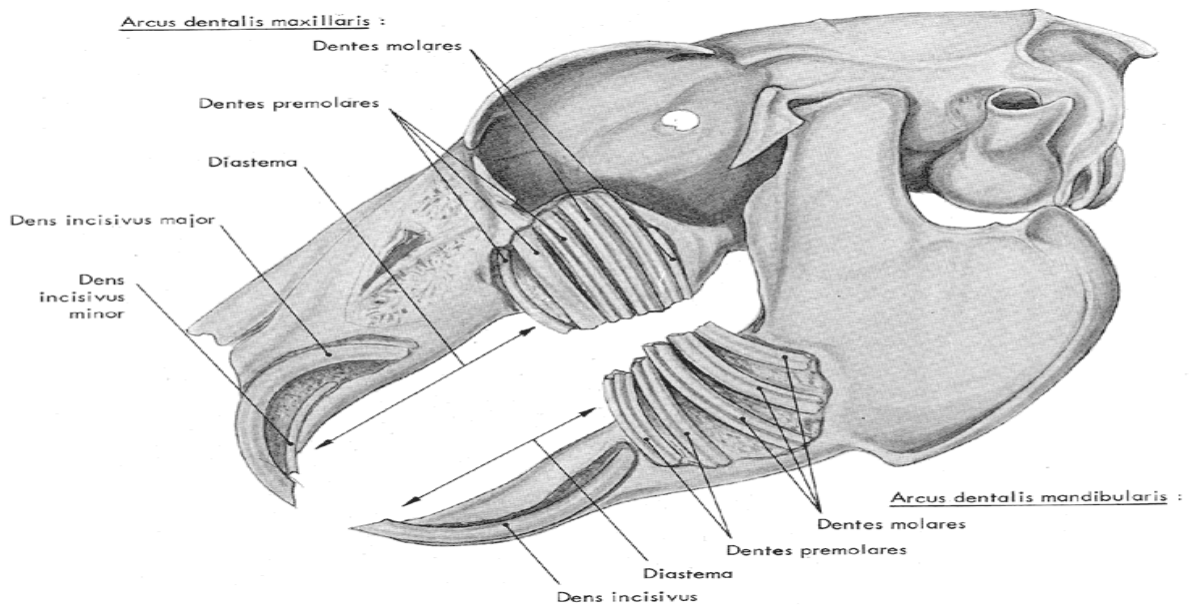


Figure 15. Dents permanentes gauches, en place (D'après Barone et al. 1973)

III.2.3. La digestion gastrique

III.2.3.1. Une muqueuse gastrique entièrement sécrétante

L'estomac fait suite à l'œsophage au niveau du cardia et précède l'intestin grêle au niveau du pylore. Il forme une poche comprenant une petite et une grande courbure. Il est aplati sur ses deux faces, allongé avec un léger rétrécissement circulaire en regard de l'incisure angulaire (figure 16). La muqueuse stomacale du lapin est entièrement sécrétante. Elle est tapissée d'un épithélium unistratifié, composé de cellules de type muqueux et organisé en dépressions : les cryptes, au fond desquelles abouchent de nombreuses glandes. Dans la zone cardiaque, ces glandes, de type tubuleux simple, sont légèrement contournées. Elles sont composées de cellules à mucus, de cellules pariétales (ou bordantes) synthétisant et sécrétant l'acide chlorhydrique et de cellules principales synthétisant des enzymes. La muqueuse fundique contient des glandes tubuleuses simples droites composées de cellules pariétales, de cellules principales, et de cellules à mucus principalement localisées au niveau du col. La muqueuse antrale est formée de glandes tubuleuses composées, contenant essentiellement des cellules à mucus (Moré, 1969). Des cellules à sécrétion endocrine sont retrouvées dans les glandes fundiques (Tusques et Pradal, 1968) et antrales (Pradal et Tusques, 1969).

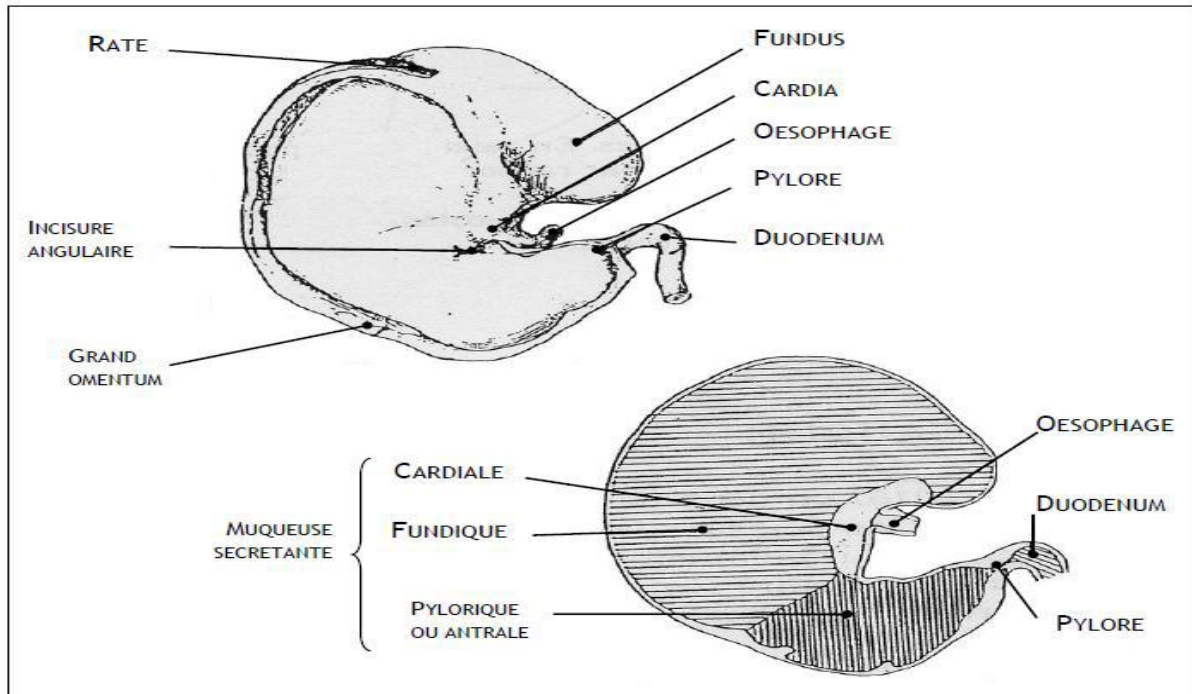


Figure 16. Face viscérale et muqueuse gastrique de l'estomac du lapin (D'après Barone, 1984).

III.2.3.2. Estomac : Début de digestion protéique et lipidique

Le bol alimentaire dégluti s'accumule dans l'estomac et y séjourne pour transformation mécanique et chimique en chyme gastrique. L'estomac produit un suc gastrique comprenant différents types de sécrétions : de l'acide chlorhydrique participant à l'acidification du milieu, du mucus (glycoprotéines) constituant une couche protectrice de l'épithélium contre les attaques acides, et des enzymes. Le pH de l'estomac du lapin adulte oscille entre des valeurs de 1,5 et 2,6 (Penney et *al.* 1986 ; Marounek et *al.* 1995). Cette acidité gastrique, due à la sécrétion d'acide chlorhydrique, a un rôle dans la digestion (dénaturation des protéines, activation du pepsinogène...), mais également dans la protection de l'organisme par l'inactivation des micro-organismes pathogènes ingérés (Martinsen et *al.* 2005). Les glandes stomacales produisent deux enzymes majeures : une lipase gastrique et du pepsinogène (Bernadac, 1996). La lipase gastrique du lapin hydrolyse préférentiellement les acides gras à chaînes courtes ou moyennes (Moreau et *al.* 1988) à un pH optimum compris entre 5 et 6. Son optimum d'activité pour les acides gras à longues chaînes se situe à pH 4 (Moreau et *al.* 1988). La digestion des protéines débute dans l'estomac sous l'action de la pepsine. Secrétée sous forme inactive et alors appelée pepsinogène, la pepsine est ensuite activée par l'acidité gastrique. La paroi musculieuse de l'estomac assure différents types de

contractions favorisant le brassage du bol alimentaire avec les sucs gastriques, avant l'évacuation du chyme vers le duodénum. Les aliments séjourneraient entre 1,7 et 4 heures dans l'estomac du lapin (Gidenne, 1993).

III.2.4. L'intestin grêle : la digestion enzymatique et l'absorption des protides, des lipides et glucides

Les fonctions de digestion de l'intestin grêle sont assistées par les sécrétions de glandes et d'organe annexés à ce segment digestif. Ainsi, la bile synthétisée par les hépatocytes, sécrétée dans le foie, puis stockée dans la vésicule biliaire, est excrétée de manière régulée dans le duodénum. Elle contient des sels et des pigments biliaires. De plus, les sécrétions exocrines des acini sécrétoires du pancréas sont une solution aqueuse alcaline riche en bicarbonate contenant des enzymes et proenzymes protéolytiques, glycolytiques et lipolytiques (Davies et Davies, 2003).

III.2.4.1. Digestion des nutriments

L'hydrolyse des différents composés alimentaires et endogènes se produit à 3 niveaux : au niveau extracellulaire dans la lumière intestinale sous l'action des enzymes pancréatiques, au niveau de la membrane entérocytaire sous l'action des enzymes de la bordure en brosse, et au niveau intracellulaire sous l'action d'enzymes cytoplasmiques ou lysosomiales.

- ***Digestion des protides***

Au niveau intestinal, des protéases d'origine pancréatique et des peptidases localisées dans les entérocytes poursuivent la protéolyse amorcée dans l'estomac. Dans un premier temps, les protéases pancréatiques (trypsine, chymotrypsine, carboxypeptidases A et B ou élastases) hydrolysent les liaisons peptidiques des protéines. Puis, au niveau de la bordure en brosse et dans le cytoplasme des entérocytes, différentes peptidases hydrolysent les peptides issus de la digestion par les protéases.

- ***Digestion des lipides***

La digestion des lipides alimentaires dans l'intestin grêle est réalisée par différentes enzymes : la lipase et la colipase pancréatiques responsables de l'hydrolyse des triglycérides, et des estérases à l'origine de l'hydrolyse des autres composés lipidiques (phospholipides, cholestérol, esters de cholestérol...) : phospholipase A₂, cholestérol estérase...

Ces enzymes sont sécrétées par le pancréas directement sous forme active (lipase), ou

sous forme de procoenzymes (colipase) ou proenzymes (phospholipase A2) nécessitant une activation dans l'intestin grêle par la trypsine (Carey et al. 1983). Les lipides, peu solubles dans l'eau, entrent difficilement en contact avec les enzymes hydrosolubles. De plus, ils tendent à former des agrégats. Ainsi, au niveau intestinal, la digestion des triglycérides est rendue plus efficace par un processus d'émulsification par les sels biliaires sécrétés par le foie, aboutissant à la formation de micelles hydrophiles.

- **Digestion des glucides**

Chez les mammifères, l'équipement enzymatique pour digérer les glucides est en général très incomplet. Si les glucides intracellulaires des végétaux, tel l'amidon, sont très bien valorisés par les sécrétions propres de l'animal, de nombreuses enzymes d'origine exogène, sécrétées par des bactéries intestinales, sont nécessaires pour assurer la digestion des glucides pariétaux. Concernant les enzymes d'origine endogène, l'amylase pancréatique a un rôle majeur dans la digestion de l'amidon. Elle conduit à la formation de maltotriose, de maltose et de dextrines dans le suc intestinal (Corring et Rérat, 1983). Puis, les oligo- ou di-saccharidases (α ou β) de la muqueuse intestinale interviennent en fin de digestion pour libérer des oses simples.

- **La neutralisation du chyme gastrique, le pancréas implique**

Au niveau duodéal, des glandes de Brunner et les cellules de la muqueuse secrètent, dans la lumière du tube digestif, une solution contenant des mucines et des bicarbonates qui participent à la neutralisation du chyme gastrique, en association avec les bicarbonates duodénaux contenus dans le suc pancréatique. De valeurs oscillant entre 1,5 et 2 dans l'estomac, le pH du contenu augmente dans le duodénum jusqu'à avoisiner des valeurs comprises entre 6,5 et 7 (Penney et al. 1986 ; Marounek et al. 1995).

III.2.4.2. Une augmentation considérable de la surface d'échange

L'intestin grêle représente une augmentation considérable de la surface d'échange entre le milieu extérieur (le contenu digestif) et le milieu intérieur (via la circulation sanguine). Au plan anatomique, il mesure environ 3 mètres de long chez le lapin adulte, et est replié en anses intestinales. Il est classiquement divisé de l'estomac, vers le cæcum, en 3 parties : le duodénum, le jéjunum et l'iléon.

A la surface de la paroi intestinale, les valvules conniventes, replis circulaires macroscopiques, participent également à l'augmentation de la surface d'échange (figure 17).

Puis, la muqueuse présente d'innombrables petites évaginations de quelques centaines de

micromètres appelées villosités et une multitude d'invaginations, dans la couche profonde de la muqueuse, de quelques dizaines de micromètres, appelées les cryptes. Au niveau cellulaire, les entérocytes présentent à leur surface apicale une multitude de replis : les microvillosités.

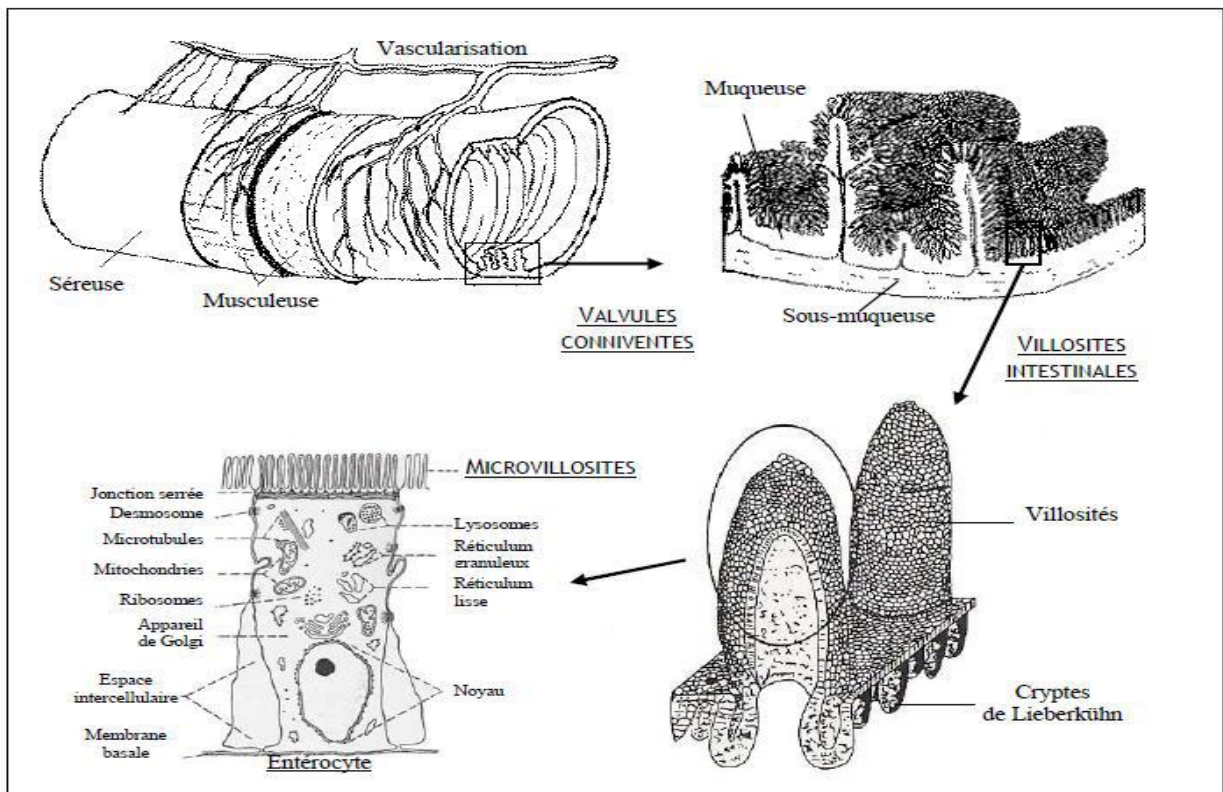


Figure 17. Systèmes d'amplification de la surface de la muqueuse intestinale. D'après Cheeke, 1987 ; Madara et Trier, 1987 ; Calas et al. 1997.

A) Absorption des protéines

Les protéines soumises à la digestion dans la lumière intestinale peuvent être d'origine alimentaire ou d'origine endogène (enzymes, corps bactériens, entérocytes desquamés...). Leur hydrolyse produit des peptides ou des acides aminés libres. Les fragments protéiques sont ensuite conduits dans la circulation porte (Erickson et Kim, 1990).

B) Absorption des lipides

L'hydrolyse des lipides entraîne la libération d'acides gras libres, de mono- et diglycérides de différentes longueurs de chaînes, de glycérol, de phosphatidylcholine et de cholestérol. Le transport des acides gras libres et des 2-monoglycérides jusqu'à la membrane des entérocytes est permis par les sels biliaires qui maintiennent ces éléments en solution dans des micelles d'une taille de l'ordre du nanomètre. Ensuite, la traversée de la membrane par ces

éléments liposolubles est réalisée soit par diffusion passive, soit par l'intermédiaire de transporteurs. Une fois internalisés dans l'entérocyte, les lipides vont se réorganiser en chylomicrons qui vont être exportés par exocytose dans la lymphe (Thomson et *al.* 1993). En revanche, les acides gras à chaînes courtes et moyennes sont généralement transportés directement dans la circulation porte (Ramirez et *al.* 2001).

C) Absorption des glucides

Les oses, libérés par la digestion intestinale des glucides, sont absorbés par la bordure en brosse entérocytaire selon divers mécanismes : transport passif (fructose) ou transport actif couplé avec le sodium (galactose et glucose). Le passage de ces sucres vers le sang se fait ensuite par transport passif au niveau de la membrane basale entérocytaire (Wright et *al.* 2003).

Tout au long de l'intestin grêle, le muscle de Brücke et les fibres musculaires intégrées aux villosités favorisent le péristaltisme intestinal. Leurs contractions permettent un brassage du contenu luminal avec les sécrétions, la mise au contact de la muqueuse avec les digesta, la limitation du reflux des aliments vers l'estomac, et la progression du contenu intestinal vers le cæcum. (Gidenne, 1992).

III.2.4.3. Des glandes associées participant activement à la digestion

▪ Le foie et les sécrétions biliaires

Le canal cholédoque abouche 3 à 4 cm après le pylore, au niveau du sphincter d'Oddi. Il apporte la bile en provenance du foie en partie proximale du duodénum. Celle-ci est sécrétée en continu dans le foie par les hépatocytes, puis stockée dans la vésicule biliaire, avant d'être excrétée de manière régulée dans le duodénum. La vésicule biliaire se contracte, et le sphincter d'Oddi se relâche : la bile est alors libérée dans le duodénum. Celle-ci contient des sels et des pigments biliaires (Davies et Davies, 2003). Les pigments biliaires sont issus du métabolisme de l'hémoglobine : formation de bilirubine dans le foie, libérée sous forme glucuronoconjuguée dans l'intestin grêle. Les sels biliaires dérivent de l'acide cholique (sels de sodium ou potassium). Ils sont soit synthétisés dans le foie à partir du cholestérol, soit recaptés et reconjugués au cours du cycle entéro-porto-hépatique. Les sels biliaires ont un rôle essentiel dans la digestion des lipides permettant leur accessibilité par les enzymes lipolytiques dans l'intestin grêle (Davies, 2003).

▪ ***Le pancréas exocrine et les sécrétions enzymatiques***

Le pancréas est une glande à l'origine de deux types de sécrétions : les sécrétions endocrines d'insuline et de glucagon par les îlots de Langerhans, et exocrines par les acini sécrétoires et leurs canalicules. Cette sécrétion exocrine donne naissance au suc pancréatique déversé dans l'intestin grêle par les canaux pancréatiques. Les cellules acineuses contiennent des grains de sécrétion protéique (appelés grains de zymogène) dans lesquels se trouvent les pro-enzymes et enzymes. Celles-ci seront libérées par exocytose dans la lumière de l'acinus, puis évacuées dans les canaux excréteurs, lesquels élaborent une solution aqueuse alcaline riche en bicarbonates (Davies et Davies, 2003).

III.2.5. Transfert du contenu luminal vers le cæcum

Les contractions des diverses fibres musculaires vont permettre un brassage du contenu luminal avec les sécrétions, la mise au contact de la muqueuse avec les digestas, la limitation du reflux des aliments vers l'estomac, et la progression du contenu intestinal du pôle oral vers le pôle aboral. Chez le lapin, le temps de rétention moyen des digestas entre la bouche et l'iléon terminal est estimé entre 3 et 8 heures (Gidenne, 1992 ; Gidenne et Perez, 1993 ; Gidenne et Bellier, 2000).

III.2.5.1. Le cæcum : Lieu de digestion microbienne des glucides pariétaux

L'intestin grêle abouche à la base du cæcum par le *sacculus rotundus*, un organe lymphoïde. Le cæcum, réservoir volumineux du tube digestif (figure 18), forme une spirale comprenant 22 à 25 spires, augmentant ainsi sa surface d'échange. A son extrémité se trouve l'appendice cæcal de diamètre nettement plus faible, et constitué de tissu lymphoïde. Près de l'abouchement de l'intestin grêle se trouve le départ du côlon, au niveau de l'*ampulla coli*. Le cæcum représente donc un compartiment en dérivation sur l'axe intestin grêle-côlon (Snipes, 1978).

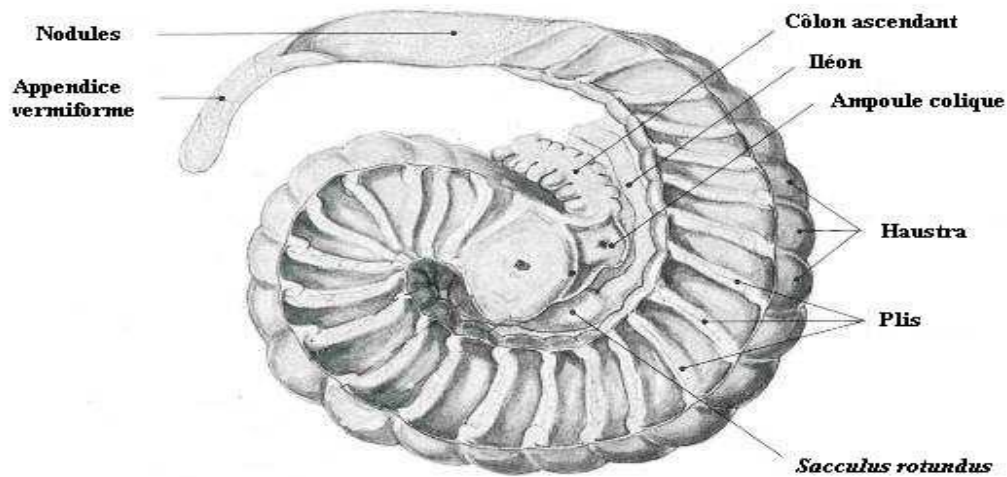


Figure 18. Conformation externe du cæcum de lapin (D'après Barone et *al.* 1973).

▪ Les microorganismes du cæcum

Le symbiote comprend des micro-organismes autochtones ainsi que de nombreux microorganismes en transit qui constituent la flore transitoire ou allochtone. La flore autochtone hébergée par le cæcum serait particulièrement originale. Une étude récente, utilisant des techniques d'hybridation moléculaire, évoque un symbiote presque exclusivement composée de bactéries (80 à 90% de l'ARNr 16S) (Bennegadi et *al.* 2003). Plus précisément, le cæcum du lapin contiendrait de 10^9 à 10^{10} bactéries par gramme de contenu (Gouet et Fonty, 1979 ; Padilha et *al.* 1995) mais ne semble pas héberger de champignons (Bennegadi et *al.* 2003). Les études les plus récentes employant une approche moléculaire indiquent que les *Firmicutes* représentent 93 % du microbiote et les *Bacteroidetes*, 4 % (Monteils et *al.* 2008). La flore commensale est intéressante pour, outre sa participation active à la dégradation des aliments, ses rôles dans la protection de l'hôte vis-à-vis d'agressions extérieures. En effet, cette flore entre en compétition avec les micro-organismes potentiellement pathogènes. De plus, elle stimule l'immunité de l'hôte et la diversification du répertoire des anticorps de l'animal. Ainsi, elle est intégrée aux moyens non spécifiques de défense de l'organisme. Cette tâche est suppléée au niveau du cæcum par deux organes lymphoïdes spécifiques au lapin : le *sacculus rotundus* à la jonction iléo-cæcale et l'appendice vermiforme à l'extrémité distale du cæcum (Lanning et *al.* 2000). Ces deux organes sont, avec les Plaques de Peyer disséminées le long de l'intestin grêle, les tissus lymphoïdes associés à l'intestin (GALT : Gut Associated Lymphoïde Tissue).

III.2.5.2. Le colon : Elaboration des crottes dures et molles

Le lapin présente une excrétion très particulière, il produit deux types d'excréments : des crottes dures et des cæcotrophes. Le côlon, qui fait suite au cæcum, est l'acteur principal de cette double production (figure 19). L'organe est divisé en deux parties : le côlon proximal et le côlon distal. Les cæcotrophes correspondent à du contenu cæcal ayant transité dans le côlon sans y subir de changements notables (fines et grosses particules). Cette similarité entre les cæcotrophes et le contenu cæcal s'observe aussi vis-à-vis des caractéristiques microbiologiques (Michelland et *al.* 2010). En revanche, la production de crottes dures implique de nombreuses modifications du contenu cæcal au cours de la traversée du côlon : tandis que les grosses particules (supérieures à 300 µm, donc principalement des fibres) poursuivent leur transit dans le côlon, les fines particules sont refoulées vers le cæcum pour y subir une nouvelle dégradation bactérienne (Gidenne, 1997).

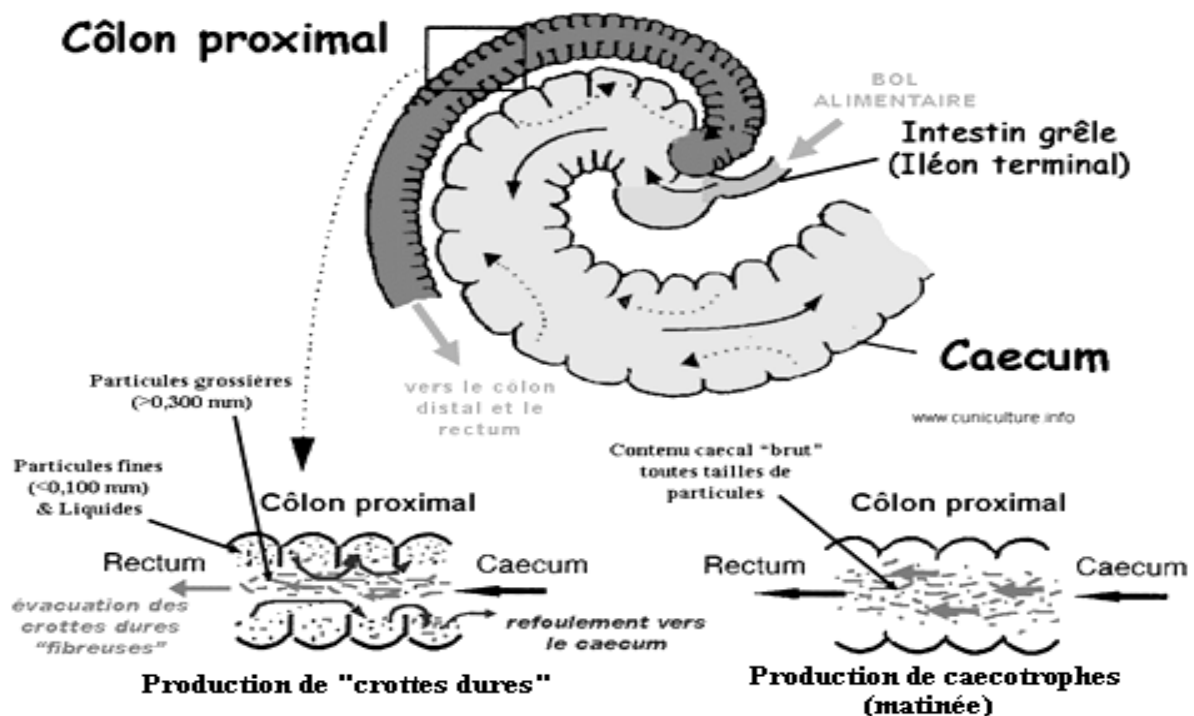


Figure 19. Schéma montrant le double fonctionnement du côlon proximal. (D'après Lebas, 2009)

Ainsi, la composition des cæcotrophes et des crottes dures est différente (tableau 6). De plus, lors de la formation des fèces dures, l'eau est intensément réabsorbée au niveau colique.

Tableau 6: Composition des crottes dures et des cæcotrophes chez le lapin. (D'après Gidenne et Lebas, 2005)

	Crottes dures		Cæcotrophes	
	moyenne	extrêmes	moyenne	extrêmes
Matière sèche (%)	58,3	48-66	27,1	18-37
Protéines	13,1	9-25	29,5	21-37
Cellulose brute	37,8	22-54	22,0	14-33
Lipides	2,6	1,3-5,3	2,4	1,0-4,6
Minéraux	8,9	3-14	10,8	6-18

Les cæcotrophes sont riches en protéines, vitamines (B et K) et minéraux, tandis que les crottes dures sont majoritairement constituées de fibres. Ainsi, les protéines des cæcotrophes, issues des biosynthèses microbiennes, contribuent à 15-20% des apports azotés journaliers (Garcia et *al.* 1995 ; Belenguer et *al.* 2005). De plus, ces protéines sont riches en acides aminés essentiels, tels que la lysine, la thréonine et la méthionine (Ferrando et *al.* 1972).

IV. LA CROISSANCE ET LA QUALITE DE LA VIANDE CHEZ LE LAPIN

IV.1. Définition et caractéristiques de la croissance

IV.1.1. Définition

La croissance d'un animal se définit comme l'interaction coordonnée des processus biologiques et chimiques ayant pour finalité d'édifier un organisme animal. Elle commence à la fécondation de l'œuf et se termine avec la réalisation de l'état adulte (Willemar et Toutain, 1973). Il s'agit donc d'un phénomène quantitatif conduisant l'individu vers sa taille définitive.

IV.1.2. Caractéristiques

IV.1.2.1. Données quantitatives

L'augmentation de la taille et du poids débute depuis le stade zygotique et ne sera définitive qu'à l'âge adulte. A cet effet, il a été observé chez le veau, vers la fin de la période embryonnaire, que l'œuf a multiplié son poids de 500 000 atteignant ainsi 1g. De plus, entre le 90ème et le 180 ème jour de gestation, le fœtus bovin a multiplié son poids de 30 et sa taille de 7- 170g à 5kgs et 8 à 55 cm (Willemar et Toutain, 1973). Pour des lapins alimentés sans déficience alimentaire trop marquée, la vitesse de la croissance d'un jeune animal est fortement corrélée avec la taille et le poids (Lebas et *al.* 1984). De la naissance à l'âge sub-adulte, la croissance est auto accélérée alors qu'elle est ralentie de l'âge de 10 à 12

semaines à l'âge adulte (Fontaine et *al.* 1995). La croissance pondérale et l'évolution de la taille de l'animal sont en réalité la conséquence du développement des tissus maigres et gras.

IV.1.2.2. Données qualitatives

a. Développement des tissus maigres

Les tissus maigres regroupent, par opposition au terme tissu gras (lipides), l'ensemble : muscles, peau, viscères, os, etc... (INRA 1995).

b. Développement musculaire

Au fur et à mesure que l'animal atteint le stade adulte, on note un développement des muscles traduisant ainsi la croissance différentielle de ces tissus. In utéro, cette croissance musculaire se fait essentiellement par une hyperplasie, sans que n'augmente la taille des fibres. En revanche, pendant la période post-natale, la croissance sera assurée par une hypertrophie des fibres existantes. Cette croissance est auto accélérée jusqu'au stade sub-adulte avant de se ralentir. Comme le notent Lebas et *al.* (1984), chez le lapin, le tissu musculaire croît en poids très rapidement jusqu'au poids vif de 2,3 - 2,6 kg, cette croissance est ralentie par la suite.

c. Développement du tube digestif (T.D.) et des os

Le développement du tube digestif est précoce chez le lapin. Sa croissance pondérale est en effet pratiquement terminée en 9 semaines d'âge (Colin, 1975). Tous les compartiments du tube digestif n'ont pas la même évolution. Ainsi, on remarque que le gros intestin (caecum et côlon) a un développement plus tardif que les parties antérieures du tube digestif (estomac et intestin grêle). Le poids de ces derniers représente 70 p.100 de la masse du tube digestif à 3 semaines d'âge et 55% seulement à 9 semaines. En effet, le gros intestin se développe rapidement entre 3 et 5 semaines d'âge, c'est-à-dire lorsque l'animal commence à ingérer des aliments solides. Ce qu'illustre le tableau 7 (Lebas et Laplace, 1971).

Le tissu osseux connaît lui aussi, la même allure que les autres tissus maigres. En effet, l'ossification qui débute in utéro ne s'achève qu'après la naissance. Elle connaît d'abord une auto-accélération, puis, à partir de 900g du poids vif chez le lapin, Lebas et *al.* (1984) soulignent que cette croissance se fera d'une façon plus lente pour s'arrêter au stade adulte.

Tableau 7: Evolution pondérale des viscères digestifs chez le lapin d'après Lebas et Laplace (1971) : (40 lapins par classe d'âge : race californienne)

Age en semaine		3	5	7	9	11
Poids vif	(g)	289	874	1305	1929	2356
Estomac	(g)	4,5	10,6	16,2	19,8	19,1
Intestin grêle	(g)	13,1	39,3	56,9	62,8	58,1
Caecum	(g)	2,7	12,6	18,8	22,8	21,6
Appendice	(g)	0,6	2,6	4,2	6,3	9,3
Côlon	(g)	3,6	12,9	19,6	26,9	28,7
Total tube digestif	(g)	24,5	78,0	115,7	138,6	136,8
	% poids vif	8,5	8,9	8,9	7,2	5,3

d. Développement du tissu adipeux

Le contenu en lipide à la naissance est constant. Il représente 3 p. 100 du poids vif chez le veau, un peu moins chez le lapereau qui en a un taux d'environ 2 p.100 du poids vif selon Willemar et Toutain (1973), ces lipides ne jouent aucun rôle énergétique pendant la vie in utero. Ils sont utilisés après la naissance comme sources énergétiques. Lorsque la quantité de protéines déposées atteint la vitesse maximale de dépôt, (l'excédent d'énergie ingéré atteint la vitesse maximale de dépôt) ; l'excédent d'énergie ingéré est fixé sous forme de gras (Labroue cité par INRA, 1995), c'est dans ce contexte que l'on observe un développement important du tissu gras. La quantité du gras déposée varie de façon notable en fonction de l'aliment, cette quantité peut être importante. Selon Lebas (1973) les lapines gestantes peuvent accumuler jusqu'à plus de 15% de leur masse totale sous forme de graisse.

Les données aussi quantitatives que qualitatives nous offrent la possibilité de caractériser la croissance chez une espèce, mais ne sauraient guère nous expliquer pourquoi, au sein d'une même espèce et plus chez les individus de même race soumis aux conditions identiques du milieu, la croissance n'est pas toujours la même. Pour mieux comprendre cette situation, l'examen des facteurs de variations de la croissance s'impose.

IV.2. Facteurs de variation

IV.2.1. La race

La répartition des facteurs héréditaires dans l'œuf fécondé, résultant de la fusion des gamètes, est appelée génotype. Le génotype est donc le stock de potentialités ou d'informations génétiques d'une population. Il est stable d'une population à l'autre. Sa valeur est la résultante des effets de gènes. La valeur génotypique est de ce fait un facteur qui explique les différences entre individus. Partant de cela, des travaux multiples ont révélé que la plupart des caractères quantitatifs d'intérêt zootechnique ont un déterminisme génétique. C'est ainsi

que la croissance n'est pas la même entre populations et au sein d'une même population (Lebas *et al.* 1984).

Plus, cette variabilité génétique est inter et intra-race. Cela explique pourquoi on distingue des races à croissance forte et des races à vitesse de croissance lente.

A titre indicatif, des travaux portant sur la vitesse de la croissance des lapereaux de deux races distinctes montrent bien cette différence inter-race (tableau 8). En effet, il apparaît nettement que la vitesse de la croissance des lapereaux Petit Russe (poids adulte = 2,5 kg) est plus faible que celle des lapereaux de race Néo-Zélandaise (poids adulte = 4kg).

Tableau 8: Variabilité du poids des lapereaux de 28 à 78 jours pour deux races (Lebas *et al.* 1984).

Age en jours	Petit Russe		Néo-Zélandais	
	X	V(%)	X	V(%)
	Poids vif (en g)			
28	428	8	599	26
31	485	12	761	16
38	582	8	1013	14
45	770	9	1248	13
52	933	9	1568	15
59	1105	10	1860	14
66	1245	10	2066	11
73	1387	10	2300	10
78	1476	10	2503	10

X: moyenne V : coefficient de variation

En outre, une sélection massale portant sur la taille et la morphologie a permis de différencier 4 races chez le lapin. Il s'agit : des races géantes, des races moyennes, des races petites et des races très petites. De nombreuses observations révèlent que les grandes races (géantes et moyennes) ont une forte croissance alors que les petites races ont une vitesse de croissance faible. Toutefois le seul fait génétique n'est pas suffisant pour permettre aux caractères quantitatifs de s'exprimer pleinement, on doit tenir compte aussi de l'influence du milieu.

IV.2.2. Le milieu

Le milieu regroupe de nombreuses composantes : climat, habitat et microclimat au niveau des animaux, température, hygrométrie, vitesse de l'air, matériel d'élevage et alimentation, facteurs humains (éleveur).

a. Environnement

L'environnement exerce une action certaine sur la croissance. Des travaux réalisés par Willemar et Toutain (1973) chez le veau, montrent que des températures comprises entre 0 et 33° C peuvent assurer des croissances satisfaisantes en zone tropicale ; de plus pour les basses

températures, le facteur limitant est l'humidité et non le froid. Ainsi, lorsque l'humidité se situe entre 50 et 60 p.100 la mortalité est plus forte et la croissance plus faible.

Chez le lapin, la température acceptable est de 28° C (30 - 32° C si possible chez les jeunes) pour une hygrométrie allant de 60 à 65 p.100 (Lebas et *al.* 1984). Lorsqu'ils sont placés dans des conditions extrêmes, un abaissement brutal de la température par exemple, les lapereaux risquent de mourir de froid, si la température est trop élevée et que l'hygrométrie est aussi élevée, il en résulte une situation inconfortable de l'animal qui peut aboutir à la prostration.

b. Alimentation

L'effet de l'alimentation sur la croissance a fait l'objet de beaucoup de recherches. Il s'ensuit que lorsque l'alimentation est qualitativement et quantitativement satisfaisante, les potentialités de la croissance au niveau de la race vont s'exprimer pleinement.

Par contre lorsqu'on s'éloigne qualitativement et quantitativement des normes, il s'ensuit une détérioration de la vitesse de la croissance. Ainsi, Hoover et Heitman cités par Lebas (1975) mentionnent qu'une augmentation de la teneur en cellulose de la ration entraîne une réduction considérable de la vitesse de croissance des lapereaux.

En outre, Pecter et Charler cités par Perez et *al.* (1994) observent qu'un apport insuffisant en cellulose se solde en dernière analyse par l'apparition d'entérites souvent mortelles. Selon Gongnet et *al.* (1992), le niveau d'apport des protéines dans la ration exerce une influence sur la croissance. Ils notent que les meilleures performances de croissance sont obtenues avec les lapins recevant 18 p.100 de protéines dans la ration.

En revanche, lorsque le taux est élevé il se produit une détérioration de l'état général de l'animal. De plus un certain apport en acides aminés (AA) essentiels est nécessaire pour obtenir une bonne croissance (tableau 9). Les travaux les plus récents ont permis de montrer que 10 des 21 AA constituant les protéines sont indispensables.

Tableau 9: Dégradation des performances lors de l'abaissement du taux de protéines (1 point) ou de certains acides aminés essentiels (0,1 point) en dessous des valeurs correspondant aux recommandations et composition limite inférieure acceptable pour les aliments du lapin en croissance (4 à 11 semaines) (INRA, 1991)

Réduction du taux	Diminution du gain de poids		Augmentation de l'indice de consommation		Composition limite inférieure pour la validité de ces variations
	Valeur absolue	p.100	Valeur absolue	p.100	
Alimentaire					
Protéines (1 pt)	-3	-8,5	+0,1	+3	12 p.100
Méthionine (0,1 pt)	-2	-6	+0,1	+3	0,4 p.100
Lysine (0,1 pt)	-5	-14	+0,1	+3	0,4 p.100
Arginine (0,1 pt)	-1,5	-4,5	+0,1	+3	0,5 p.100

Des travaux effectués chez le lapin (INRA, 1991) rapportent que les besoins en lysine et AA sont proches de 0,6 p.100 chacun, tandis que l'apport d'arginine devrait être d'au moins 0,8 p. 100 de la ration. Il est important toutefois de préciser qu'il n'y a qu'une faible marge entre la couverture du besoin et le niveau d'apport entraînant une altération des performances par excès. Bien que des controverses persistent encore à propos de l'action des lipides sur la croissance, un accroissement de leur taux dans le régime ne semble pas devoir se traduire par une amélioration de la croissance de l'animal (Arrington et *al.* 1974 ; Lebas 1975).

Mornet et *al.* (1977) notent qu'à un taux très élevé les lipides peuvent conduire à des risques de dégradation de l'état de l'animal. A cet effet, ils observent qu'au-delà de 35 p.100 de la matière sèche (MS) de l'aliment ou de 50g par litre de lait liquide, les risques de diarrhée augmentent par l'effet laxatif des graisses chez le veau. Concernant les minéraux, on sait l'importance capitale qu'a l'alimentation minérale chez les animaux en croissance. Ainsi le calcium et le phosphore, qui sont quantitativement les plus importants, soit 75 p.100 des minéraux de l'organisme selon Parigi-Bini (1986), jouent un rôle prépondérant dans la croissance et le développement des individus.

Parigi-Bini (1986) note qu'une carence en phosphore ou calcium conduit à des troubles osseux. Chez les jeunes, une insuffisance phosphocalcique même modérée entraîne un ralentissement de la croissance, si elle est sévère, elle provoque le rachitisme caractérisé par des déformations osseuses particulièrement articulaires.

Par ailleurs, un déséquilibre entre les apports de sodium, potassium et chlore peut entraîner des néphrites et accidents de reproduction (INRA, 1991) ; alors qu'un apport de sulfate de cuivre dépassant largement le besoin, se traduit par une amélioration des performances de la croissance. D'une façon générale nous pouvons dire qu'une alimentation bien équilibrée qualitativement est nécessaire pour que la croissance se fasse pleinement.

Du point de vue quantitatif, il est bien connu qu'une alimentation insuffisante conduit inéluctablement à une détérioration de l'état général de l'animal et/ou à un retard de sa croissance.

En conclusion, nous retiendrons que les conditions du milieu peuvent au mieux permettre aux potentialités de la croissance de s'exprimer pleinement. En revanche, lorsqu'il est défavorable, le milieu agit négativement sur la croissance en diminuant sa vitesse.

IV.2.2.3. Etat pathologique

L'état pathologique entraîne une diminution de la croissance globale. En effet, lorsque l'animal est malade une partie relativement importante de sa production énergétique est utilisée pour lutter contre la pathologie. De plus il peut s'ensuivre une réduction de la consommation de l'aliment et/ou de son utilisation par suite d'une anorexie. Dans les cas les plus graves, on peut même observer un arrêt de la consommation alimentaire. Cette situation va se traduire par un retard ou un arrêt de la croissance.

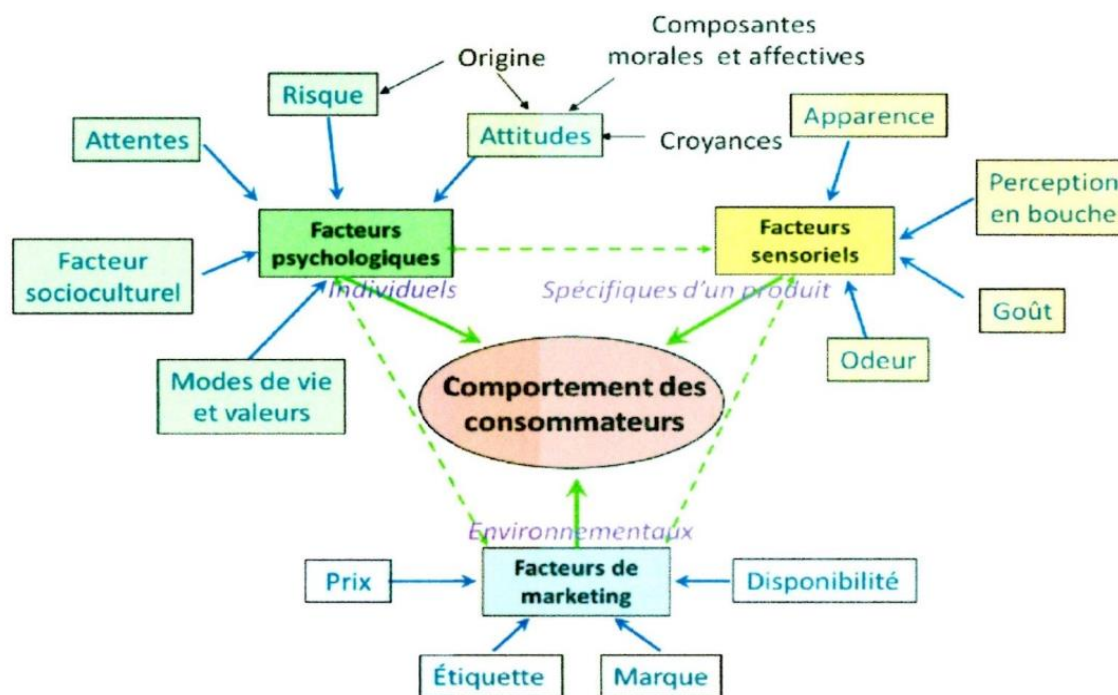
Hales cité par Willemar et Toutain (1973) observait un retard de croissance de 10 p.100 chez les veaux rendus aveugles. Dans le même ordre d'idées il notait un crétinisme, chez les veaux hypothyroïdiens. Cette dernière pathologie se caractérise par un retard de la croissance, une réduction du métabolisme énergétique, une diminution de l'anabolisme protéique et du développement osseux. Heureusement comme l'indiquent Samson et *al.* (1989) cette diminution et/ou arrêt de la croissance (par suite d'une maladie quel que soit la nature) se fait de façon temporaire. En effet, lorsque la pathologie est vaincue, ce retard de croissance est rattrapé plus ou moins complètement. Ainsi, chez les veaux rendus aveugles, le retard observé est rendu réversible par la pinéaectomie.

La croissance est l'un des paramètres des performances zootechniques qui attirent l'attention aussi bien du sélectionneur que du producteur.

Pour une meilleure potentialisation de son expression, on doit non seulement tenir compte de la race de l'animal, mais aussi de l'état de santé et des conditions du milieu dans lequel évolue cet animal. Concernant le milieu, sans négliger les autres facteurs, il semble que l'alimentation joue un rôle capital dans la rentabilisation de la production animale. Cependant, pour que cette alimentation soit efficace, l'animal doit pouvoir tirer profit au maximum des nutriments qui la composent. Dans ce sens, il s'impose que la maîtrise des facteurs modifiant l'utilisation digestive des aliments soit un souci permanent des spécialistes.

IV.3. La viande de lapin

La consommation de viande dans le monde est très variable, elle dépend des pays, de la région, de la famille et des personnes et peut être influencée par de nombreux facteurs. Le comportement des consommateurs en termes de consommation de viande peut s'expliquer par différentes familles de facteurs tels que (1) les facteurs **psychologiques**, (2) les facteurs **sensoriels** qui sont intrinsèques au produit, et (3) les facteurs de **marketing** ou facteurs environnementaux (qui sont des qualités extrinsèques) (Figure 20). Certains auteurs parlent en effet de qualités intrinsèques et extrinsèques au produit qu'il convient de combiner pour mieux répondre à la diversité croissante des attentes des consommateurs (Hocquette et al. 2012). Tous ces facteurs sont liés et s'influencent entre eux. La décision finale du consommateur dépend donc de ces facteurs. L'importance de chaque facteur dépend de chaque personne mais aussi du contexte, des aspects culturels et/ou de la disponibilité et de la pertinence des informations sur le produit fournies aux consommateurs.



Source : Font-i-Furnols et Guerrero, 2014

Figure 20. Facteurs qui influencent le comportement des consommateurs.

La consommation de viande est un marqueur de niveau social puisque sa croissance suit l'augmentation du pouvoir d'achat dans tous les pays en développement. Dans les pays occidentaux, où la consommation des viandes, poissons et produits carnés tend à s'éroder,

la notion de qualité s'est complexifiée (Mottet, 2014). A l'exigence incontournable de qualité sanitaire et aux attentes en termes de qualités technologiques, nutritionnelles et gustatives s'ajoutent désormais des considérations d'ordre éthique et environnemental (Picard et *al.* 2015).

La viande de lapin est un aliment courant dans de nombreux pays méditerranéens comme l'Algérie, chypre, Egypte, France, et certains autres pays européens comme la Belgique, la république tchèque, le Luxembourg et le Portugal (Cardinali et *al.* 2015).

Du point de vue nutritionnel, La viande de lapin est idéale pour tous les types de consommateurs et peut être considérée comme aliment fonctionnel (Decker et Park, 2010). Elle apporte des acides aminés essentiels, des lipides, source d'énergie mais aussi des acides gras essentiels, des minéraux, comme le fer assimilable et des vitamines, en particulier la vitamine B₁₂ (Dalle Zotte 2002 ; Dalle Zotte 2004 ; Combes 2004 ; Combes et Dalle Zotte 2005 ; Hernandez et Gondret 2006). Les freins à la consommation de la viande de lapin sont multiples, ainsi le rôle du prix de la viande à l'achat est un facteur primordial et le lapin n'est malheureusement pas bien placé comparé aux autres viandes. Il est deux fois plus cher que le poulet, cet écart important réside de la difficulté de réduire le coût de production de l'aliment lapin. Le second facteur pouvant dissuader l'acte d'achat concerne la présentation de la viande. Les clients sont sensibles à la façon dont le produit leur est présenté. La viande de lapin qui est vendue en carcasse entière n'est pas attractive. (Combes et *al.* 2005).

IV.3.1. Valeur nutritionnelle et particularités technologiques

IV.3.1.1. Composition chimique et valeur énergétique

Lorsque l'on compare la valeur des différents constituants de la viande de lapin par rapport aux recommandations, il apparaît que la viande de lapin montre un contexte de limitation des apports en énergie (ANC 2001 : martin 2001). En effet 100 g de cuisse de lapin couvre 20 et 25% des besoins en protéines et apportent seulement 6 et 5% des apports recommandés en énergie pour une femme et un homme respectivement (Tableau 10).

En effet, la composition chimique des carcasses est notablement affectée par des facteurs tels que l'alimentation comme démontrent les résultats de Gigaud et Combes (2009) l'étroite relation ($R^2 = 0,89$) entre la teneur en acide linoléique de la viande et celle de l'aliment, l'âge et le poids à l'abattage, le sexe, la race, le mode et les paramètres d'élevage qui modifient la composition corporelle de l'animal (Lebret et Mourot, 1998 ; Mourot et *al.*

1999). Chez le lapin comme pour les autres espèces, la fraction lipidique et par suite la teneur en énergie sont très fortement variables (Denoyelle, 2008).

Tableau 10: Composition chimique (g / 100 g) et la valeur de l'énergie (kJ / 100 g) de morceaux de viande de lapin. (Hernández et Dalle Zotte, 2010).

	Pattes avant	râble	cuisse	Carcasse entière	ANC (2001)
Eau	69,5 ± 1,3	74,6 ± 1,4	73,8 ± 0,8	69,7 ± 2,6	-
Protéines	18,6 ± 0,4	22,4 ± 1,3	21,7 ± 0,7	20,3 ± 1,6	71-83
Lipides	8,8 ± 2,5	1,8 ± 1,5	3,4 ± 1,1	8,4 ± 2,3	80-94
Cendres	-	1,2 ± 0,1	1,2 ± 0,05	1,8 ± 1,3	-
Energie	899 ± 47	603	658 ± 17	789 ± 106	9100-10700

La recherche d'une adiposité globale limitée associée à un rapport muscle sur os élevé et à un rendement à l'abattage satisfaisant a conduit à recommander un abattage des lapins vers l'âge de 10 à 11 semaines. A cet âge, l'accumulation des lipides dans le tissu adipeux périrénal est encore limitée et celle au sein des muscles reste très faible (Combes et Dalle Zotte 2005). En fonction du type métabolique, de la localisation anatomique ou de la fonction des muscles, la teneur en lipides varie de 0,9 à 5g/100g d'un muscle à l'autre (Alasnier et al. 1996). L'importance de la fraction lipidique varie en fonction du format des animaux (Ouhayoune et Pougardieu, 1978). Des études récentes basées sur des approches comportementales, physiologiques et moléculaires démontrent que des stress même modérés lors de l'abattage sont responsables de 70% de la variabilité des composantes de la qualité de la viande. La réactivité au stress d'un animal dépend en grande partie de son patrimoine génétique et de ses expériences au cours de l'élevage (Terlouw et al. 2015).

Les caractéristiques des différents compartiments de la viande peuvent être modulées par des facteurs liés à l'animal (type génétique, race, sexe, âge à l'abattage), à sa conduite d'élevage et ses conditions d'abattage. La nature de l'alimentation des animaux constitue le principal levier pour moduler la qualité nutritionnelle. Pour une espèce donnée, les caractéristiques des animaux, leurs conditions d'élevage et d'abattage interagissent pour déterminer les propriétés (teneurs en lipides, glycogène, myoglobine...), et consécutivement la qualité sensorielle des produits. A l'inverse, la qualité technologique, essentiellement du type génétique et des conditions d'abattage des animaux (Lebret et al. 2015).

En fin, à poids d'abattage constant la vitesse de croissance ne semble pas modifier les dépôts de gras dissécables, ni la teneur en lipides intramusculaires (Gondret et al. 2003).

IV.3.1.2. Valeur biologique des protéines et composition en acides aminés (AA)

La viande de lapin présente une teneur en protéine de 22,4% dans le râble (Dalle Zotte, 2002 ; Hernández et Dalle Zotte, 2010) elle contient des niveaux élevés en acides aminés indispensables (AAI). Comparée avec d'autres viandes, la viande de lapin est la plus riche en lysine (2,12 g/100g), en acides aminés soufrés (1,10g/100g), la thréonine (2,01g/100g), la valine (1,19g/100g), de l'isoleucine (1,15g/100g), leucine (1,73g/100g), et la phénylalanine (1,04g/100g) (Dalle Zotte, 2004). Ce contenu en AAI élevé, équilibré et sa digestibilité facile donne à la viande de lapin une haute valeur biologique. (Hernandez et Dalle Zotte, 2010)

IV.3.1.3. Composition de la fraction minérale et vitaminique

▪ Fraction minérale

Les caractéristiques de la composition de la fraction minérale de la viande de lapin (Tableau 11) par rapport aux autres viandes (Tableau 12) sont d'une part : un tau particulièrement faible en sodium et en fer et d'autre part un taux élevé en phosphore (Parigi bini et *al.* 1992). Les teneurs en sélénium de la viande de lapin, il apparait d'après la valeur moyenne que 100g de viande de lapin couvre la quasi-totalité des besoins journaliers. En outre, la viande de lapin ne contient pas l'acide urique et a une faible teneur en purines (Hernandez, 2007).

Tableau 11: Apports nutritionnels quotidiens conseillés (ANC 2001), et apports journaliers recommandés (AJR) en minéraux et composition de la fraction minérale de 100 g de viande fraîche de lapin. (Combes, 2004)

	Sodium mg	Magnésium mg	Phosphore mg	Potassium mg	Calcium mg	Fer mg	Cuivre mg	Zinc mg
ANC 2001		360-420	750	390-585	900	16-9	1,5-2	10-12
AJR		300	800		800	14		
moyenne	49	24	277	364	16	1,4	0,33	0,69
Cuisse	49	29	230	404	9,3	1,3	0,088	
m.LL	37	28	222	431	2,7	1,1	0,11	

LL : *Longissimus Lumborum*

Tableau 12: Composition en minéraux (g) et en vitamines (mg) de différentes viandes (pour 100 g de fraction comestible) (Dalle Zotte, 2004)

	Taurillon	Veau	Poulet
Ca	10-11	9-14	11-19
P	168-175	170-214	180-200
K	330-360	260-360	260-330
Na	51-89	83-89	60-89
Fe assimilable	1,8-2,3	0,8-2,3	0,6 – 2,0

Vitamine B1	0,07-0,10	0,06-0,15	0,06-0,12
Vitamine B2	0,11-0,24	0,14-0,26	0,12-0,22
Vitamine PP	4,2-5,3	5,9-6,3	4,7-13,0
Vitamine B6	0,37-0,55	0,49-0,65	0,23-0,51
Ac. Folique (µg)	5-24	14-23	8-14
Vitamine E	0,09-0,20	0,17-0,26	0,13-0,17
Vitamine D (µg)	0,5-0,8	1,2-1,3	0,2-0,6

▪ **Fraction vitaminique**

La variation de la teneur en vitamines dans la viande est supérieure à d'autres nutriments à base de viande en raison de la forte influence de la composition du régime alimentaire et le niveau de la supplémentation en vitamines (Dalle Zotte, 2015). La quantité de la vitamine E contenue dans la viande de lapin peut être augmentée de plus de 50%, par exemple, avec l'utilisation des bons suppléments (Castellini et al. 1998). La vitamine E est impliquée dans de nombreuses fonctions physiologiques, est un nutriment essentiel pour la reproduction, et est un puissant anti-oxydant. Cette dernière fonction de la vitamine E est essentielle pour l'amélioration de la qualité de la viande, car elle empêche l'oxydation des acides gras et favorise la couleur souhaitée dans la viande (Lombardi-Boccia, 2005).

La consommation de 100g de viande de lapin apporte 8% des ANC moyennes en vitamine B2, 12% en vitamine B5, 21% vitamine B6, 77% en vitamine PP et en fin près de trois fois les recommandations en vitamine B12 (Tableau 13).

Tableau 13: Apports Nutritionnels Conseillés quotidiens (ANC 2001) et Apports Journaliers Recommandés (AJR) en vitamines et teneur en vitamines de la viande fraîche de lapin (pour 100 g de viande fraîche). (Combes, 2004)

	A (µg)	E (mg)	B1 (mg)	B2 (mg)	B3 (mg)	B5 (mg)	B6 (mg)	B8 (µg)	B9 (µg)	B12 (µg)
ANC 2001	600-800	12	1,1-1,3	1,5-1,6	11-14	5	1,5-1,8	50	300-330	2,4
AJR	800	10	1,4	1,6	18	6	2	150	200	1
Moyenne	trace	0,186	0,082	0,125	9,6	0,60	0,34	0,7	5	6,85

IV.3.1.4. Composition de la fraction lipidique

▪ **Lipides de structure et lipides de réserves**

La fraction lipidique des muscles se subdivise en lipides de structure (Phospholipides, Cholestérol) et lipides de réserves (Triglycérides). Parmi les AGPI, le rapport des AG n-6/n-3

est intéressant à considérer. Les recommandations des autorités médicales se réfèrent au rapport n-6/n-3 du lait humain, qui est proche de 7 (Crawford et Marsh, 1995). Les AGPI des lipides de la viande de lapin affichent un rapport n-6/n-3 compris entre 6 et 7, ce qui est très proche des recommandations.

Les phospholipides, constituants des membranes cellulaires sont présents dans les muscles en quantité assez peu variable, leur teneur oscillant entre 0,5 et 1g pour 100g de muscle frais. (Tableau 14).

Tableau 14: Moyenne et coefficient de variation (cv) de la teneur en phospholipides, cholestérol et triglycérides pour 100g de viande fraîche de lapin (Combes, 2004).

	Phospholipides (g)	Cholestérol (mg)	Triglycérides (g)
Moyenne	0,69	59	1,3
cv (%)	26	20	100
Cuisse	-	58	-
cv (%)		10	
m, LL	0,56	50	0,73
cv (%)	39	12	34

A l'inverse la teneur en triglycérides varie largement entre 0,5 et 3,8g/100g de muscle frais. Les teneurs en cholestérol de la viande de lapin est égale à 59mg/100g, cette teneur varie en fonction de la partie considérée (muscle de la cuisse ou muscle long dorsal) (Parigi Bini et al. 1992 ; Alasnier et al. 1996), de la saison d'élevage, du système d'élevage, du type génétique et du sexe (Dalle Zotte et Paci, 2014). Sa teneur en cholestérol, place la viande de lapin parmi les viandes les plus pauvres en cholestérol (Dalle Zotte, 2004).

▪ Composition en AG

Le profil des acides gras (AG) de la viande de lapin se caractérise par sa richesse en acide palmitique, oléique et linoléique avec des proportions de plus de 20% de la teneur totale en AG (Tableau 15).

Tableau 15: Proportions des différents types d'acides gras (% du total d'acide gras) et la teneur en cholestérol (mg / 100 g) dans différentes coupes de viande de lapin (Hernández and Dalle Zotte, 2010).

	Râble	Cuisses	Carcasse entière
AG	Moyenne ± DS	Moyenne ± DS	Moyenne ± DS
AGS	38,5 ± 4,8	39,3 ± 5,5	40,5 ± 1,6
AGMI	28,3 ± 4,4	28,3 ± 3,6	32,3 ± 2,4
AGPI	32,9 ± 6,7	31,9 ± 8,4	26,5 ± 2,0
EPA	0,17 ± 0,13	0,06 ± 0,02	0,012 ± 0,003
DHA	0,37 ± 0,34	0,17 ± 0,27	0,007 ± 0,001
n-6/n-3	5,1 ± 2,2	10,0 ± 3,7	6,6 ± 1,3
Cholestérol	47,0 ± 7,9	61,2 ± 5,2	55,3 ± 18,5

EPA : A.eicosapentaénoïque. DHA : A.docsahexaénoïque.

Sur la base de la composition des AG, la viande de lapin est très adaptée à la consommation humaine (Dalle Zotte, 2015). Dans la viande de lapin les AGI représentent environ 60% du total des AG et la quantité des acides gras polyinsaturés (AGPI), qui représentent 27 à 33% du total des AG est supérieure à celle des autres viandes, y compris la volaille (Wood et al. 2008).

Les teneurs en AG sont sujettes à de fortes variations liées à la nature du régime alimentaire de l'animal (Xiccato, 1999 ; Dalle Zotte, 2002). L'influence du profil des AG de la ration semble cependant être plus prononcée sur la composition en AG des tissus adipeux dissécables que sur les lipides intramusculaires (Xiccato, 1999). Par ailleurs, les travaux de Szabo et al. 2004a ont montré que la composition en AG des muscles est réversible en fonction du temps et de la distribution des régimes.

L'exercice physique simulé par excitation électrique du muscle semble modifier le profil des AG du muscle (Szabo et al. 2004b) vers une diminution de la proportion des AGPI contenant plus de trois doubles liaisons (-1,35%). Par contre, une variation de la vitesse de croissance ne modifie pas le profil des AG de la cuisse (Ramirez et al. 2004).

▪ **AG d'intérêt nutritionnel : Omega3 et Omega6**

Deux familles d'AG sont considérées comme essentielles : la famille des oméga 6 (acide linoléique et arachidonique) et la famille des omégas 3 (A.α linoléique, a. eicosapentaénoïque : EPA et docsahexaénoïque : DHA).

Les acides linoléiques et α linoléique sont de surcroît indispensables et qui ont de nombreux effets bénéfiques, car ni l'homme ni les animaux ne peuvent les synthétiser (Harris, 2007). Grâce à des réactions enzymatiques, l'organisme convertit ces AG indispensables issus de

l'alimentation en AG à chaîne plus longue et plus insaturée comme les acides arachidonique, EPA et DHA (Combes et Dalle Zotte, 2005). Ces derniers suscitent un intérêt particulier pour la santé humaine (Zhang et al. 2010). En effet, Le DHA intervient sur la croissance, le développement fonctionnel du cerveau et de la vue chez l'enfant et sur le maintien des fonctions cérébrales chez l'adulte. En outre, il existe une forte corrélation négative entre la consommation de DHA et le développement de certaines pathologies comme la thrombose, les arythmies cardiaques, l'infarctus du myocarde, l'hypertension, l'arthrite, l'athérosclérose, la dépression et quelques types de cancer (Horrocks et Yeo, 1999).

IV.3.2. Caractéristiques technologiques et organoleptiques

L'aptitude à la conservation de la viande réfrigérée dépend de son pH. Les viandes à pH ultime (pHu) élevé (> 6) sont généralement considérées comme inaptes à la conservation car les microorganismes protéolytiques y développent rapidement de mauvaise odeur (Gill et Newton, 1981). A l'inverse, les viandes à pHu trop bas (<5,5) se caractérisent par un moindre pouvoir de rétention de l'eau, lors de la conservation et au moment de la cuisson le pHu influence à la fois l'aspect de la viande (les viandes acides sont plus pâles), son aptitude à la conservation (les viandes acides exercent un effet bactériostatique) et la tendreté de la viande cuite, les viandes acides sont plus dures car elles perdent plus d'eau lors de la cuisson (Dalle Zotte, 2014).

Chez le lapin aucun défaut qualitatif important n'a jamais été observé dans le muscle même dans ceux qui présentent des pHu extrêmes comme le *Longissimus Lomborum* (LL), le plus glycolytique (pHu=5,5), ou le Soleus, le plus oxydatif (pHu=6,4) (Delmas et Ouhayoune, 1990 ; Dalle Zotte et al. 1996).

La viande de lapin présente un fort pouvoir réfléchissant de la lumière et du fait de sa faible teneur en myoglobine une évolution modérée au cours de la conservation.

Les viandes « blanches » lapin compris, sont souvent considérées comme trop sèches (manque de jutosité) par le consommateur, ce constat dépend de la faiblesse de lipides intramusculaires de ce type de viande.

Les lipides de la viande jouent un rôle primordial sur le goût. Pendant la conservation et la cuisson, leur oxydation participe au développement de la flaveur typique de chaque viande. La sensibilité à l'oxydation au cours de la conservation dépend de l'effet conjoint des teneurs en AGPI et en fer héminique des viandes (Dalle Zotte, 2004). L'oxydation des lipides influence donc la qualité technologique et organoleptique de la viande mais aussi sa valeur

nutritionnelle. Au cours de la cuisson, les phospholipides en particulier exercent un grand rôle dans le développement de l'arôme de la viande (Meynier et Gandemer, 1994).

La cuisson détermine une oxydation partielle des AGPI des phospholipides. Leur oxydation est plus élevée dans le muscle oxydatif que le muscle glycolytique, elle est d'autant plus forte que l'instauration des AGPI est plus forte (Gandemer, 1998).

Les diverses méthodes de cuisson (milieu humide ou sec, chaleur intense ou modérée) ont chacune un rôle spécifique sur la formation de la saveur de la viande.

Etude expérimentale

I. MATERIELS ET METHODES

I.1. Présentation de l'étude

L'étude a pour objectif d'évaluer les performances de reproduction des lapines, le rendement à l'abattage et les qualités sensorielles de la viande de lapin de population locale Aurèsienne. La région des Aurès (Batna, Khenchela et Oum El Bawagui) est connue pour le nombre relativement faible d'unités d'élevage Cunicole implantées. L'élevage de lapin a de temps existé à la région, mais pratiqué exclusivement en mode fermier. Ces dernières années, un regain d'intérêt pour la rationalisation de ce type d'élevage est constaté.

L'absence de connaissance sur les caractéristiques zootechniques des animaux appartenant à cette population, ainsi que l'absence d'une maîtrise des techniques d'élevage constituent un frein au développement de cette production.

Cette étude comporte les aspects suivants :

- ✓ L'analyse des performances de reproduction des lapines de population locale Aurèsienne
- ✓ Les aptitudes laitières des femelles
- ✓ Les performances de croissance des lapereaux sous la mère
- ✓ Le profil métabolique des femelles en fonction du stade physiologique
- ✓ Les performances de croissance en période post-sevrage
- ✓ Le rendement à l'abattage et les qualités organoleptiques de la viande de lapin local.

I.1.1 Zone d'étude

L'Aurès (en langue berbère : Awras) est une région d'Algérie située dans l'Est du pays, caractérisée à la fois par sa riche histoire, son relief principalement montagneux (massif de l'Aurès) et par son peuplement traditionnel (le groupe berbérophone des Chaouis) (figure 21).

Cette région, dont le nom remonte à l'Antiquité (en latin : Aurasius mons, « la montagne fauve »), faisait partie, avant la conquête romaine du territoire de l'ancienne Numidie.

Les hivers sont très froids, la température atteint parfois les $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Les étés sont très chauds. Le thermomètre affiche parfois $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ à l'ombre. Les variations de température sont très importantes dans cette région du monde. La pluviométrie indique 100 mm en moyenne annuelle. Cependant, des pluies diluviennes sont constatées dans les Aurès. Les dégâts causés par des crues peuvent être considérables.

Les animaux : l'âne, le cheval, le hyène, le lièvre, les bovins, le mouton, la chèvre, le fennec, l'aigle, le sanglier, le lézard, le chacal, la cigogne blanche, les canards, le ganga etc. Le dernier lion a été chassé au XIXe siècle près d'Arris. Certaines espèces de poissons vivent dans les eaux de rivières ou de ruisseaux près de Timgad.

La végétation : plusieurs conifères et arbustes (cèdres, pins d'Alep, sapin, chêne vert, etc.). Il y a des palmiers, le genévrier, le saule, le Jujubier, le tamarinier, les arbres fruitiers (pommier, grenadier, abricotier, poirier, figuier, olivier, amandier, etc.)

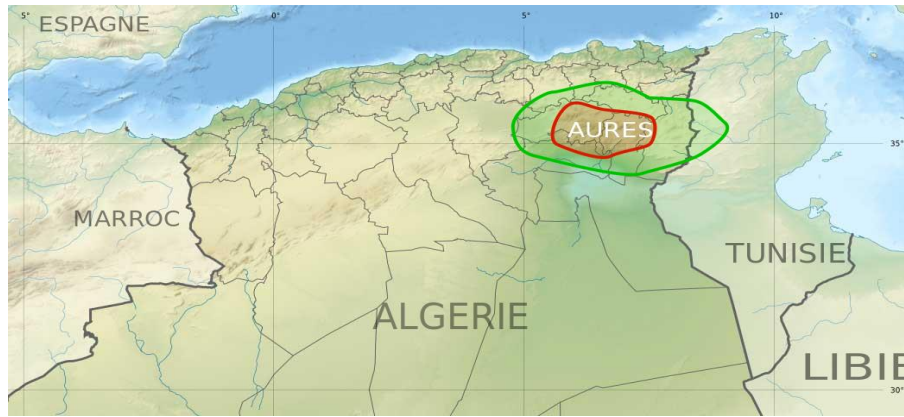


Figure 21. Localisation de la région des Aurès. ([Http : //fr.wikipedia.org](http://fr.wikipedia.org))

I.1.2. Constitution et renouvellement du cheptel expérimental

Les animaux ont été collectés auprès des éleveurs fermiers localisés dans la région des Aurès. Ceci a conduit à une collecte d'animaux très hétérogènes mais représentatifs de la situation du terrain. Les couleurs de robe sont très variables au sein de cette population (noir, noir tacheté, blanc tacheté, marron tacheté...etc) (figure 22). Leur âge au moment de l'achat est estimé à 3-4 mois. Ces animaux ont été placés à l'animalerie du département vétérinaire. A partir de ce troupeau de base composé de 60 femelles et 10 mâles, on a retenu 20 femelles et 5 mâles après la première saillie pour l'expérimentation.



Figure 22. Différents phénotypes de la population Aurèsienne étudiée.

I.1.3. Le bâtiment et le matériel d'élevage

L'élevage des femelles est conduit dans une maternité d'une superficie de 120 m² (figure 23). Elles étaient logées dans une batterie de type Flat Deck, composée de cages individuelles, en grillage métallique, mesurant 70cm de long et 40cm de largeur. Elles sont munies de mangeoires individuels, de tétines pour l'abreuvement et d'une boîte à nid pour la portée.

L'aération est statique (assurée par deux fenêtres de chaque côté du bâtiment). En plus de la lumière naturelle, un éclairage artificiel est assuré durant toute la période de l'essai. La température est contrôlée et maintenue entre 20 - 25C°et une hygrométrie est 60-70 %.



Figure 23. Le bâtiment d'élevage (maternité)

I.1.4. L'aliment

Les lapines sont alimentées à volonté avec un aliment granulé provenant de l'unité de Bouzerrea, (4 mm de diamètre et 5-7mm de longueur). La formule alimentaire comprend les matières premières représentées dans le tableau 16.

Tableau 16 : Composition centésimale et chimique de l'aliment granulé provenant de l'unité de Bouzerrea, Alger.

Composition centésimale (%)		
Tourteau de soja 44	17	
Maïs	30	
Luzerne	35	
Son de blé	15	
CMV	2,9	
Composition chimique (g/100g de brut)		
Matière azotée	16,8	16*
Matière grasse	2,5	2,5*
Cellulose brute	13,3	15*

**Recommandations pour la composition des aliments complets pour lapins D'après Lebas et al 1996 et Lebas, 2004.*

I.1.5. Conduite d'élevage

La mise en reproduction a démarré en février 2013. La saillie est naturelle, un rythme de reproduction semi-intensif est adopté (intervalle minimum mise bas-saillie de 10-12 jours).

Les lapines sont présentées aux mâles pour la première fois à un âge situé entre 4,5 – 5,5 mois, les mâles sont âgés de 5 mois et plus. Au moment de la saillie, les femelles et les mâles sont pesés, les femelles ayant refusé la saillie sont représentés au mâle le lendemain. Une femelle est éliminée après trois refus successifs.

Un diagnostic de gestation des femelles par palpation abdominale est effectué 10 jours après la saillie. Les femelles vides sont représentées au mâle le même jour. Les boîtes à nid sont placées trois jours avant la date présumée de la mise bas. Elles sont fixées à l'extérieur sur les cages. A la mise bas, les portées sont dénombrées (nés totaux, nés vivants et les morts nés). Les lapereaux nés sont pesés collectivement ainsi que la mère.

Les lapereaux sont soumis à un allaitement contrôlé à la naissance et durant 21 jours. L'accès de la mère à la boîte à nid n'a lieu qu'une seule fois par jour (le matin). La durée de l'accès à la boîte à nid est fixée à 5-10 minutes. La mère est pesée avant et après la tétée et cela durant les trois semaines d'allaitement. Le sevrage est effectué au 28^e jour après la mise bas et les lapereaux sont transférés vers le local d'engraissement. Le nombre de sevrés et les poids des portées sont enregistrés.

I.1.6. Prophylaxie

Une désinfection totale du local a été faite au début de l'expérimentation avant la mise en place des animaux, puis des nettoyages quotidiens de la maternité. Un control de l'état sanitaire des lapines était effectué quotidiennement. Les animaux morts ou malades étaient retirés.

Les principales pathologies rencontrées dans l'élevage au cours de la période de suivi étaient la gale, les maux de pattes et les mammites.

I.1.7. Etude statistique et analyse des résultats

Les études statistiques ont été réalisées avec les logiciels MedCalc version 15.2.1 - © 1993-2015 MedCalc Software bvba et Microsoft Office Excel 2013, qui permettent un meilleur traitement analytique et descriptif. Les tests utilisés sont principalement :

- ✓ Le test « t » de Student sur un échantillon pour tester la fiabilité des résultats
- ✓ Analyse de variance pour les performances de reproduction et le profil métabolique des femelles.

- ✓ Le test F de Friedman pour les qualités organoleptiques de la viande de lapin local.
- ✓ Les corrélations entre certains paramètres mesurés ainsi que la comparaison des moyennes obtenues.

Les effets pris en compte sont :

- ✓ La saison de mise bas
- ✓ Le numéro de parité à 6 niveaux
- ✓ Le stade physiologique pour le profil métabolique des femelles

Le seuil de signification retenu était de 0,05. Les résultats sont formulés de moyenne \pm écart type et le degré des significations des différences.

I.2. Etude des performances de reproduction des lapines

L'objectif de cet essai est de caractériser et d'analyser les performances de reproduction des lapines de la population Aurèsienne (réceptivité, fertilité, taille et poids des portées à la naissance et au sevrage) en fonction des facteurs liés à l'animal et au milieu.

I.2.1. Mesures réalisées

Chaque femelle dispose d'une fiche technique (Annexes) sur laquelle sont portées toutes les informations. Les variables enregistrées à chaque étape sont :

1. A la saillie

Le poids de la femelle et du mâle et le résultat de la saillie.

2. A la palpation

Le résultat de la palpation

3. A la mise bas

Le poids de la femelle, les nés totaux, les nés vivants et les morts nés par portée.

4. Au sevrage

Le nombre de lapereau sevrés et le poids total de la portée. Il est important de noter que les variables analysées concernent seulement les portées ou il y a eu au moins un lapereau né vivant ou sevré.

I.3. Etude de la production laitière des lapines

La production laitière de la lapine conditionne la survie et la croissance des lapereaux. En effet, les jeunes animaux naissent aveugles et sont à peine capables de se déplacer. Ce n'est que tardivement qu'ils commencent à consommer un aliment autre que le lait. La connaissance de la production laitière des lapines est souvent nécessaire. Il est possible de mesurer cette production laitière par pesée de la mère avant et après la tétée. L'objectif de cette expérience est de déterminer les capacités laitières de la lapine locale et d'étudier l'influence de certains facteurs.

1. Animaux

Un effectif de 20 lapines suivies pendant six parités, ont été soumises à un allaitement contrôlé (accès de la mère à la boîte à nid une fois par jour pendant 5 à 10 minutes). L'estimation de la quantité de lait produit par pesée de la mère avant et après tétée (figure 24). On note chaque jour l'effectif de la portée allaitée pour chacun des 21 jours de suivi. Après 21 jours, les lapereaux peuvent consommer l'aliment solide, cette mesure ne présente plus d'intérêt.



Figure 24. Estimation de la production laitière par pesée de la femelle.

2. Variables analysées

Les variables suivantes ont été analysées :

- ✓ Quantité de lait journalière produite par femelle/jour (g) = poids de la femelle avant la tétée moins le poids de la femelle après la tétée.
- ✓ Quantité de lait totale produite en 21 jours (g) = la somme des quantités de lait journalières de J0 à J21.
- ✓ Quantité de lait produite par semaine (semaines 1, 2 et 3).
- ✓ L'ingestion moyenne de lait par lapereau : c'est la quantité de lait calculée divisée par l'effectif allaité.

I.4. Etude du profil métabolique des femelles et morphométrie folliculaire

I.4.1. Profil métabolique des femelles

I.4.1.1. Prélèvements

Quatre prélèvements de sang sont effectués sur des femelles à différents stades physiologiques (femelle vide, femelle gestante, femelle gestante-allaitante et femelle allaitante seulement).

Le sang est prélevé au niveau de l'artère auriculaire médiane, à l'aide de vacutainers contenant 0,85 U.I d'héparine (figure 5). Le sang recueilli est centrifugé (3000 tours/mn, pendant 10mn) avec une centrifugeuse de type SIGMA-2K15. Le plasma obtenu est aliquoté et conservé au froid (-20°C) jusqu'au moment de leur analyse.

Les paramètres sanguins mesurés sont : la glycémie, les protéines totales, les lipides totaux, les triglycérides, le cholestérol, l'urée et la créatinine.

Les dosages biochimiques ont été réalisés au niveau du laboratoire de recherche LESP. La concentration des différents métabolites a été déterminée par spectrophotométrie en utilisant des kits commerciaux (SPINREACT) avec une lecture au spectrophotomètre (UV-1205, SHIMADZU) (figure 25, 26).

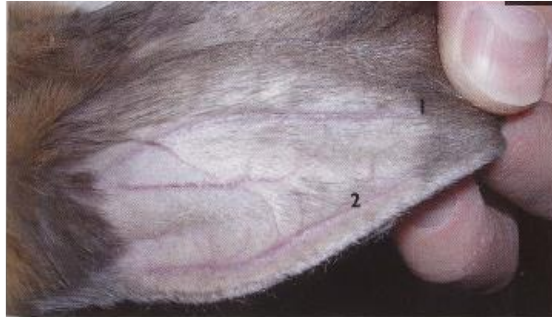


Figure 25. Prélèvements sanguins (1 : artère auriculaire médiane, 2 : veine marginale)



Figure 26. Réalisation des dosages biochimiques

I.4.2. Morphométrie folliculaire

I.4.2.1. Animaux

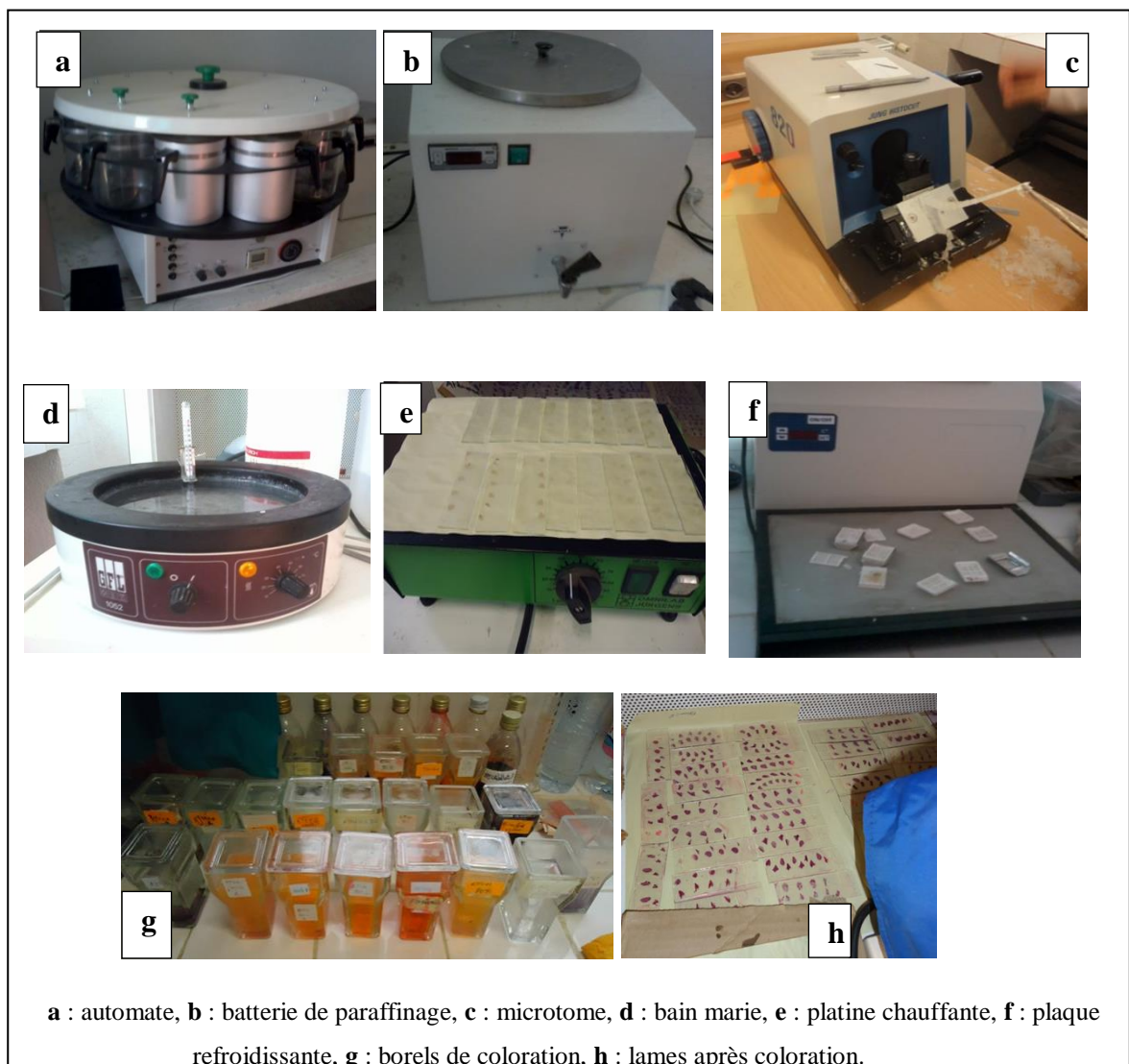
Trois femelles à différents stades physiologiques (femelle vide, femelle gestante, femelle gestante-allaitante et femelle allaitante) sont abattues pour le prélèvement des ovaires et l'étude morphométrique des follicules.

I.4.2.2. Techniques histologiques

Cette étape de l'expérimentation est réalisée au niveau du laboratoire d'histologie du département vétérinaire (figure 27 et 28). La préparation des coupes histologiques passe par plusieurs étapes qui s'enchaînent et qui sont obligatoires.



Figure 27. Les ovaires des lapines



a : automate, **b :** batterie de paraffinage, **c :** microtome, **d :** bain marie, **e :** platine chauffante, **f :** plaque refroidissante, **g :** borels de coloration, **h :** lames après coloration.

Figure 28. Matériels utilisés pour la préparation des coupes histologiques

I.4.2.3. Mesure des diamètres des follicules antraux

L'étude de la morphométrie des follicules a été réalisée en utilisant un microscope optique ultra-performant OPTIKA B-350 (Ver.4.0.0) (figure 29). C'est un microscope muni d'une caméra (OPTIKAM, Version.4.1.0) et d'un appareil photo numérique de haute résolution (Microscopy Digital USB Camera) permettant l'affichage de l'image de la coupe histologique placée au microscope sur un micro-ordinateur en temps réel (avec la possibilité d'acquisition de photo) grâce au logiciel OPTIKA™ Vision Pro (Version 2.7).

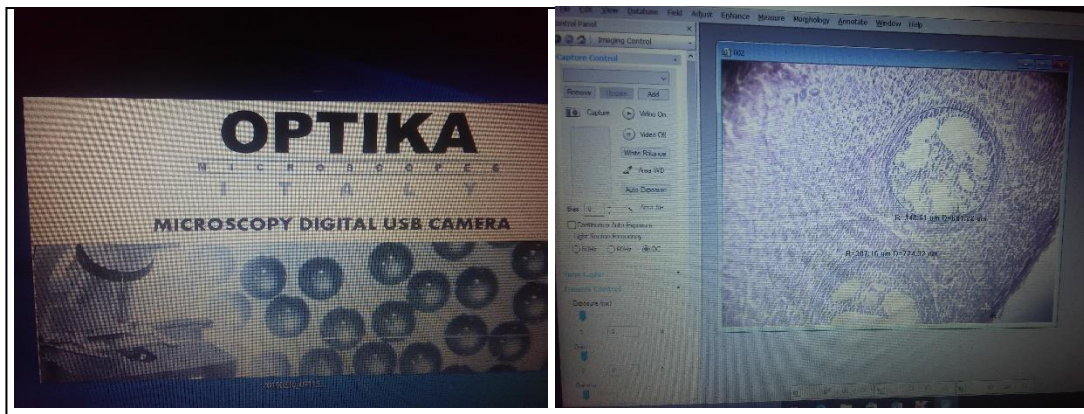


Figure 29. Traitement des coupes histologiques au microscope **OPTIKA**

Les coupes histologiques sont examinées d'abord au faible grossissement (objectifx10) pour voir un aspect général de la coupe. Ensuite on utilise un grossissement intermédiaire (objectif x 40) pour cibler les différents types de follicules présent sur la coupe, c'est à partir de ce grossissement qu'on a réalisé les études morphométrique des follicules antraux.

I.5. Etude de la croissance des lapereaux sous la mère

L'objectif de cette étude est de définir la courbe de croissance des lapereaux durant la phase naissance-sevrage et l'influence de quelques facteurs liés au milieu et à l'animal sur sa variation.

I.5.1. Animaux

Sur les 126 portées suivies pour estimer la production laitière des femelles, les données de croissance ont été enregistrées durant la période naissance-sevrage (0-28 jours).

I.5.2. Mesures réalisées

Les portées sont pesées à la naissance puis chaque semaine jusqu'au sevrage (le matin avant la tétée).

I.5.3. Les variables analysées

Poids moyen des lapereaux de la naissance à 21 jours, puis le jour du sevrage. C'est le rapport du poids total de la portée vivante sur le nombre de lapereaux vivants.

Poids moyen du lapereau sevré à 28 jours (g), c'est le rapport du poids de la portée sevrée sur le nombre de sevrés.

La vitesse de croissance des lapereaux (g/j), le gain moyen quotidien (GMQ) est le gain de poids sur la période considérée divisé par le nombre de jours de la période.

I.5.4. Les effets considérés

Les effets considérés pour l'analyse des poids moyens et les gains de poids des lapereaux sont :

- ✓ La saison de mise bas (Automne, Hiver, Printemps, Été).
- ✓ Le numéro de parité (1 à 6).
- ✓ La taille de portée allaitée : quatre classes ont été définies : 1 à 3, 4 à 5, 6 à 7, 8 et plus.

I.6. Performances de croissance, morphométrie digestive et histométrie intestinale

I.6.1. Performances de croissance des lapins

Les petites espèces animales prolifiques et faciles à élever (tant par la pratique que par le coût de l'investissement) peuvent servir d'appoint et pallier l'insuffisance de la viande dans les pays en développement (Lebas, 2004). Le lapin plus que toutes les autres espèces répond à cette préoccupation. La présente étude concerne des lapins de population locale élevé dans la région des Aurès dans un objectif d'évaluer leur performances de croissance.

I.6.1.1. Animaux

L'essai de croissance a été réalisé sur 100 lapereaux de sexe mâle, issus de 60 portées nées au cours de la période qui s'étale entre 18/02/ jusqu'au 17/05/2014. Le sevrage a eu lieu à 28 jours, les animaux appartenant à des portées différentes en bon état sanitaire, ayant le meilleur poids sont identifiés par marquage au niveau des oreilles. Ils ont alors été placés dans des cages grillagées de type flat-deck à raison de trois ou quatre par cage. Les cages (62cm de

longueur, 52 cm de largeur et 35 cm de hauteur) sont munies d'une trémie et de système tétine pour l'abreuvement.

I.6.1.2. Aliment

A partir du sevrage (28jours), les animaux ont été nourris ad libitum avec un aliment granulé équilibré pour lapin dont la composition figure dans le tableau 16.

I.6.1.3. Mesures réalisées

La quantité d'aliment ingérée a été contrôlée semaine par semaine et cage par cage. Les lapereaux identifiés par marquage au niveau des oreilles, sont pesés individuellement le matin au moment du sevrage, puis une fois par semaine à heure fixe jusqu' à l'âge de 77 jours. La mortalité est enregistrée chaque jour en précisant la cause de mortalité.

I.6.1.4. Variables calculées

Les formules appliquées pour le calcul des performances de croissance sont les suivantes :

Gain moyen quotidien/semaine : 28-35j, 35-42j, 42-49j, 49-56j, 56-63j, 63-70j, 70-77j.

GMQ (g/j) = (poids moyen à 35 jours - poids moyen à 28 jours)/7.

GMQ global durant la période 28 – 77 jours.

Consommation moyenne quotidienne : CMQ (g/j) = Quantité d'aliment consommée de 28 à 77 jours/49jours.

Conversion alimentaire : CA (g/g) = CMQ / GMQ.

I.6.2. Morphométrie digestive et histométrie intestinale

I.6.2.1. Abattage des animaux

Parmi les 100 lapins de l'essai de la croissance, 30 lapins sont choisis pour l'étude morphométrique et histométrique digestive. Les seuls critères de choix sont : L'âge, le poids, le sexe, et l'état sanitaire. Au jour d'abattage, les animaux sont pesés puis abattus par section des vaisseaux du cou. Les mensurations viscérales ont été effectuées immédiatement après la décapitation. Le prélèvement des viscères a eu lieu, au maximum dans l'heure qui a suivi l'abattage. Dans cet intervalle, la non ouverture de la paroi abdominale a évité toute déshydratation des viscères en place.

La masse viscérale est séparée de la carcasse avec son mésentère, après section de l'œsophage au ras du cardia, et du rectum à l'aplomb du pubis.

La masse gastro-intestinale est séparée du mésentère par section de celui-ci au ras des viscères.

L'estomac est isolé par section au niveau du pylore. La masse intestinale est séparée en trois segments : intestin grêle, caecum, et colon. Les sites précis de section sont définis dans la figure 30. L'estomac et les différents segments intestinaux sont aussitôt vidés après incision, lavés, essorés par application sur un linge propre, puis pesés et mesurés. Tous les poids frais sont alors enregistrés.

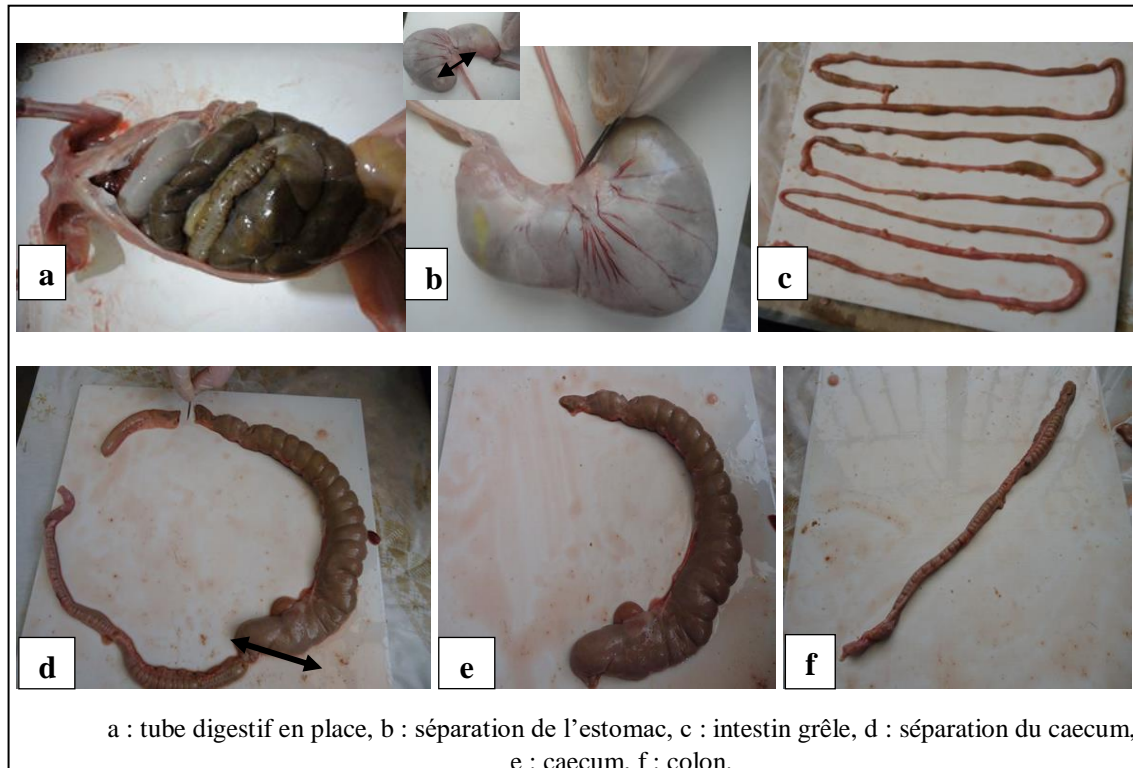


Figure 30. Mesures effectuées dans l'appareil digestif au cours de l'étude.

Pour la détermination de la taille des villosités intestinales, des prélèvements ont été réalisés au niveau de l'intestin grêle, plus précisément au milieu de chaque segment de celui-ci, en considérant que le duodénum, le jéjunum et l'iléon représentent respectivement 1/5, 3/5, et 1/5 de la longueur totale de l'intestin grêle (Gallois, 2006). Deux segments d'environ 1cm ont été prélevés et ouverts dans le sens de la longueur, puis plongés dans une solution de formol tamponnée à 4% pendant 48 h afin de fixer les tissus (Martoja et Martoja, 1967). Les échantillons ont été ensuite analysés par la technique histologique et mesurés à l'aide du

microscope OPTIKA dont les procédures ont été déjà décrites dans le chapitre précédent. Les longueurs et les largeurs ont été mesurées.

I.7. Le rendement en carcasse et les qualités sensorielles de la viande de lapin local

I.7.1. Performances d'abattage

I.7.1.1. Animaux et mise en lot

L'essai d'engraissement a été réalisé sur 100 lapereaux de sexe mâle, issus de 60 portées. Le sevrage a eu lieu à 28 jours, les animaux appartenant à des portées différentes en bon état sanitaire, ayant le meilleur poids sont identifiés par marquage au niveau des oreilles. Ils ont alors été placés dans des cages grillagées de type flat-deck à raison de trois ou quatre par cage. Les cages (62cm de longueur, 52 cm de largeur et 35 cm de hauteur) sont munies d'une trémie et de système tétine pour l'abreuvement.

I.7.1.2. Aliment

A partir du sevrage (28jours), les animaux ont été nourris ad libitum avec un aliment granulé équilibré pour lapin dont la composition figure dans le tableau 16.

I.7.1.3. Mesures réalisées

La quantité d'aliment ingérée a été contrôlée semaine par semaine et cage par cage. Les lapereaux sont pesés individuellement le matin au moment du sevrage, puis une fois par semaine à heure fixe (09h) jusqu' à l'abattage (77 ± 1 jours.).

Les animaux sont de nouveau pesés individuellement avant et après abattage qui a été réalisé le matin. Les carcasses (sans tête et sans manchons) sont pesées après 24 heures de ressuage à 4C° (figure 31). Afin d'évaluer le rendement, les critères suivants ont été mesurés suivant les normes de World Rabbit Science Association (Blasco and Ouhayoun, 1996) : le poids de la carcasse froide, le gras interscapulaire, le gras péri rénale, le poids des pattes avant, le poids du râble, le poids des cuisses, l'une des cuisses est cuite à l'étuve à 80C° pendant 2h30min et le ratio muscle/os a été calculé. Le foie et les reins sont pesés séparément.

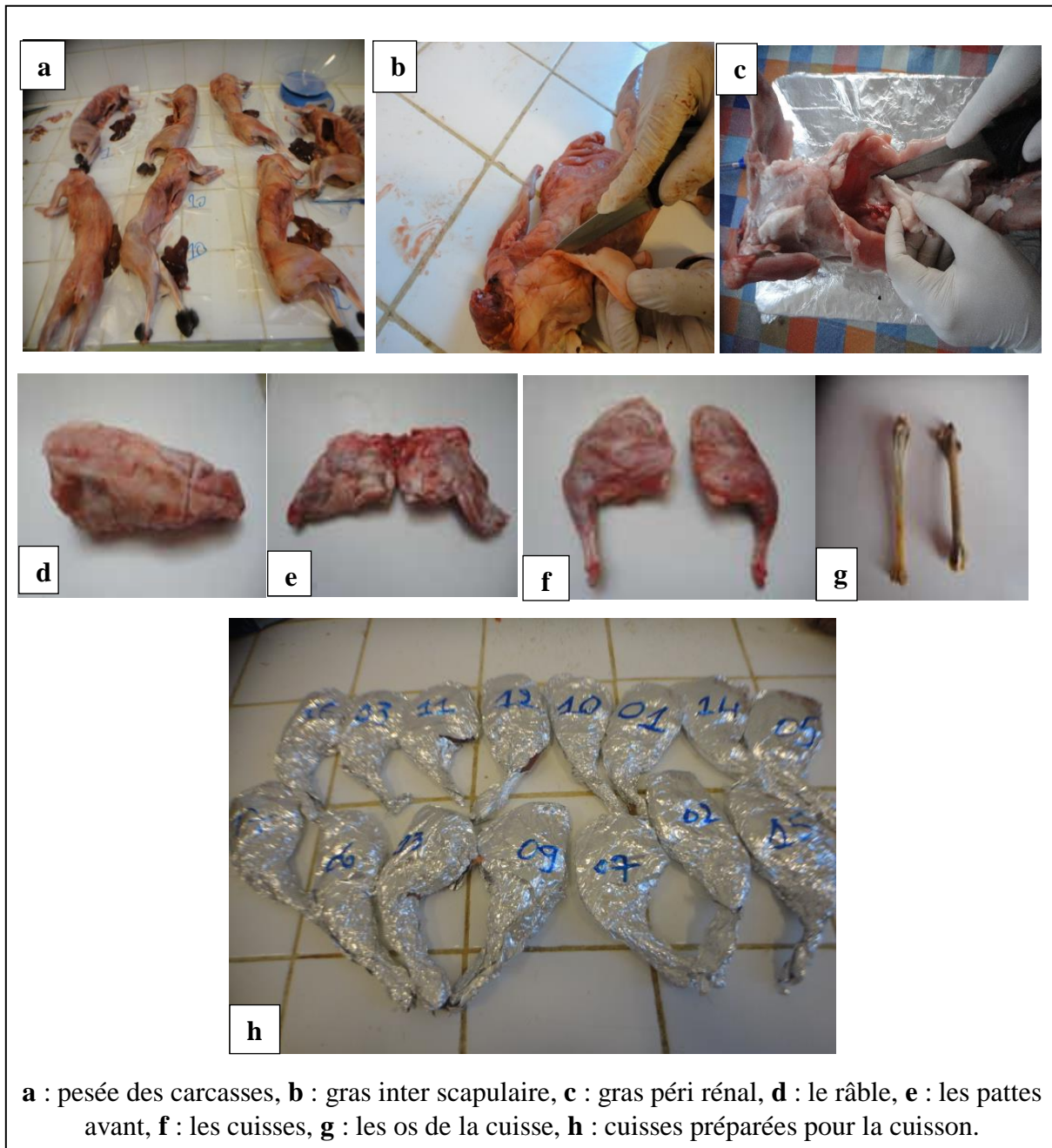


Figure 31. Les différentes étapes de la découpe de carcasses de lapins.

I.7.1.4. Données recueillies

Les formules appliquées pour le calcul des performances à l'abattage sont les suivantes :

- Rendement de la carcasse commerciale (%) = (poids de la carcasse commerciale / poids vif avant abattage) x 100.

- Rendement des pattes avants (%) = (poids des pattes avants / poids de la carcasse commerciale) x 100.
- Rendement des cuisses (%) = (poids des cuisses / poids de la carcasse commerciale) x 100.
- Rendement du râble (%) = (poids du râble / poids de la carcasse commerciale) x 100.
- Ration muscle/os = (poids de la cuisse avant cuisson – poids de l'os après cuisson) / poids de l'os après cuisson.
- Rendement en foie (%) = (poids du foie / poids de la carcasse commerciale) x 100.
- Taux de gras (%) = (poids du gras / poids de la carcasse commerciale) x 100.

I.7.2. Test sensoriel de la viande

La consommation de la viande de lapin a subi de profonds bouleversements au cours de ces dernières années. Le consommateur recherchait des carcasses entières non découpées. De ce fait, les efforts de recherches déployées en matière de qualité avaient pour l'essentiel visé à assurer l'homogénéité des carcasses (poids, équilibre optimum des tissus osseux, musculaires et adipeux). Aujourd'hui, cet aspect traditionnel de présentation de carcasse ne remporte plus d'adhésion unanime des consommateurs qui tournent d'avantage vers des formes de présentations en morceaux plus aisées à préparer. La qualité de la viande de lapin ne se résume donc plus simplement à la qualité de la carcasse mais doit intégrer absolument la qualité du tissu maigre, c'est-à-dire du muscle. La viande de lapin est consommée chez nous sans transformation, la qualité finale du produit dépend principalement de la matière première c'est-à-dire la composition biochimique du muscle. Parmi les différents constituants du muscle, les lipides pourraient déterminer en partie les qualités nutritionnelles et organoleptiques de la viande. L'objet de cet essai est de faire état des connaissances sur les caractéristiques organoleptiques de la viande de lapin de population Algérienne élevée dans la région des Aurès.

I.7.2.1. Animaux

Les animaux sont de population locale Aurèsienne (n=100, sexe : mâle). Ils ont été placés dans des cages collectives grillagées de type flat-deck à raison de trois ou quatre par cage. L'eau et l'aliment sont distribués ad libitum (tableau 16).

La croissance des animaux ainsi que leur consommation alimentaire sont suivies au cours de la période d'engraissement par pesée des animaux et des aliments chaque semaine jusqu'à 77 jours (fin de la période d'engraissement, lorsque les animaux ont atteint leur poids objectif d'abattage).

Avant chaque abattage les animaux sont pesés. Les rendements de carcasses sont calculés après un ressuyage de 24 h à 4°C. Les carcasses sont ensuite découpées de manière anatomique (Blasco and Ouhayoun, 1996) et les parties arrière (barons) cuisse et rable (coupé entre la septième et la huitième côte) sont pesés et conditionnés.

I.7.2.2. Préparation des échantillons et mode de cuisson

Entre l'abattage et l'analyse sensorielle, les morceaux (cuisse, rable) ont été conservés à -18°C. Avant cuisson et après décongélation 24h à +4°C, les morceaux n'ont reçu aucune préparation spéciale ils ont donc été cuits avec les os et le gras intermusculaire.

L'épreuve de dégustation a été faite par une centaine de personnes âgées de 30 ans et plus, moitié femme et moitié homme et consommateurs de viande de lapin. Les morceaux ont été cuits à 250°C dans un four en étant recouvert d'une feuille d'aluminium.

Tous les consommateurs ont reçu deux morceaux (une cuisse et un rable) qui ont fait l'objet d'une notation de 1 (extrêmement désagréable) à 7 (extrêmement agréable) pour les critères : tendreté, flaveur et aspect farineux. Une notation de 1 (extrêmement désagréable) à 5 (extrêmement agréable) pour les critères sensation de gras et jutosité. Une notation de 1 ou 0 pour l'aspect collant. Des questions ouvertes permettant aux juges d'expliquer leur choix si nécessaire (particulièrement pour la question concernant d'éventuels arrière-goûts) (tableau 17).

Tableau 17 : Définition des descripteurs utilisés lors des tests sensoriels.

Descripteur	Définition
Tendreté	Facilité de rupture lors de la mastication
Jutosité	Intensité du jus libéré lors de la mastication
Flaveur	Intensité de la flaveur « lapin »
Aspect farineux	Sensation de farine en bouche lors de la mastication
Gras	Intensité du goût gras en bouche
Collant	Adhésion au palais lors de la mastication

I.7.2.3. Composition chimique de la viande

L'essai du test sensoriel de la viande a nécessité la connaissance de la composition chimique de cette dernière. Les échantillons sont pris de deux régions anatomiques : le rable et la cuisse.

Les échantillons broyés et homogénéisés sont immédiatement stockés sous vide, dans des récipients avec fermeture hermétique et conservés au réfrigérateur, de manière à ce qu'une détérioration, ni modification de leur composition ne puisse avoir lieu.

II. RESULTATS

II.1. Performances de reproduction des lapines

Les performances de 20 lapines ont été analysées. 314 présentations au mâle ont donné lieu à 184 saillies, 148 mises bas et 112 sevrages avec 22 portées perdues en phase naissance-sevrage.

II.1.1. Répartition de mises bas en fonction de la saison

La figure 32 montre la répartition de mises bas en fonction de la saison. Le plus grand nombre de mises bas s'est produit en printemps. En général il y a une bonne répartition de mises bas sur les différentes saisons.

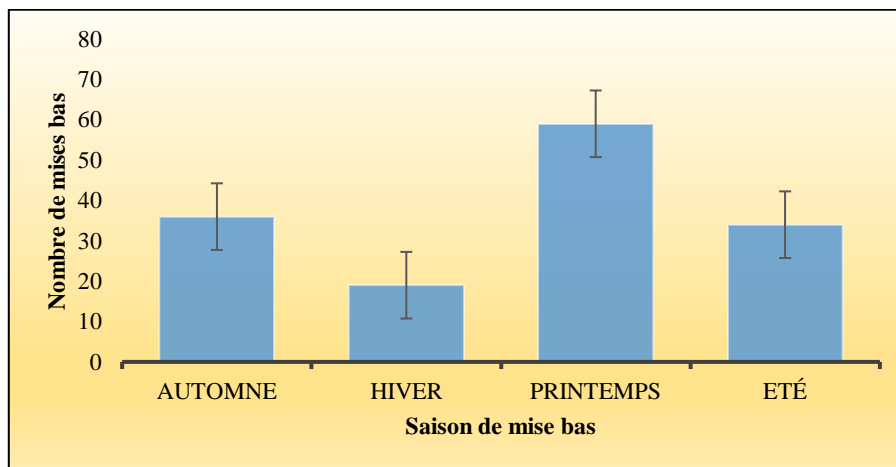


Figure 32. Répartition de mises bas sur les différentes saisons.

II.1.2. Caractéristiques moyennes de la population locale

Le tableau 18 présente les moyennes estimées obtenues pour les différentes variables analysées.

Tableau 18 : Performances de reproduction moyennes des lapines de population locale.

Caractère	Moyenne ± ET	Probabilité (P)
Taux d'acceptation (%)	59,6	-
Taux de fertilité (%)	79,1	-
Poids de la femelle à la saillie	2887,7±467,3	***
Consommation moyenne quotidienne (g)		
Semaine 1	352,8±21,3	***
Semaine 2	359,5±15,8	***
Semaine 3	371,6±16,9	***
Semaine 4	357,9±19,8	***
Semaine 5	363,3±18,1	***
Taille et poids de portée à la naissance		
- Nés totaux	6,9±2,3	***
- Nés vivants	5,8±2	***
- Poids moyen (g)	55,74±16,1	***
- Poids de la portée (g)	365,4±1042	***
Taille et poids de portée au sevrage		
- Nombre de sevrés	4,8±1,8	***
- Poids moyen (g)	396,5±133,6	***
- Poids de la portée	1741,3±467,4	***
- Taux de sevrage (%)	70,7±8,3	***
Mortalité des lapereaux :		
- A la naissance (%)	17,5±2,1	
- Naissance – sevrage (%)	19,4±6,1	**
- Taux de perte de portées entières à la naissance (%)	7	-

*** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$

II.1.3. Réceptivité et fertilité des lapines

Les lapines de la population étudiée sont caractérisées par un taux d'acceptation moyen de 59,6 % et une fertilité élevée de 79,1% (tableau 18).

II.1.4. Taille et poids de portée à la naissance et au sevrage

Les tailles de portées à la naissance et au sevrage sont présentées dans le tableau 18. Les femelles s'avèrent peu prolifiques. Sur l'ensemble des mises bas enregistrées (831), on obtient une moyenne de 6,9 nés totaux dont 5,8 nés vivants et 4,8 sevrés.

Le taux de sevrage qui est le rapport du nombre de portée sevrées sur le nombre de portées ayant au moins un nés vivant est de 70,7 %.

Les portées pèsent en moyenne 365,5 g à la naissance et 1741,3g au sevrage, le poids individuel à la naissance et au sevrage est de 55,7g et 396,5g respectivement à la naissance et au sevrage (tableau 18).

II.1.5. Mortalité des lapereaux

L'analyse met en évidence des taux de mortalités élevés chez cette population. La mortalité est de 17,5% elle est accentuée par une perte importante de portées entières (7%).

La mortalité naissance-sevrage est plus élevée que celle enregistrée à la naissance. Elle est de l'ordre de 19,4%.

II.1.6. Poids de la lapine à la saillie

Les lapines de cette population sont relativement légères. Le poids moyen de la femelle à la saillie est de l'ordre de $2887,7 \pm 467,3\text{g}$ (le coefficient de variation est faible 16%).

II.2. Résultats de l'analyse de variance

Tableau 19 : Signification statistique des effets retenus dans l'analyse des performances de reproduction des lapines.

Effet Variable	Saison de mise bas	Numéro de parité
Réceptivité	ns	<0,001
Fertilité	ns	<0,01
Poids à la saillie	ns	ns
Nés totaux	ns	ns
Nés vivants	<0,05	=0,276
Poids moyen du lapereau à la naissance	ns	=0,255
Poids de la portée à la naissance	ns	<0,001
Sevrés	<0,05	=0,972
Poids moyen du sevré	=0,05	=0,299
Poids de la portée sevrée	ns	<0,01
Taux de sevrage	ns	ns
Mortalité des lapereaux (%)	ns	ns
- A la naissance	ns	ns
- Naissance-sevrage	ns	ns
Taux de perte des portées entières à la naissance (%)	ns	ns

II.2.1. Effet de la saison de mise bas sur la taille et le poids de la portée à la naissance et au sevrage

II.2.1.1. Taille de la portée à la naissance et au sevrage

Le nombre des nés totaux enregistrés au cours des quatre saisons de mises bas, varie de 6 au printemps à 8,1 en hiver. Cependant les différences ne sont pas significatives (tableau 19).

L'effet de la saison sur le nombre des nés vivants et le nombre de sevrés est significatif ($p < 0,05$) (figure 33).

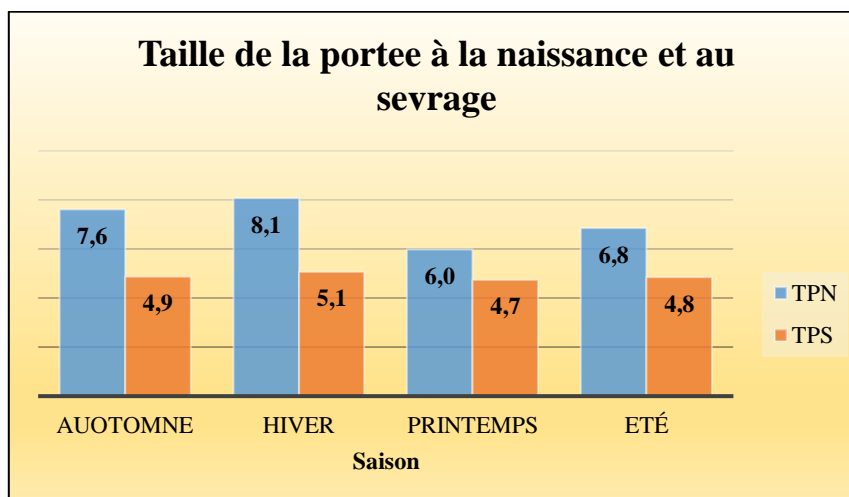


Figure 33. Effet de la saison sur la taille de la portée à la naissance et au sevrage.

La saison de mise bas n'affecte pas significativement le poids de la portée à la naissance et au sevrage (figure 34). Le meilleur poids de la portée à la naissance est enregistré en automne (432g) alors que le meilleur poids de la portée au sevrage est enregistré en été (1786g) avec des poids moyens à la naissance et au sevrage de 58g et 400g respectivement

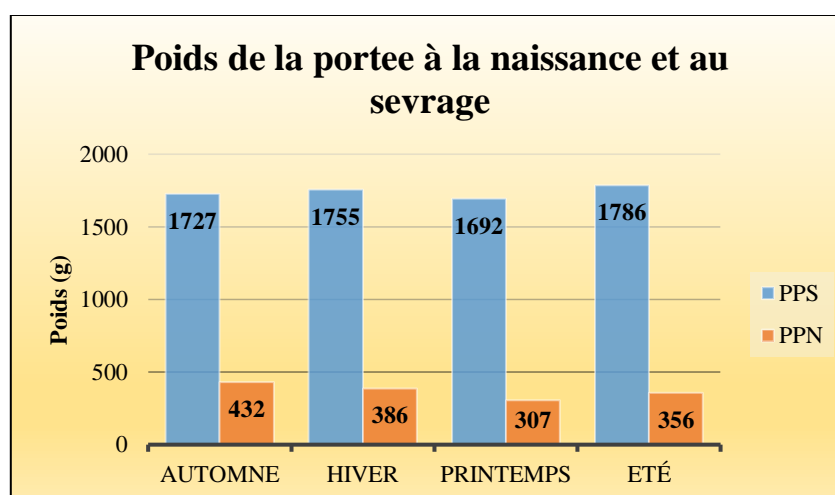


Figure 34. Effet de la saison sur le poids de la portée à la naissance et au sevrage.

La saison n'a pas d'effet significatif sur le poids moyen à la naissance et au sevrage ($p < 0,05$) (figure 35).

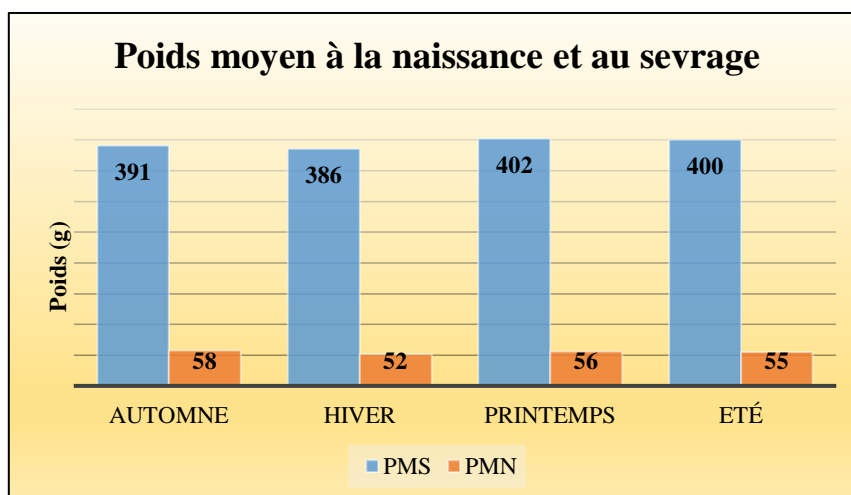


Figure 35. Effet de la saison sur le poids moyen à la naissance et au sevrage.

II.2.2. Effet du numéro de parité

L'effet du numéro de parité sur la taille et le poids de la portée à la naissance et au sevrage est présenté dans les tableaux 20 et 21.

Tableau 20 : Effet du numéro de parité sur la taille de la portée à la naissance et au sevrage

N parité	NT	NV	NSVG	TSVG
	*	*	ns	*
1	6,2±2,3 ^a	5,2±2 ^a	5,1±2	84,5±14,5 ^a
2	6,1±2,2 ^a	5,3±2,2 ^a	4,7±2	78,81±19 ^a
3	6,4±1,4 ^a	5,4±1,4 ^a	4,7±1,4	75,9±22,5 ^a
4	7,3±1,3 ^b	6±1,1 ^a	4,9±1,2	70,03±19 ^b
5	7,6±1,3 ^b	6,4±1,3 ^b	4,6±1,2	60,8±16,4 ^b
6	7,8±1,7 ^b	6,4±1,6 ^b	5±1,3	67,9±18,7 ^b

* $p < 0,05$, ns = effet non significatif.

Tableau 21 : Effet du numéro de parité sur les poids des portées et les poids moyens à la naissance et au sevrage.

N parité	Poids à la naissance		Poids au sevrage	
	**	***	*	ns
	Lapereau	Portée	Sevré	Portée
1	48,7±11 ^a	287,6±87,4 ^a	360,8±111,4 ^a	1642,3±396,4
2	61,4±18,8 ^b	331,4±79,9 ^a	423,9±101,3 ^b	1747,2±460,7
3	54,04±11,1 ^a	324,2±49,8 ^a	434,3±120,8 ^a	1853,2±441,3
4	56,3±10,3 ^b	397,2±56,5 ^b	375,2±79,3 ^a	1764,4±321,7
5	59,4±10,4 ^b	445,5±77,9 ^b	427,6±88,2 ^b	1818,2±185,6
6	54,4±9,2 ^a	406±75,4 ^b	356,5±106,4 ^a	1622,2±216,8

* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$; *** $p < 0,0001$; ns = effet non significatif.

a, b : dans une colonne et pour une variable donnée, les deux moyennes affectées de lettres différentes sont significativement différentes ($p < 0,05$).

II.2.2.1. Taille et poids de la portée à la naissance

Le nombre de nés totaux augmente entre la troisième portée et les suivantes, qui diffèrent significativement entre elles ($p < 0,05$). Le numéro de parité a un effet significatif à partir de la cinquième parité (figure 36).

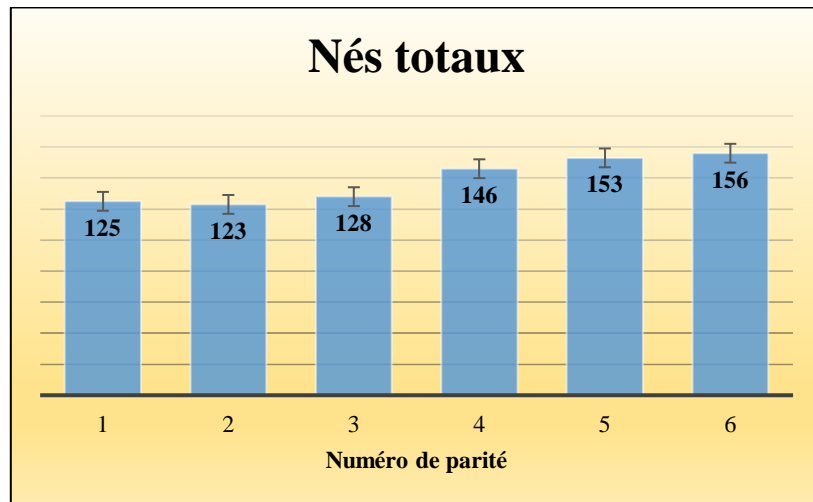


Figure 36. Effet du numéro de parité sur le nombre de nés totaux.

Le poids total de la portée et le poids moyen du lapereau augmentent de manière significative entre la première portée et les suivantes, qui ne diffèrent pas significativement entre elles (figure 37 et 38). Les lapines multipares donnent naissance à des portées plus lourdes que les femelles en première portée (288 vs 445g, en parité 5 et plus, $p < 0,0001$).

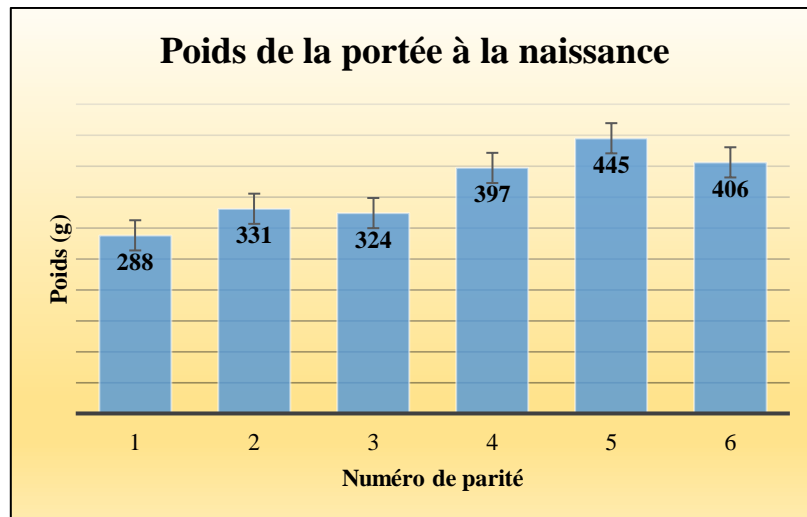


Figure 37. Effet du numéro de parité sur le poids de la portée à la naissance.

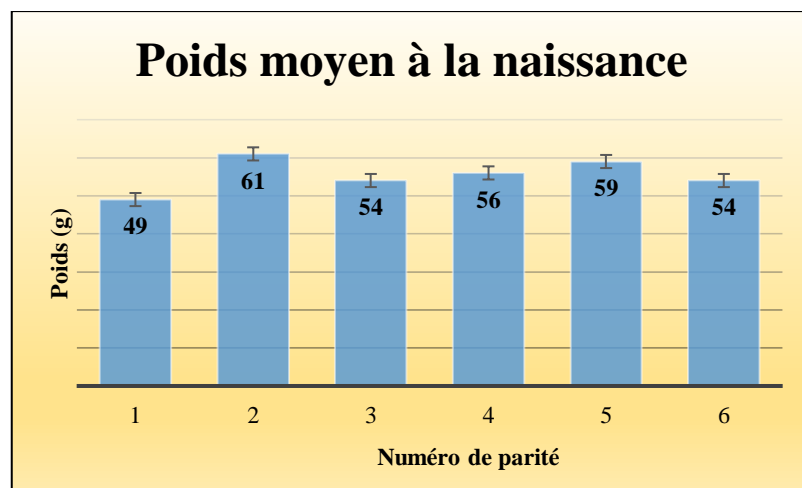


Figure 38. Effet du numéro de parité sur le poids moyen du lapereau à la naissance.

II.2.2.2. Taille et poids de la portée au sevrage

Le nombre de sevré n'est pas influencé de manière significative par la parité (tableau 20). Toutefois, les femelles en première portée enregistrent le nombre le plus élevé (5,1 sevrés par portée sevrée) (figure 39). Le taux de sevrage le plus faible est obtenu chez les multipares (60,8%, $p < 0,05$).

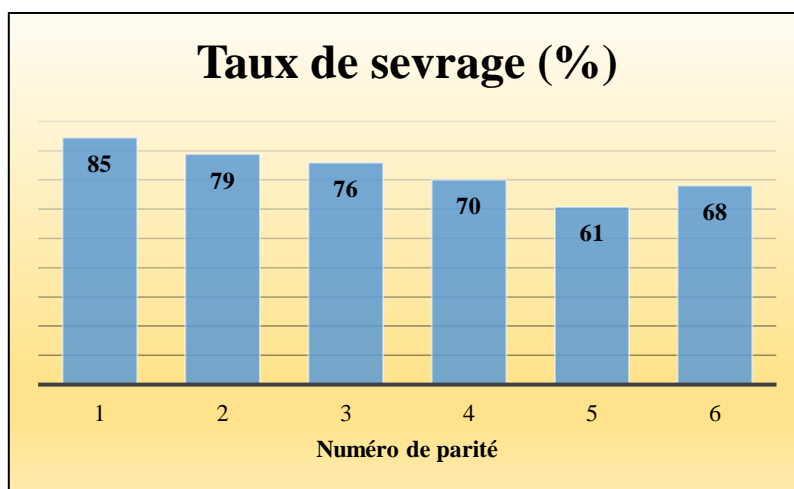


Figure 39. Effet du numéro de parité sur le taux de sevrage.

On observe un accroissement du poids de la portée au sevrage avec la parité (figure 40). Les lapines en première portée sèvrant des portées significativement plus légères qu'en parité 2 à 5 (1642,3g). Les poids varient ensuite de 1747,2g à la parité 2 à 1818,2g à la parité 5, mais ne diffèrent pas significativement. Par contre, le poids moyen du lapereau est influencé par le numéro de portée dont il issu, il augmente de 360,8g en première portée à 427,6g en portée 5.

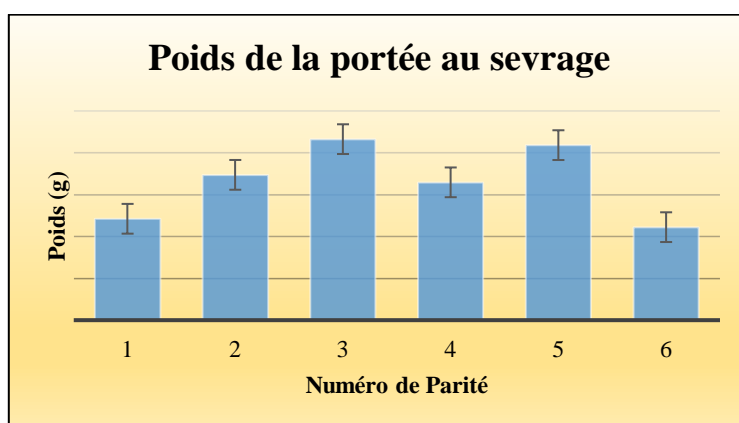


Figure 40. Effet du numéro de parité sur le poids de la portée au sevrage.

II.3. Production laitière des lapines et consommation moyenne de lait

Les résultats de l'analyse de la quantité de lait produite, du nombre de lapereaux allaités durant la période d'allaitement (0 à 21 jours) et de la consommation moyenne de lait par jour sont présentés dans le tableau 22.

Tableau 22 : Production laitière globale des lapines et ingestion de lait par lapereau sur la période 0-21 jours.

	Moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation (%)
Production laitière totale (g)			
Semaine 1	435,1	96,8	22
Semaine 2	851,8	137,6	16
Semaine 3	934,5	167,4	18
0-21journs (g)	2003,5	336,9	17
Nombre moyen de lapereaux allaités			
Semaine 1	5,9	1,9	32
Semaine 2	5,1	0,1	2
Semaine 3	5	0,1	2
0-21 jours	4,9	0,1	2
Ingestion moyenne de lait par lapereau / jour (g/jour)			
Semaine 1	10,5	4,6	44
Semaine 2	23,8	6,1	26
Semaine 3	26,7	6,5	24
0-21 jours	19,5	5,3	27

II.3.1. Caractéristique moyennes de la population

II.3.1.1. Evolution de la production laitière des lapines de 0 à 21 jours

Sur la période 0-21 jours, la production laitière totale est de 2003,5g avec une production moyenne journalière de 95,4g, les quantités de lait augmentent avec la semaine d'allaitement : 435,1g, 851,8g et 934,5g, respectivement en semaines 1, 2 et 3 (tableau 22). Les quantités de lait produites par jour augmentent durant les 21 jours d'observation, passant de 28g au premier jour à 80g au jour 21, le pic de lactation chez notre population locale se situe entre le 10^{ème} et le 11^{ème} jour (134g, figure 41).

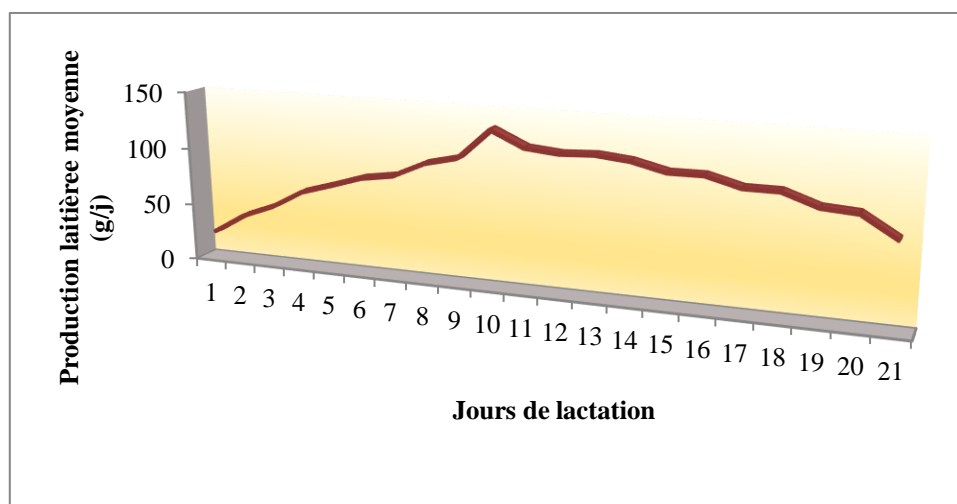


Figure 41. Evolution de la quantité de lait produite par jour sur la période 0-21 jours après la naissance.

II.3.1.2. Nombre de lapereaux allaités et ingestion de lait par lapereau

Le nombre moyen de lapereaux allaités en 21 jours est de 4,9 lapereaux (tableau 22). Du fait de la mortalité, le nombre de lapereaux diminue au cours de la période d'observation (5,9 contre 5,1 et 5 aux semaines 2 et 3). L'ingestion de lait augmente avec l'âge des lapereaux, elle passe de 10,5g par lapereaux la première semaine à 23,8g la deuxième semaine pour atteindre une moyenne de 26,7g la troisième semaine (tableau 22).

II.3.2. Résultats de l'analyse de variance

Le tableau 23 présente pour chaque effet considéré dans le modèle d'analyse la signification statistique obtenue.

Tableau 23 : Signification statistique des effets fixés retenus dans l'analyse de la production laitière des lapines.

	Numéro de parité	Nombre de lapereaux allaités
Production laitière totale (g)		
Semaine 1	P < 0,1	P < 0,05
Semaine 2	P < 0,1	P = 0,236
Semaine 3	P = 0,262	P < 0,5
0-21 jours (g)	P < 0,05	P < 0,001
Nombre moyen de lapereaux allaités		P < 0,05
Ingestion moyenne de lait par lapereau/jour (g)		
Semaine 1	P < 0,01	P < 0,05
Semaine 2	P < 0,05	P < 0,1
Semaine 3	P < 0,05	P < 0,05
Ingestion moyenne de lait par lapereau 0-21 jours	P < 0,05	P < 0,05

II.3.2.1. Effet du numéro de portée

L'analyse de variance a permis de mettre en évidence une influence significative du numéro de parité des lapines sur la production de la première semaine, deuxième et troisième semaine d'allaitement ($p < 0,05$) et sur la production laitière à 21 jours. Par contre cet effet n'est pas significatif ni sur le nombre de lapereaux allaités, ni sur l'ingestion moyenne de lait par lapereau et par jour (Tableau 24).

Tableau 24 : Taille de portée allaitée et production laitière des lapines en relation avec leur numéro de parité.

	Numéro de parité					
	1	2	3	4	5	6
Lapereaux allaités	5,9±1,6	4,3±1,7	4,9±1,3	5,3±1	4,6±1,4	5,1±1,4
Production laitière totale (g)						
Semaine 1	409±82 ^a	422±118 ^a	489±110 ^b	441±63 ^a	437±95 ^a	414±81 ^a
Semaine 2	807±133 ^a	826±197 ^a	818±128 ^a	880±98 ^b	904±120 ^b	877±137 ^b
Semaine 3	1134±203 ^a	997±132 ^b	978±84 ^b	922±158 ^b	692±143 ^b	885±112 ^b
0-21 jours	1872±341 ^a	1914±416 ^a	2023±365 ^{ab}	2027±207 ^{ab}	2126±307 ^b	2059±321 ^b
Ingestion de lait (g/jour/lapereau)	20±7^a	20±6^a	18±4^a	17±4^a	17±3^a	17±5^a

$p < 0,05$

La quantité de lait produite au cours des 3 premières semaines de lactation augmente en fonction de la parité (figure 42) elle est significativement plus faibles chez les femelles en première portée que chez les multipares de 3 parités et plus (1872g vs 2059g, $P < 0,05$).

A partir de la deuxième parité, les quantités totales de lait produites en 21 jours augmentent légèrement jusqu' à la parité 5 mais les écarts ne sont pas significatifs (figure 42).

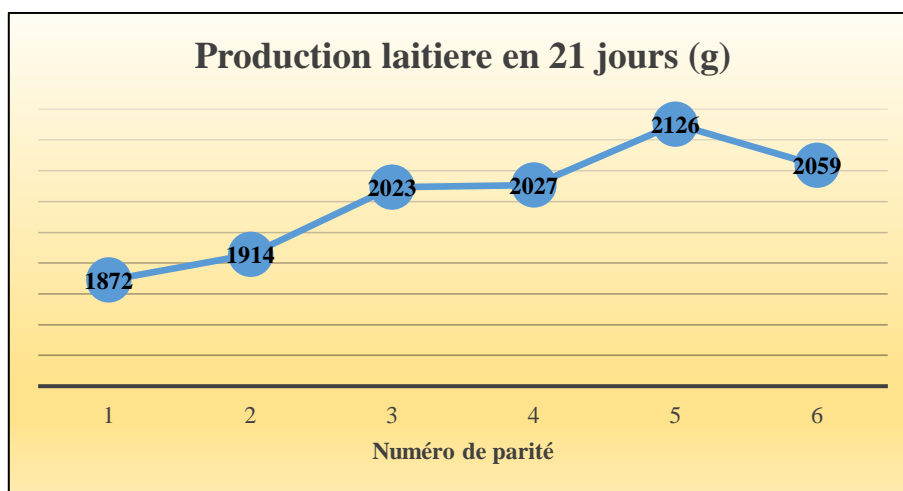


Figure 42. Variation de la quantité totale de lait produite en 21 jours en fonction du numéro de portée des lapines.

Au cours de deux premières semaines de lactation, la production laitière varie en fonction de la parité (figure 43 et 44). En première semaine, les femelles en première parité produisent les plus faibles quantités de lait par rapport aux femelles multipares (409g vs 489g, $p < 0,01$). En deuxième semaine, elles produisent moins de lait que les femelles en 4^{ème} et 5^{ème} parité, les écarts sont significatifs (73g et 97g, respectivement entre les parités 1 et 4 et 1 et 5, $p < 0,05$).

Les productions enregistrées chez les lapines en deuxième semaine diffèrent à partir de la 4^{ème} parité (880g, figure 44). Par contre, les femelles en première parité produisent plus de lait que les multipares en 3^{ème} semaine de lactation (1134g vs 885g, $p < 0,001$).

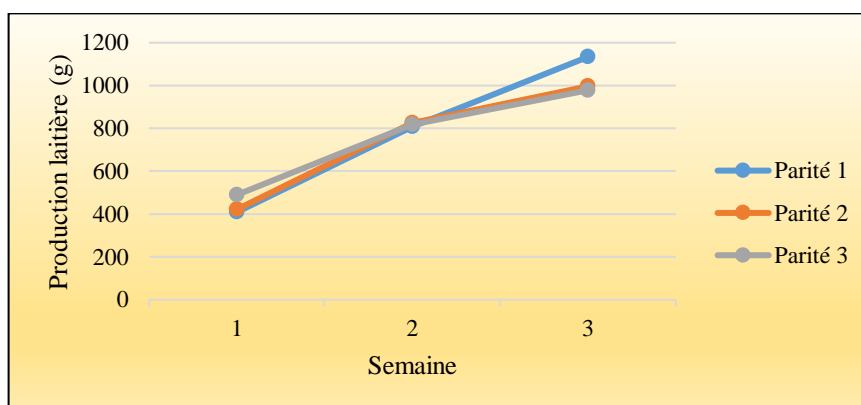


Figure 43. Variation de la quantité de lait produite par semaine en fonction du numéro de portée des lapines.

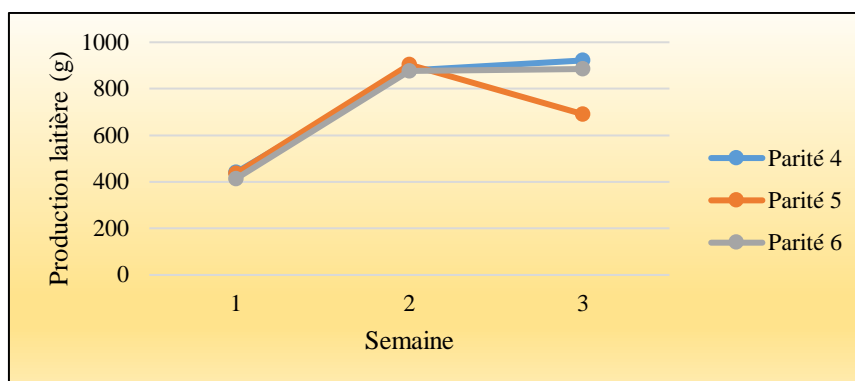


Figure 44. Variation de la quantité de lait produite par semaine en fonction du numéro de portée des lapines.

II.3.2.2. Effet du nombre de lapereaux allaités

L'analyse met en évidence un effet significatif du nombre de lapereaux allaité sur l'ensemble des paramètres de production laitière de cette population ($p < 0,01$), sauf la quantité de lait produite en 3^{ème} semaine n'est pas influencée par le nombre de lapereaux allaité (Tableau 25).

Tableau 25 : Effet du nombre de lapereaux allaités sur les quantités de lait produites (Moyenne et écart type)

Effectif allaités	Quantité de lait produite par femelle (g)				Ingestion de lait (g/lapereau/jour)
	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	21 jours	
1 à 2	400,9±90,5 ^a	821,6±168,1 ^a	930,9±156 ^a	1497±274 ^a	24,2±5,1 ^a
3 à 4	419,8±101 ^a	840,2±105,5 ^a	945,1±168,2 ^a	2022±343 ^b	18,9±6,9 ^a
5 à 6	447,0±90,6 ^b	864±152,8 ^a	948±177,4 ^a	2201±291 ^b	17,9±3,6 ^b
7 à 8	477,5±85 ^b	876,5±118,2 ^a	970,2±168 ^a	2213±351 ^b	16,1±4 ^b
> 8	517,8±89,1 ^b	967,7±123,4 ^b	971±287,6 ^a	2607±50 ^b	13,2±0,3 ^b
Signification statistique	**	**	ns	*	**

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; ns= effet non significatif.

L'augmentation du nombre de lapereaux allaités entraîne un accroissement des quantités de lait produites par semaine et sur l'ensemble de la période contrôlée (figure 45 et 46).

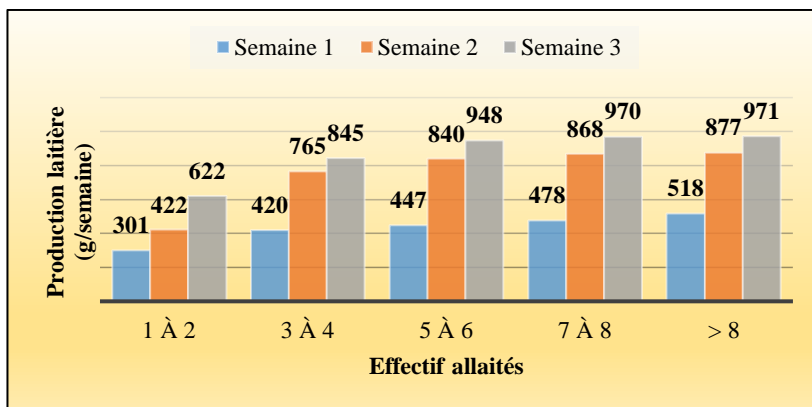


Figure 45. Variation de la quantité totale de lait produite par semaine en fonction de l’effectif allaité.

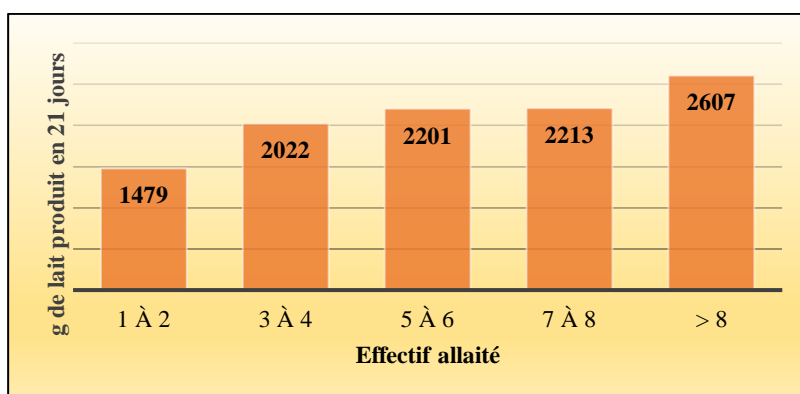


Figure 46. Variation de la quantité totale de lait produite en 21 jours en fonction de l’effectif allaité.

A l’inverse, l’ingestion moyenne de lait par lapereau et par jour diminue régulièrement lorsque l’effectif de la portée augmente (figure 47). Elle est la plus élevée dans la portée de 1 à 2 lapereaux (tableau 25). Dans la portée de plus de 8, chaque lapereau dispose d’environ moitié moins de lait que dans les portées de seulement 1 à 2 lapereaux (13,2g vs 24,2g/jour) (figure 47).

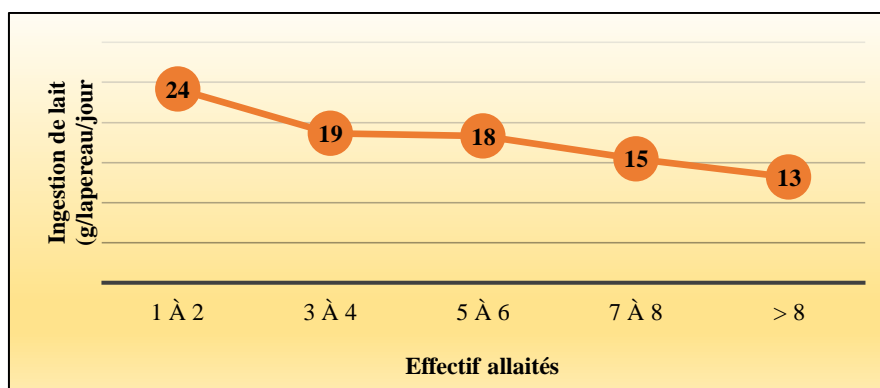


Figure 47. Variation de l'ingestion moyenne de lait par lapereau et par jour en fonction de l'effectif allaité.

II.4. Profil métabolique des lapines et morphométrie folliculaire

II.4.1. Profil métabolique des lapines

Le tableau 26 présente les concentrations moyennes des différents métabolites chez des lapines à différents stades physiologiques (femelle vide, gestante-allaitante, gestante et allaitante).

Tableau 26 : Variation du profil métabolique en fonction du stade physiologique des lapines.

1°prélèvement (femelle vide, Coefficient de variation %)						
Protéines (g/l)	Urée (mg/dl)	TGL (1mg/dl)	Cholestérol (mg/dl)	Lipides (g/l)	Créatinine (mg/dl)	Glucose (g/l)
28,6±8,5	7,9±1,4	15,4±5,8	48,7±17,7	3,1±1	2,7±1,1	0,4±0,04
(30%)	(17%)	(37%)	(36%)	(32%)	(40%)	(10%)
2°prélèvement (femelle allaitante gestante, Coefficient de variation %)						
Protéines	Urée	TGL	Cholestérol	Lipides	Créatinine	Glucose
46,7±15,5	14,8±3,4	24,7±17,6	78,3±24,1	6,9±2,4	2±0,8	0,8±0,2
(33%)	(22%)	(68%)	(30%)	(35%)	(40%)	(25%)
3°prelevement (femelle gestante, Coefficient de variation %)						
Protéines	Urée	TGL	Cholestérol	Lipides	Créatinine	Glucose
38±9,2	11,2±3,8	35,8±23	40±18,2	5,7±2	1,4±0,4	0,5±0,1
(24%)	(36%)	(63%)	(45%)	(35%)	(28%)	(20%)
4°prelevement (femelle allaitante, Coefficient de variation %)						
Protéines	Urée	TGL	Cholestérol	Lipides	Créatinine	Glucose
32,8±6,1	8,4±3,3	37,7±25,6	38,8±25,9	3,3±1	1,3±0,4	0,4±0,1
(19%)	(35%)	(65%)	(64%)	(30%)	(30%)	(25%)

II.4.1.1. Effet du stade physiologique sur la concentration des métabolites énergétique

Les principales composantes du métabolisme énergétique (glucose, triglycérides, cholestérol) sont très significativement influencées par le stade physiologique des lapines (tableau 27, $p < 0,0001$).

Tableau 27 : Effet du stade physiologique sur la concentration des métabolites énergétiques.

Paramètres	Stade physiologique				
	V	AG	G	A	
TGL (mg/dl)	15,4±6,9 ^a	24,7±21,3 ^b	35,8±30 ^c	37,7±35,6 ^d	**
Cholestérol (mg/dl)	48,7±21 ^a	78,3±30,3 ^b	40±21,5 ^a	38,8±34,7 ^a	***
Glucose (g/l)	0,35±0,06 ^a	0,84±0,24 ^c	0,46±0,13 ^b	0,36±0,10 ^a	***
Lipides (g/l)	3,1±1 ^b	6,9±2,4 ^a	5,7±2 ^a	3,3±0,1 ^b	***

* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$; *** $p < 0,0001$; ns=effet non significatif.

Le taux plasmatique des TGL varie significativement en fonction du stade physiologique de 15,4 à 37,7mg/dl chez les femelles vides et les femelles allaitantes, respectivement, alors que la cholestérolémie est très élevée chez les femelles allaitantes-gestantes ($p < 0,001$, figure 48). La glycémie enregistrée est significativement élevée chez les lapines simultanément allaitantes gestantes (0,84g/l, $p < 0,0001$, figure 49).

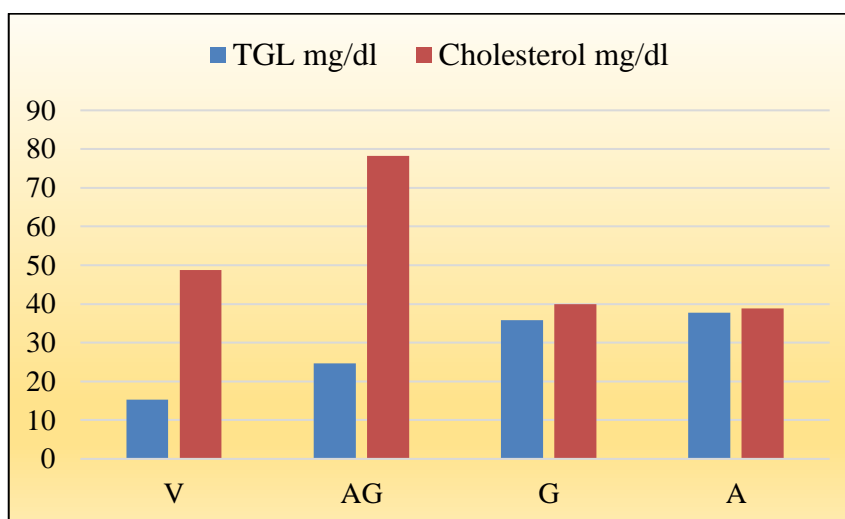


Figure 48. Variation de la cholestérolémie et du taux des TGL en fonction du stade physiologique des lapines.

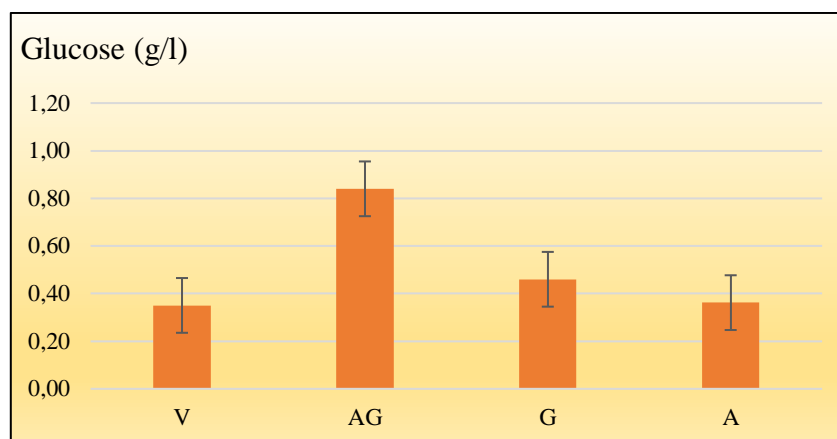


Figure 49. Variation de la glycémie en fonction du stade physiologique des femelles.

Le taux des lipides totaux est significativement plus faible chez les femelles vides et les femelles allaitantes que chez les femelles simultanément allaitantes-gestantes et les femelles gestantes 6,8 et 5,7g/l vs 3g/l ($p < 0,0001$; tableau 27 ; figure 50).

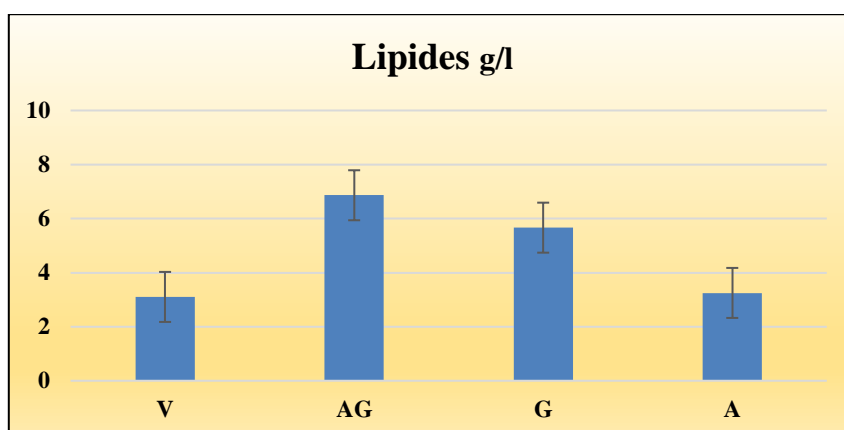


Figure 50. Variation des lipides totaux en fonction du stade physiologique des femelles.

Comme l'urée est la forme d'élimination de l'azote et varie selon la teneur du régime alimentaire en protéines (les lapines sont alimentées par le même granulé), les concentrations enregistrées varient de 7,9 à 14,8 mg/dl chez les femelles vides et gestantes, respectivement ($p < 0,0001$, figure 51).

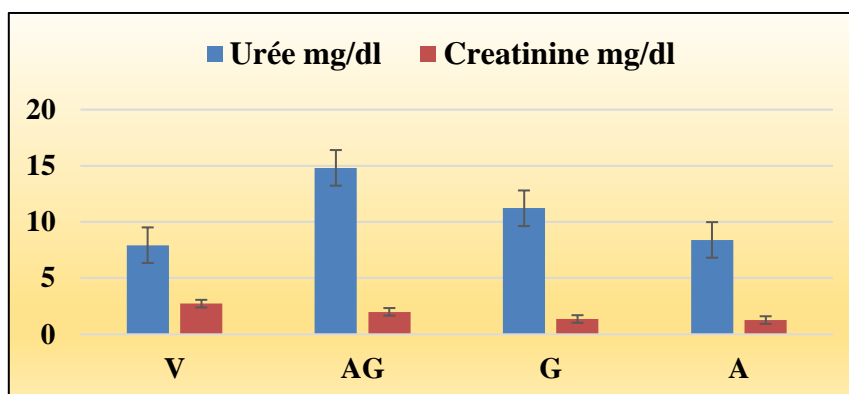


Figure 51. Variation des taux plasmatiques de l'urée et de la créatinine en fonction du stade physiologique des femelles.

L'analyse de variance met en évidence un effet très significatif du stade physiologique des lapines sur la protéinémie. Elle atteint 46,7g/l ($p < 0,001$) chez les lapines simultanément allaitantes-gestantes (figure 52).

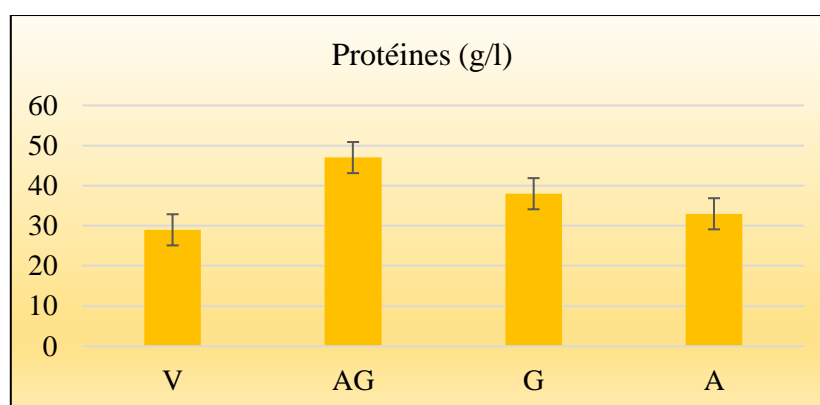


Figure 52. Variation de la protéinémie en fonction du stade physiologique des femelles.

II.4.2. morphométrie folliculaire

L'étude a porté sur des follicules du stade primordial au stade pré ovulatoire. Le tableau 28 présente les diamètres moyens mesurés pour chaque stade folliculaire chez des femelles à différents stades physiologiques (femelle vide, femelle gestante, femelle allaitante).

Tableau 28 : Etude morphométrique des follicules

Stade physiologique	Diamètre des follicules (μm)			
	Follicule III	Follicule II	Follicule I	Follicule primordial
Femelle vide	733,9 \pm 137	215 \pm 17	101,1 \pm 19,9	36,1 \pm 6,6
Femelle gestante	658 \pm 220	260 \pm 81	74,9 \pm 22,7	27 \pm 6,6
Femelle allaitante	-	158,5 \pm 23,6	39,6 \pm 6,2	33,7 \pm 4,7

II.5. Croissance des lapereaux sous la mère

II.5.1. Caractéristiques moyennes des lapereaux

Le poids moyen ainsi que le gain moyen quotidien du lapereau enregistré au cours de la période naissance-sevrage sont présentés dans le tableau 29.

Tableau 29 : Caractéristiques de croissance des lapereaux sous la mère.

Poids moyen du lapereau (g) à	Moyenne et écart type	Coefficient de variation (CV) (%)
- La naissance	56±12	21
- 1 semaine d'âge	102±28	27
- 2 semaines d'âge	161±46	28
- 3 semaines d'âge	215±63	29
- 4 semaines d'âge	396±103	26
Gain moyen quotidien J0-J28 (g/jour)	14±4	28

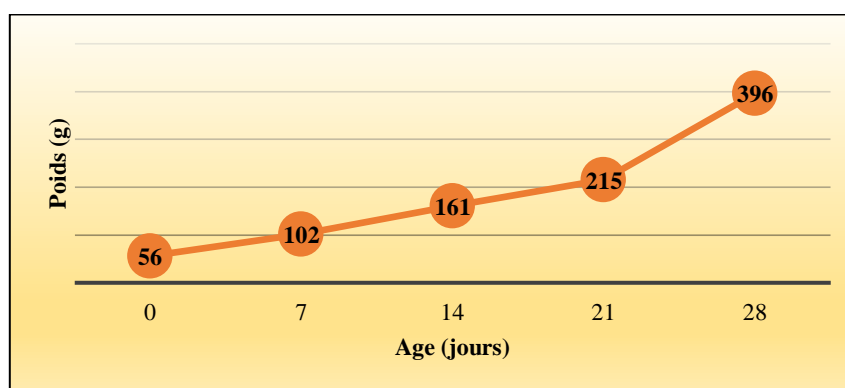


Figure 53. Evolution du poids moyen des lapereaux avec l'âge.

A la naissance, le lapereau pèse en moyenne 56g, son poids augmente progressivement durant les trois semaines d'allaitement pour atteindre un poids près de 7 fois plus élevé à l'âge de 28 jours (figure 53). Les coefficients de variation mettent en évidence la variabilité des poids des lapereaux âgés de 8, 15, 21 et 28 jours (26 à 29%) alors que le poids déterminé à la naissance le CV est de 21% (tableau 29).

La vitesse de croissance des lapereaux de cette population locale, défini par le gain moyen quotidien entre la naissance et le sevrage est en moyenne de 14±4g avec un coefficient de variation de 28%.

II.5.2. Résultats de l'analyse de variance

Tableau 30 : Les principaux effets fixés considérés et leur signification statistiques dans le model d'analyse des paramètres de croissance des lapereaux.

Variables	Effets fixés	Saison de mise bas	Numéro de parité	Taille de portée allaitée
Poids de la portée :				
-à la naissance		p<0,001	p<0,001	p<0,0001
-1 semaine d'âge		p<0,01	p<0,01	ns
-2 semaines d'âge		p<0,05	p<0,01	ns
-3 semaines d'âge		ns	ns	ns
-au sevrage		ns	ns	p<0,0001
Gain moyen quotidien 0-21 jours (g)		ns	ns	p<0,001

II.5.2.1. Effet de la saison de mise bas

Les résultats de l'analyse de l'effet de la saison de mise bas sur la croissance des lapereaux sont présentés dans le tableau 31. La saison de mise bas n'a pas d'effet significatif sur le poids des lapereaux pendant les deux premières semaines et au sevrage. La vitesse de croissance n'est influencée aussi par la saison de mise bas. Par contre, le poids à 3 semaines d'âge varie en fonction de la saison de mise bas ($p<0.05$).

Tableau 1 : Effet de la saison de mise bas sur le poids des lapereaux durant la phase naissance-sevrage (moyenne estimée \pm écart type).

Saison de mise bas	Automne	Hiver	Printemps	Eté	
poids moyen à :					
- Naissance	58 \pm 10	52 \pm 10	56 \pm 15	55 \pm 12	ns
- 1 semaine d'âge	102 \pm 22	94 \pm 27	101 \pm 32	108 \pm 30	ns
- 2 semaines d'âge	151 \pm 32	153 \pm 48	168 \pm 49	168 \pm 53	ns
- 3 semaines d'âge	196 \pm 38a	193 \pm 52a	235 \pm 78b	222 \pm 72a	*
- Au sevrage	391 \pm 100	386 \pm 103	402 \pm 107	400 \pm 105	ns
Gain moyen quotidien entre la naissance et le sevrage (g)	12 \pm 4	11 \pm 3	13 \pm 3	12 \pm 4	ns

* $p<0,05$, ns= effet non significatif

Au cours des deux premières semaines d'âge, l'analyse de variance ne montre pas un effet significatif de la saison de mise bas sur le poids moyen du lapereau (tableau 31). Le poids moyen varie de 52 à 58g à la naissance, 94 à 108g à 1 semaine, 153 à 168g à 2 semaines. A 3 semaines, le poids moyen le plus élevé est enregistré en printemps (235g, $p<0,05$) (figure 54). Au sevrage, à 4 semaines, le poids moyen varie entre 391 et 402g. On n'observe pas de différences significatives entre les valeurs enregistrées sur les quatre saisons.

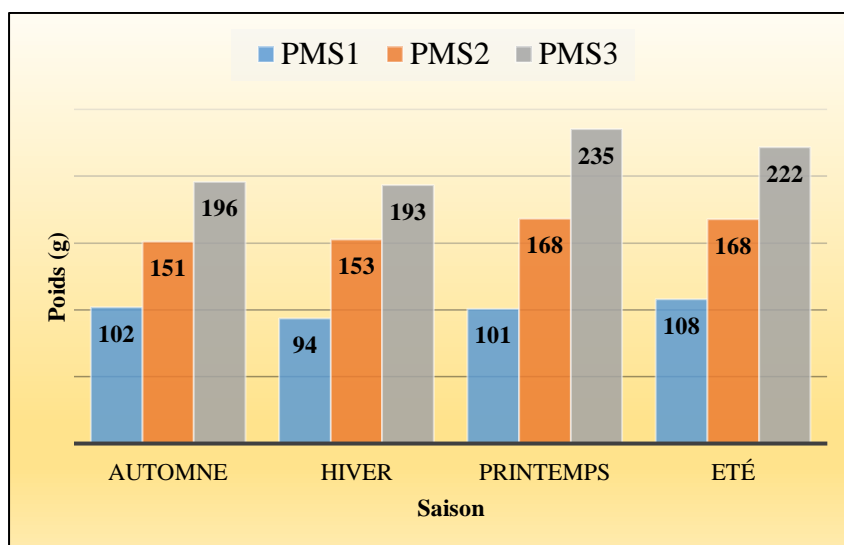


Figure 54. Effet de la saison de mise bas sur le poids moyen des lapereaux pendant les trois premières semaines d'âge.

Les lapereaux nés en printemps ont une vitesse de croissance la plus élevée que les lapereaux nés au cours des trois autres saisons (13g vs 11g et 12g, $p < 0,05$) (figure 55).

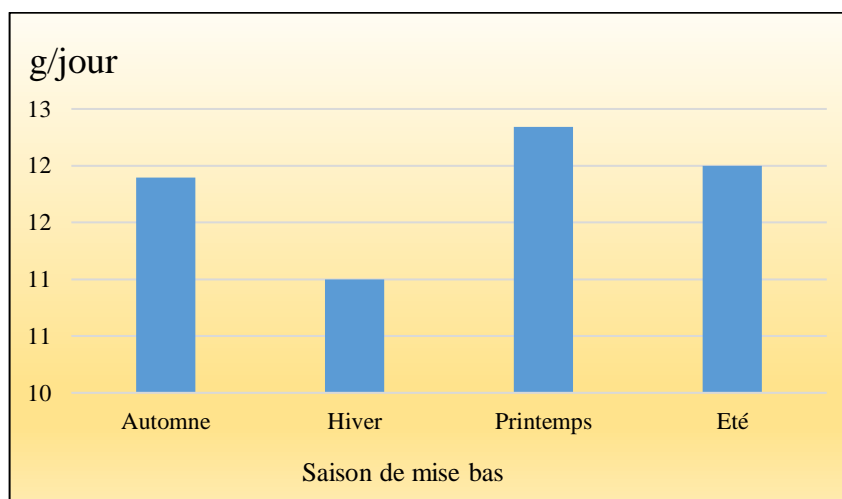


Figure 55. Effet de la saison de mise bas sur la vitesse de croissance des lapereaux.

II.5.3. Effet du numéro de parité

Les résultats de l'effet du numéro de parité des lapines sur le poids des lapereaux à différent âge et le gain moyen quotidien sont présentés dans le tableau 32.

Tableau 32 : Evolution du poids moyens des lapereaux au cours de la période naissance sevrage en fonction du numéro de parité.

N° parité	1	2	3	4	5	6	
Poids moyen du lapereau à :							
Naissance	49±11 ^a	61±19 ^b	54±11 ^a	56±10 ^b	59±10 ^b	54±9 ^a	**
1 semaine d'âge (g)	97±35	104±29	106±28	104±30	103±17	108±40	ns
2 semaines d'âge (g)	161±44	176±54	175±56	152±47	153±29	161±52	ns
3 semaines d'âge (g)	223±66	248±88	230±75	208±55	198±35	196±57	ns
4 semaines d'âge (g)	361±111 ^a	424±101 ^b	434±121 ^b	375±79 ^a	428±88 ^b	353±108 ^a	*
Gain moyen quotidien entre 0-28 jours (g)	11±4	13±3	14±4	11±3	13±3	11±4	ns

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, ns=effet non significatif.

a,b :dans une ligne et pour une variable donnée, les moyennes affectées de lettres différentes sont significativement différentes.

La figure 56 illustre l'évolution du poids moyen du lapereau au cours de la période naissance-sevrage en fonction de la parité. Le numéro de portée influence significativement le poids moyen du lapereau à la naissance et au cours de la quatrième semaine d'âge (49g et 434g, $p < 0,01$). L'analyse de variance ne met pas en évidence une influence significative du numéro de parité sur la vitesse de croissance des lapereaux entre la naissance et le sevrage. Les valeurs de gain moyen quotidien chez les lapereaux issus des parités 1, 4 et 6 sont du même niveau (11g), augment légèrement pour atteindre une valeur de 14g en parité 3 (tableau 32).

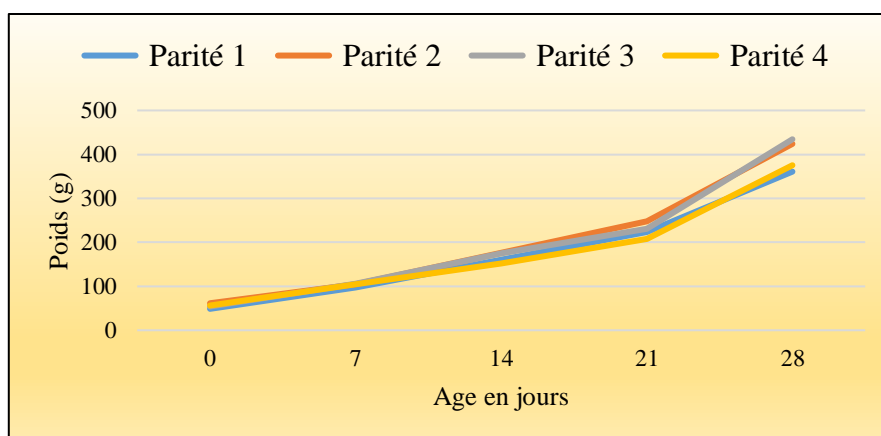


Figure 56. Effet du numéro de parité sur le poids moyen du lapereau au cours de la période naissance-sevrage.

II.5.4. Effet de la taille de portée allaitée

Le tableau 33 présente les valeurs du poids moyen des lapereaux et du gain moyen quotidien entre la naissance et le sevrage obtenues en fonction de taille de portée allaitée.

Tableau 33 : Effet de la taille de portée allaitée sur le poids moyen des lapereaux et leur gain moyen quotidien.

Taille de portée allaitée	1 à 3	4 à 5	6 à 7	8 et plus	
Poids moyen à :					
-Naissance	71±18a	67±11a	58±9b	48±8c	***
1 semaine d'âge (g)	96±36	103±32	108±26	102±28	ns
2 semaines d'âge (g)	165±44	166±57	159±38	161±42	ns
3 semaines d'âge (g)	235±75	220±78	206±44	199±44	ns
4 semaines d'âge (g)	545±102a	397±59b	302±44b	262±45c	***
GMQ 0-28j	17±4a	12±2b	9±1b	8±2c	***

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$, ns=effet non significatif.

a,b,c :dans une ligne et pour une variable donnée, les moyennes affectées de lettres différentes sont significativement différentes.

L'effectif de la portée dont sont issus les lapereaux affecte significativement leurs poids à la naissance et au sevrage (figure 57). Les lapereaux issus des portées de 1 à 4 lapereaux pèsent en moyenne à la naissance 32% de plus que les lapereaux des portées de 8 et plus, l'écart est plus important au sevrage (51% de plus). Entre la première et la troisième semaine d'âge, les lapereaux ont des poids moyens similaires quel que soit la taille de la portée (tableau 33).

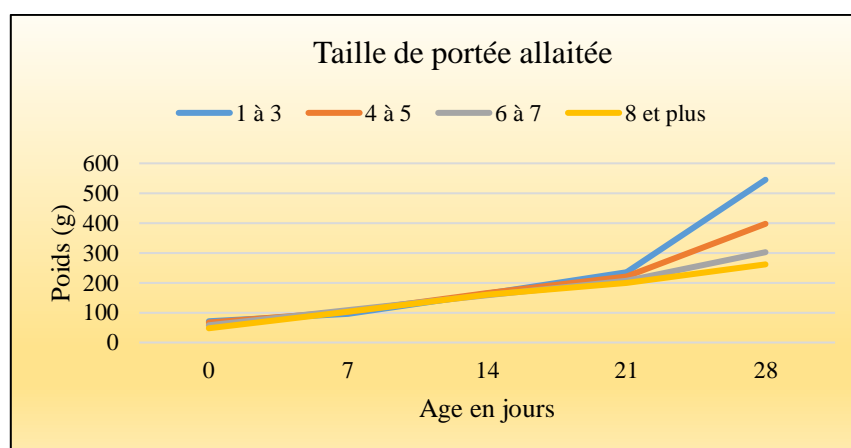


Figure 57. Effet du nombre de lapereaux allaités sur le poids moyen des lapereaux au cours de la période naissance-sevrage.

Comme pour le poids moyen des lapereaux, la vitesse de croissance des lapereaux entre la naissance et le sevrage est influencée de manière très significative par la taille de la portée allaitée ($p < 0,001$). En effet, la vitesse de croissance des lapereaux diminue au fur et à mesure que l'effectif de la portée augmente (tableau 33, figure 58). Les lapereaux des portées de faible effectif (1 à 3) enregistrent le gain moyen quotidien le plus élevé (17g/j, $p < 0,001$).

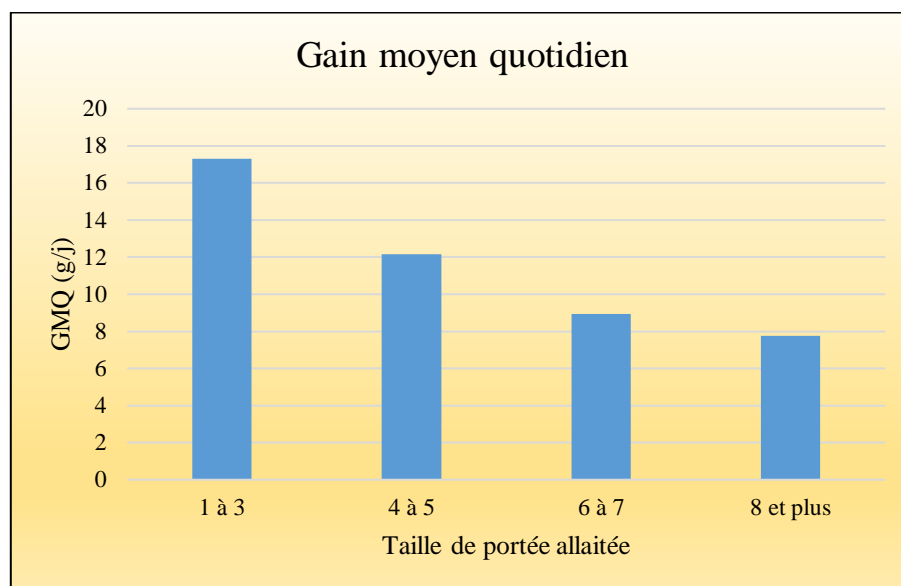


Figure 58. Variation de la vitesse de croissance du lapereau en fonction de la taille de portée allaitée.

II.5.6. Effet de l'âge (semaines)

La figure 59 illustre l'évolution du gain moyen quotidien en fonction de l'âge des lapereaux exprimé en semaines. L'âge des lapereaux influence très significativement ($p < 0,001$) leur vitesse de croissance durant la phase naissance sevrage.

En première semaine, le gain moyen quotidien enregistré est de $9,1 \pm 1,5$ g (figure 59) augmente à $12,3 \pm 3,2$ et 21 ± 5 g en deuxième et troisième semaine respectivement, pour atteindre presque trois fois sa valeur initiale (26 ± 6 g).

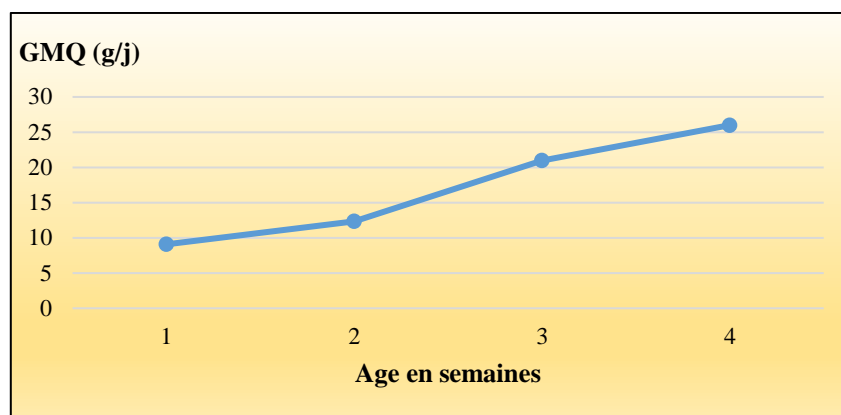


Figure 59. Évolution du gain moyen quotidien avec l'âge des lapereaux

II.6. Evaluation de la qualité et du rendement en carcasses du lapin local

II.6.1. Performances de croissance des lapins

Les mesures relevées au cours de l'essai ont permis d'identifier un poids moyen initial de 412 \pm 84 g, une consommation alimentaire sur la période 28-77 jours de 89 \pm 14 g avec un indice de conversion de global de 2,7 (Tableau 34).

Tableau 34 : Les performances de croissance des lapins.

	Moyenne	SEM
Période 28-49j		
Poids moyen au sevrage (g)	412	11
GMQ (g/j)	31,72	1,09
CMQ (g/j)	75,8	1,2
IC	2,4	0,1
Période 49-63J		
Poids à 63j	1605,1	43
GMQ (g/j)	29,7	1,5
CMQ (g/j)	72,4	3,8
IC	26	0,1
Période 63-77j		
Poids à 77j	1982,84	24
GMQ (g/j)	31,4	1,6
CMQ (g/j)	93,9	3
IC	3	0,09
Période 28-77j		
GMQ (g/j)	32,3	0,5
CMQ (g/j)	89,3	5,4
IC	2,7	0,07

II.6.2. Morphométrie digestive et histométrie intestinale

Les lapins âgés de 77 jours possèdent un intestin grêle de 270cm de long et pèse 43g.

Le caecum et le colon mesurent 29,5 et 37,1 cm de long respectivement (tableau 35).

L'estomac chez nos lapins mesure 22,4cm et pèse 21,7g.

Tableau 35 : Morphométrie digestive des lapereaux en croissance (CV%).

Estomac		Intestin grêle		Caecum		Colon	
Longueur (cm)	Poids (g)	Longueur (cm)	Poids (cm)	Longueur (cm)	Poids (cm)	Longueur (cm)	Poids (cm)
22,4±2,8	21,7±7,6	270,3±45,2	43±11,3	29,5±5,1	17,7±6,4	37,1±3,3	24,8±7,8
(12%)	(35%)	(16%)	(25%)	(16%)	(33%)	(8%)	(28%)

L'étude histologiques des coupes réalisées dans les différentes parties de l'intestin grêle a permis de mettre en évidence des villosités mesurant entre 581,5 et 664.9µm d'hauteur et entre 119,4 et 189,1 µm de largeur (tableau 36).

Tableau 36 : Histométrie des villosités intestinale des lapereaux (CV%).

Duodénum		Jéjunum		Iléon	
Hauteur (µm)	Largeur (µm)	Hauteur (µm)	Largeur (µm)	Hauteur (µm)	Largeur (µm)
664,9	162,8	656,1	189,1	581,5	119,4
196,7	34,2	192,9	131,4	135	21,6
(30)	(21)	(29)	(69)	(23)	(18)

II.6.3. Performances d'abattage

Les performances d'abattage des lapins de population locale sont rapportées dans le tableau 37.

Tableau 37 : Rendement à l'abattage et caractéristiques de la carcasse des lapins de population locale élevée dans la région des Aurès.

Critères	Moyenne	ET	t
Poids vif à l'abattage (g)	2000	483	41,35
Poids de la carcasse après abattage(g)	1055	271	39,6
Poids de la carcasse après 24h (g)	1037	272	38,77
Poids des pattes avant (g)	161,35	42	38,3
poids des cuisses (g)	260,52	60,55	43,01
Poids de la cuisse crue (g)	131,23	30,26	43,34
Poids du râble (g)	321,16	87,3	36,56
Poids du foie (g)	90	29,01	31

Poids des reins (g)	15	4,2	35,3
Poids du gras inter scapulaire (g)	12	7	13,83
Poids du gras périrénal (g)	37,05	21,44	13,34
Poids de l'os (g)	12,82	2,45	52,01
% carcasse	55,05	13,11	41,4
% pattes avant	15	1,68	88,6
% cuisses	24,33	3,13	77,56
% râble	29,7	3,58	82,7
% foie	8,47	2,56	32,78
% reins	1,37	0,64	20,43
Adiposité (%)	3,07	1,78	15,4
Ratio muscle/os	6,7	1,78	37,76

N=100, Valeur du test = 0,05

Le poids vif moyen à l'abattage à l'âge de 77 jours enregistré est de $2000g \pm 483$. Les poids de la carcasse chaude et de la carcasse froide sont de $1055 \pm 271g$ et $1037 \pm 272 g$ respectivement.

Dans notre étude, Le rendement en carcasse reste néanmoins satisfaisant (55,05%), les lapins présentent des rendements (%) en pattes avant, en barrons et en râble de ($15 \pm 1,68$; $24,33 \pm 3,13$ et $29,7 \pm 3,58$) respectivement. L'adiposité moyenne des carcasses des lapins représentée essentiellement par le gras péri rénal rapporté au poids de la carcasse froide, est élevée (3,07%). Mais dans notre essai on a enregistré des poids moyens du foie et des reins élevés ($90 \pm 29g$ et de $15 \pm 4,2g$), ce qui représente des pourcentages de 8,47% et de 1,37% du poids moyen de la carcasse froide (figure 60).

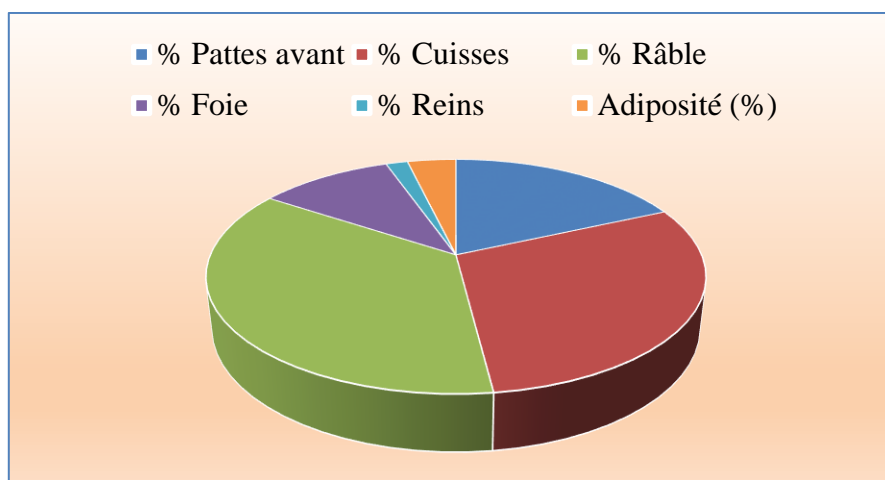


Figure 60. Rendement à l'abattage et composition de la carcasse d'un lapin local de 2000g.

II.6.4. Test sensoriel de la viande de lapin de population Algérienne locale élevé dans la région des Aurès

Les résultats de l'analyse chimique de la viande sont présentés dans le tableau 38.

Tableau 38 : Composition chimique de la viande du lapin local : Eau, cendres, lipides et protéines totaux en g/100 g de viande fraîche (cuisse, râble).

Composants	Moyenne ± écart type (n=5) (g/100g)
Eau	74,6± 0,21
Cendres	1,25± 0,11
Lipides	1,45± 0,36
Protéines	22,63 ± 0,63

Nos résultats d'analyses sensorielles indiquent que la viande de lapin de population locale élevé dans la région des Aurès est très tendre, juteuse et possède une saveur caractéristique (86%, 59% et 73% des bonnes réponses) (figure 61).

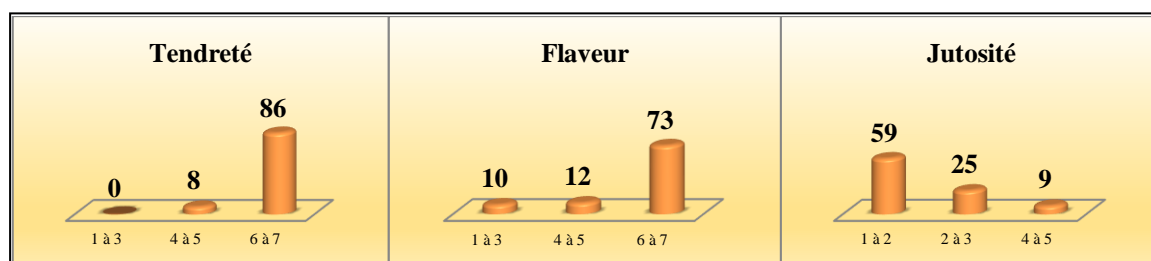


Figure 61. Pourcentage des bonnes réponses attribuées aux descripteurs (tendreté, saveur et jutosité) par les dégustateurs.

On a enregistré de meilleures notations (tableau 38) pour les critères tendreté et flaveur ($6,6 \pm 0,6$ et $5,89 \pm 1,4$) respectivement.

Tableau 39 : Notes moyennes (\pm écart type) attribuées pour les différents descripteurs lors de la dégustation des morceaux (cuisse et râble).

Critères	Moyenne \pm ET	P
Tendreté	$6,6 \pm 0,6$	2,44
Jutosité	$2,39 \pm 0,9$	2,92
Flaveur	$5,89 \pm 1,4$	2,01
Aspect farineux	$3,65 \pm 1,7$	2,35
Collant	$0,38 \pm 0,5$	1,66
Gras	$1,53 \pm 1,2$	6,31

III.DISCUSSION

L'objectif de cette étude est de caractériser la population locale élevée dans la région des Aurès sur les performances de reproduction des lapines, la croissance des lapereaux sous la mère, le rendement à l'abattage, la qualité de la carcasse et les caractéristiques organoleptiques de la viande.

III.1. Acceptation du mâle et fertilité

Une lapine est dite réceptive lorsqu'en présence d'un mâle, elle adopte la position de lordose et accepte l'accouplement (Fortun-Lamothe et Bolet, 1995). Certaines lapines refusent l'accouplement à des périodes dont le moment et la durée sont variables. En effet chez la lapine comme de nombreuses espèces de mammifères, le comportement sexuel et plus particulièrement l'acceptation du mâle est sous la dépendance des stéroïdes ovariens. Les œstrogènes et les androgènes favorisent l'acceptation du mâle tandis que la progestérone aurait plutôt un effet dépressif (Stoufflet et Caillol, 1988). La fertilité de la lapine dépend de son aptitude à ovuler, à être féconder et à mener à terme une gestation (Théau-Clément 2003 et 2005).

Les lapines de la population locale élevée dans la région des Aurès sont caractérisées par une bonne réceptivité (59,6%) et une fertilité relativement élevée (79,1%).

La réceptivité des lapines locales reste variable selon la région. Kerkouche et al (2014) sur la même population (Baba Ali) ont enregistré des taux de réceptivité et de fertilité inférieurs (58,47 et 55,6% respectivement). Zerrouki et al (2014) annoncent des valeurs de réceptivité et de fertilité plus faibles de 57,1 et 49,1% sur la population locale kabyle. La fertilité varie en

fonction du type génétique (Bolet, 1990 ; Zerrouki, 1998 ; Ouyed, 2006). Ceci peut être en relation avec le format de la souche ou de la population.

Alfonso-Carillo et *al.* (2014) sur la souche Hyplus, rapportent un taux supérieur de fertilité (93,9% vs 79,1%). Manal et *al.* (2010) sur les femelles Giza-White enregistrent une fertilité élevée de 92,1%. Par contre, Zerrouki et *al.* (2014) sur la souche synthétique conduite en saillie naturelle rapportent un taux inférieur (51,7%). Bignon et *al.* (2013) obtiennent des taux plus élevés sur les lapines de la souche HyPlus PS19 (85 et 90,4%). Chez les lapines de la souche Prat (IRTA) (Gomez et al, 2002) suivant un rythme de reproduction semi intensif, Ramon et *al.* (2013) obtiennent un taux de fertilité de 75,9%.

La littérature nous renseigne sur la réceptivité sexuelle et le diamètre des follicules antraux. Le diamètre qu'on a enregistré égal à $733,4 \pm 37 \mu\text{m}$ qui est supérieur à celui déclaré par Boumahdi et *al.* (2013). Ceci explique en partie la bonne réceptivité des lapines locales de la région des Aurès. Le climat hormonal de la lactation déprime la réceptivité sexuelle de la lapine, notamment par le biais de la prolactine (Ubilla et Rebollar, 1995). Cette hormone réduit la sensibilité de l'hypophyse à la GnRH, causant des décharges plus faibles de LH et de FSH (Rodriguez et *al.* 1989). La réceptivité des lapines conditionne largement leurs performances de reproduction. En effet les femelles non réceptives ont un taux de fertilité et une prolificité plus faible que les femelles réceptives (Théau-Clément et Roustan, 1992).

III.2. Taille de portée à la naissance

Elle correspond au nombre de nés totaux (lapereaux nés vivants + lapereaux nés morts). Ce paramètre est inversement proportionnel au poids de lapereau à la naissance. Plus le poids est faible plus la taille de la portée est importante.

La prolificité enregistrée sur nos lapines est en moyenne de 6,9 nés totaux et 5,8 nés vivants par portée née. Elle est proche de celle enregistrée sur la même population élevée à Baba Ali (ITELV) qui est de $7,4 \pm 2,4$ (Moumen, 2006).

Par ailleurs Zerrouki (2007) sur la population locale kabyle enregistre une prolificité similaire de 6,21. Le même résultat est enregistré sur les populations environnantes, la population locale marocaine (Zemmouri) a donné une prolificité de 6,7 (Barkok et Jaouzi, 2002) ; la population locale Tunisienne se caractérise par une taille de portée à la naissance de 6,17 (Kennoun, 1990).

En Egypte, Manal et *al.* (2010) sur le lapin Giza-White déclarent une taille de portée de 7,56 avec 7,22 nés vivants par portée née. Akpo et *al.* (2008) sur le lapin local du sud Benin, déclare une prolificité à la naissance de 5,7 qui est nettement inférieur à notre résultat.

La prolificité de la population locale étudiée s'avère similaire voir supérieure à celle enregistrée par Ouyed (2006) sur le lapin de race pure (Californien) qui est de 6,1 avec 5,3 nés vivants. Par contre, elle s'avère inférieure à celle observée sur les races et les souches généralement retenues pour la production commerciale. Ainsi, Eiben et *al.* (2007), sur le Pannon Blanc enregistrent une taille de portée de 10 avec 9,25 nés vivants. Rebollar et *al.* 2014 déclare une taille de portée de 10,1 sur les hybrides issus du croisement Néozélandais x Californien. Alors que, Alfonso et *al.* (2014) obtiennent des effectifs de 11,4 nés totaux pour la souche Hyplus. Sur la souche hypharm, Duperray et *al.* (2015) déclarent une valeur de 11,8 nés totaux.

Théau-clément et *al.* (2011) ont comparés trois systèmes d'élevage avec insémination à 35, 42 et 49 jours après la mise bas. Dans cette étude, l'extensification de 35 à 49 jours a permis d'augmenter la taille des portées de 9,9 à 10,7 lapereaux nés vivants.

Rommers et *al.* (2004) et Duperray (2015) ont trouvé un effet significatif du niveau de consommation durant les stades précoces de gestation (10 premiers jours) et en début de lactation sur la taille de portée à la naissance. La plus grande capacité d'ingestion se traduit par une augmentation de la prolificité à la naissance.

III.4. Taille de portée au sevrage

Contrairement à la prolificité à la naissance, les lapines de la région des Aurès sont caractérisées par une prolificité faible au sevrage (4,8), similaire à celle des autres populations locales de différentes régions. Ce nombre est identique à celui enregistré par Zerrouki (2006) sur la population locale kabyle (4,47). A la station expérimentale de Tizirt (Tizi-Ouzou), les mêmes auteurs ont déclarés une taille de portée au sevrage de 8 chez deux types génétiques (type amélioré et la population blanche). Par contre, notre résultat est plus élevé que celui obtenu par Hajje et *al.* (1998) chez les lapines de population Baladi du Liban (3).

En comparant nos résultats à ceux enregistrés sur les populations européennes, ils sont nettement inférieurs à ceux obtenus par Martinez et *al.* (2011) sur des races pures de lignée maternelle A de 8,91 et ceux obtenu par Rebollar et *al.* (2014) situé entre 8,9 et 9,3 nés totaux.

Cette faible prolificité au sevrage est liée à la mortalité durant la phase naissance sevrage. Le taux de mortalité naissance-sevrage obtenu est très élevé dans cette population Aurésienne (19,4%). Elevées en station expérimentale, les femelles de la population locale kabyle, de la population blanche et de la souche synthétique enregistrent un taux de mortalité naissance-sevrage faible, il se situe entre 5,43 et 6,85% (Zerrouki et *al.* 2014). Il est aussi supérieur à ceux relevés dans les élevages rationnels français 9,5% (Lebas, 2005).

Le lapin fait partie des espèces qualifiées de nidicoles. Chez ces espèces, la durée de gestation courte abouti à la délivrance de nouveau-nés encore en partie immature sur les plans sensoriels, physiologique et moteur (Coureaud et *al.* 2008a). La taille de La portée influence l'ambiance thermique du nid. Ainsi, comparée aux portées de petite taille, les portées de taille moyenne et grande bénéficient d'un avantage thermique qui amélioré leur survie et leur croissance (Rodel et *al.* 2008) de même, les lapereaux généralement plus gros qui occupent au sein du nid le centre et non la périphérie de la portée, sont avantagés thermiquement et présentent une meilleure survie (Bautista et *al.* 2013). Le confort thermique du nid est en effet un élément déterminant de la survie des lapereaux (Combes et *al.* 2013) il convient donc de proposer à la femelle des conditions d'élevage qui permettent de réaliser ce comportement.

Blasco et *al.* (1993) signalent qu'une mortalité élevée serait due aux qualités maternelles médiocres. Le faible poids du lapereau à la naissance et aussi les aptitudes laitières des femelles de cette population (production totale en 21 jours de 2003,4g). De plus, les lapereaux non- répondants à la phéromone mammaire à J1 ont un taux de mortalité plus élevé sur la période J1-J21 que ceux qui y répondent (Coureaud et *al.* 2007). La réponse à la phéromone mammaire pourrait donc constituer un critère de viabilité des lapereaux et permettre d'identifier les individus à risque dès la naissance (Coureaud et *al.* 2008b). Ces éléments expliquent ce taux de mortalité obtenu durant cette phase.

III.5. Croissance du lapereau sous la mère

Le poids des portées à la naissance et au sevrage des lapins de cette population sont faibles (respectivement 365,4g et 1741,3g) avec des poids moyens de 55,7g et 396,5g respectivement à la naissance et au sevrage. Comparées aux valeurs obtenues sur les autres populations, nos résultats sont inférieurs à ceux rapportés par Zerrouki et *al.* (2014) sur la population kabyle (60,02g et 562,6g vs 55,7g et 396,5g).

Dans notre expérimentation nous avons mesuré l'évolution du poids vif des lapereaux entre la naissance et le sevrage ainsi que le gain de poids et la courbe de croissance de cette population a été tracé. Barkok et Jaouzi (2002) sur la population marocaine (Zemmouri) ont déclaré des valeurs supérieures à nos résultats (75,37g vs 56,7g ; 323,83g vs 215g ; 454,4g vs 396g à la naissance, à 21 jours et au sevrage respectivement). Les mêmes auteurs ont enregistré des poids moyens plus élevés chez la race pure californienne aux mêmes âges (92,22g, 366,33g et 527,92g respectivement).

La courbe de croissance caractéristique de la population Aurèsienne est similaire à celle définie par Lebas (1969) cet auteur rapporte une croissance linéaire durant les trois premières semaines d'allaitement avec une vitesse de croissance de 11 à 13g/j chez les lapereaux issus d'une portée nombreuse (10 lapereaux). La vitesse de croissance qu'on a obtenue est de 14g/j mais l'effectif allaité est plus faible (en moyenne 5,8 lapereaux allaités). Par contre, elle est inférieure à celle calculée sur les lapereaux de souche INRA 9077 (22,6g/j) (Bolet et al. 2004).

La croissance de nos animaux est caractérisée par deux accélérations de la vitesse de croissance, la première se situe entre la deuxième et la troisième semaine d'âge (12 à 21g/j) et la deuxième plus importante au cours de la quatrième semaine de vie des animaux (26g/j). Ceci confirme la variabilité de ces caractères en fonction du type génétique mais on notera qu'une part de cette variation est due au milieu et aux conditions d'élevage des femelles qui se répercutent sur leurs produits. A partir du 22^{ème} jour, la consommation d'eau et d'aliment solide devient significative, ce qui permet une meilleure vitesse de croissance. Cette accélération de croissance observée à la quatrième semaine d'âge est liée au fait que le lapereau augmente rapidement la consommation de l'aliment solide (Fortun-Lamothe, 2003). Le passage de l'alimentation lactée à une alimentation solide entraîne une accélération de la croissance des lapereaux.

Avant sevrage, la croissance des lapereaux dépend essentiellement de la quantité de lait ingérée (Lebas, 1969) les lapereaux les plus lourds, plus vigoureux saisissent plus rapidement les tétines aux dépens des plus petits (Arveux, 1987) diminuant ainsi les chances de survie de ces derniers dans sa revue bibliographique, Szendro (2000) rappelle les travaux de différents auteurs qui concluent à la relation négative entre le poids à la naissance et la viabilité ou

le gain de poids des lapereaux. La différence de poids des lapereaux au sevrage semble toutefois conforter la relation négative entre la taille de portée initiale et le poids au sevrage. Poigner *et al.* (2000), dans un travail portant sur les effets combinés du poids de naissance et de la taille de portée confirment ces résultats.

III.6. Poids et consommation des lapines

Le poids adulte enregistré sur les femelles de la population Aurèsienne est 3350g. Ce poids est atteint vers entre 10 et 11 mois d'âge. Le poids de mise en reproduction dans notre essai est de 2685,5g±467,3 (80% du poids adulte). Comparé aux poids adultes obtenus sur les races de petit et moyen format, nos lapines peuvent être classées dans le petit format. En effet, le poids adulte chez les races de petit format varie de 2,5-3,5kg. Il est plus faible que celui des lapines de format moyen qui varie de 3,5 - 5kg (McNitt *et al.* 2014).

Les travaux sur la population blanche Algérienne avaient décrit des lapines plus lourdes et une meilleure prolificité au sevrage (3434g, 6,09 ; Zerrouki *et al.* 2007 ; Gacem *et al.* 2009).

La consommation moyenne des femelles augmente régulièrement jusqu'à la fin du cycle (de 352,8g/j en première semaine à 371,6g/j en troisième semaine) ce pic de consommation coïncide avec le pic de lactation) pour revenir presque à la même valeur en première semaine (357,9g/j à la quatrième semaine). Il faut noter que la baisse de la consommation à partir de la troisième semaine va de pair avec la diminution de la production laitière (figures 62 et 63).

Celle D'après Gidenne *et al.* 2005, le niveau alimentaire est modulé selon le statut physiologique de l'animal. L'ingestion volontaire d'une femelle varie considérablement pendant le cycle de reproduction. La baisse de consommation en fin de gestation est marquée chez toutes les femelles et peut arriver à l'arrêt complet de l'ingestion d'aliment solide chez certaines femelles la veille de la mise bas. Après la mise bas, la consommation alimentaire croît très rapidement (plus de 100g de matière sèche par kg de poids vif).

En fin, lorsqu'une lapine est simultanément gestante allaitante, sa consommation alimentaire est très comparable à celle d'une lapine simplement allaitante mais elle ne lui est pas supérieure.

Cependant, chez les animaux monogastriques, la glycémie joue un rôle clé dans la régulation de la prise alimentaire alors que chez les ruminants les concentrations plasmatiques en acides

gras volatils ont un rôle important. Etant donné que le lapin est un monogastrique herbivore, la glycémie semble jouer un rôle important par rapport à la concentration en AGV.

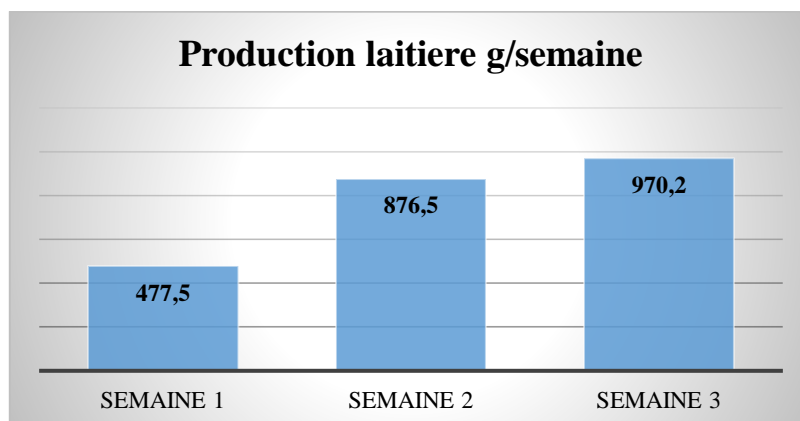


Figure 62. Évolution de la production laitière durant la es trois semaines de lactation.

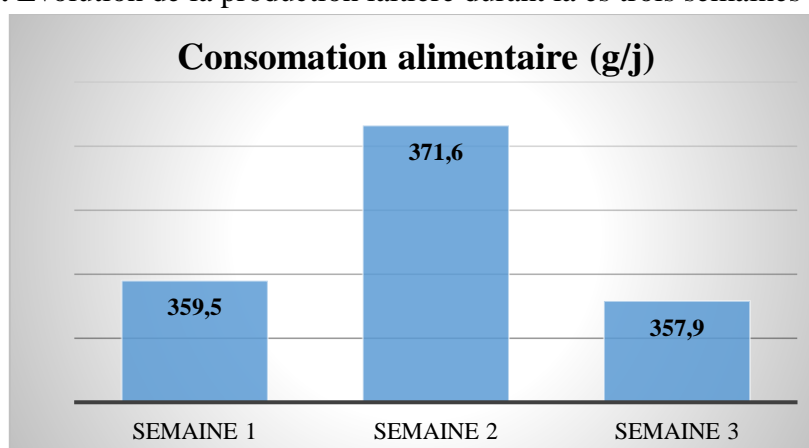


Figure 63. Evolution de prise alimentaire durant les trois premières semaines de lactation

III.7. Production laitière des lapines

Les lapines de cette population sont caractérisées par une production laitière relativement faible (en moyenne 2003,5g pour la période 0-21 jours). Ceci expliquerait en partie le faible poids des lapereaux de cette population au sevrage (396,5g). L'évolution des quantités de lait produites par lapine et au cours de la période 0-21 jours d'allaitement présentée sous forme de courbe montre une similitude par rapport à la courbe décrite par Lebas (2000). Les quantités de lait produites par jour augmentent durant toute la période de lactation.

Cette production laitière obtenue en 21 jours chez les lapines de population Aurèsienne est inférieure à celle enregistrée sur la population blanche et kabyle décrite par Chibah *et al.* 2015 et Zerrouki *et al.* 2006 (2024g, 2180g) ou par Khalil (1998) en Egypte pour le Red Baladi

(2150g) et le Black Baladi (2180g). Mais nettement inférieure aux valeurs rapportées par Fortun-Lamothe et Sabater (2003) sur des lapines issues du croisement des souches INRA 1077 et INRA 2066 (5300g).

Cette faible production laitière pourrait être liée au poids adulte relativement petit des femelles de cette population (3350g), à la qualité de l'aliment distribué à ces femelles (Lebas et al. 2011) et en partie au climat chaud qui réduit la prise alimentaire de la lapine et la production laitière par conséquent.

III.8. Profil métabolique des femelles

Les conditions corporelles des femelles changent pendant le cycle de reproduction et tout au long de leur carrière reproductive en fonction de leur type génétique (Pascual et al. 2013). Chez la plus part des espèces de mammifères, la lactation a un effet inhibiteur sur la croissance folliculaire. Chez la lapine, une vague de croissance folliculaire débute à l'approche de la parturition, au moment où le taux de progestérone diminue. Ainsi, contrairement à la plus part des espèces de mammifères, l'ovaire de lapine présente des follicules préovulatoires pendant toute la période post-partum (Goslavez, 1986).

L'état nutritionnel d'un individu peut également être appréhendé à l'aide de marqueurs sanguins. Les adaptations digestives et métaboliques en réponse à la sous nutrition ont été décrites dans plusieurs espèces et notamment les ruminants (Lamothe, 2003). De nombreuses recherches conduites essentiellement chez les rongeurs de laboratoire, ont montrés que certains nutriments énergétiques (acides gras, glucose) sont capables par eux même de modifier l'expression de gènes clés du métabolisme. Les nutriments lipidiques ou glucidiques affectent ainsi la répartition de l'énergie entre les différents compartiments corporels, modifiant ainsi les apports énergétiques à la fois sur le plan quantitatif et qualitatif (Hocquette et al. 1998).

Pour expliquer les performances modestes de la lapine Aurèsienne, on a essayé d'étudier son profil métabolique ainsi que les variations histologiques ovariennes au cours d'un cycle de reproduction.

III.8.1. Glycémie

La glycémie peut être un bon reflet de la balance énergétique des animaux (Lamothe, 2005). Chez le lapin, plusieurs auteurs observent une diminution de la glycémie au cours de la gestation en réponse à l'augmentation progressive des besoins pour la croissance fœtale.

Les taux de glucose sanguin sont encore plus faibles chez les lapines simultanément gestantes et allaitantes (Fortun, 1994b) puisque la glande mammaire est aussi un capteur important de glucose pour la synthèse des lipides de lait.

Selon nos résultats, on constate que les femelles démarrent avec une glycémie moyenne (0,4g/l), cette dernière augmente durant la deuxième et la troisième semaine de gestation puis diminue jusqu' à la parturition. Nos résultats sont en accord avec ceux de Chiericcato et *al.* 2004 sur le génotype Grimaud mais sont supérieurs aux valeurs déclarées par Othmani et *al.* 2005 sur des lapines locales élevée au nord Algérien pesant en moyenne 1988g±234,19 (0,1g/l vs 0,4g/l). Par contre, nos résultats restent inférieurs à ceux enregistrés sur le lapin européen et le lapin élevé en zone tropicale (Founzégué et *al.* 2007) (tableau 40).

Le taux d'insuline, qui favorise l'utilisation du glucose par le tissu adipeux et donc le stockage d'énergie sous forme de graisses, augmente très fortement en début de gestation pour revenir à un niveau basal en fin de gestation. A l'inverse, le glucagon qui favorise le déstockage des réserves corporelles augmente très fortement en fin de gestation (Fortun-Lamothe, 2003).

III.8.2. Protéines totales, créatinine, Urée

La protéinémie la plus faible est enregistrée en 2^o semaine de gestation puis passe par une légère hausse pour diminuer en fin de gestation. El Maghrawi et *al.* 2000 enregistrent une augmentation significative des protéines totales durant la 1^o moitié de gestation puis elles diminuent à la fin. Othmani et *al.* 2005 enregistrent une protéinémie plus élevée (62g/l±4 vs 46,7g/l±15,5) chez des femelles gestantes. Ce paramètre est plus faible chez les femelles simultanément gestantes et allaitantes (28,6g/l±8,5)

L'urée et la créatinine sont deux petites molécules éliminées par le rein chez les mammifères. Si la créatinémie est relativement constante chez un individu mais variable d'une race à l'autre suivant la masse musculaire, en revanche l'urémie peut varier en fonction de facteurs extra rénaux (les apports protéiques, le fonctionnement hépatique) (Vade-mecum des analyses vétérinaire, 2002).

La créatinémie enregistrée est proches des normes physiologiques (1,3-2,7mg/dl vs 0,5-2,6mg/dl) (MediRabbit, 2016).

On constate une urémie faible par rapport aux normes physiologiques qui sont comprises entre 7,9-14,8mg/dl). Ce taux faible peut être expliqué par l'apport protéique insuffisant pour couvrir les besoins des femelles simultanément allaitantes et gestantes.

III.8.3. Lipides totaux, cholestérol, triglycérides

Concernant les lipides totaux, il y a une forte mobilisation du gras corporel chez les femelles simultanément allaitantes-gestantes (6,9g/l±2,4). Cette lipidémie significativement élevée ($p < 0,0001$) peut être expliquée par les besoins énergétiques plus importants à cause d'une gestation et une lactation contemporaine. Les lipides produisent davantage d'énergie par molécule que le glucose, mais l'oxydation des lipides nécessite une consommation d'oxygène plus élevée que l'oxydation complète du glucose. Cependant, par unité de temps la quantité d'ATP produite est bien plus importante à partir de glucose qu'à partir des lipides. (Hocquette et al. 2000)

On ce qui concerne la cholestérolémie, nous constatons une augmentation hautement significative ($p < 0,0001$) chez les femelles simultanément gestantes –allaitantes. Par contre, on enregistre une diminution marquée ($p < 0,0001$) de la cholestérolémie chez les femelles gestantes jusqu'à la mise bas. Cette baisse peut être expliquée par l'utilisation du cholestérol pour la synthèse des hormones stéroïdes, les mêmes changements sont observés chez d'autres espèces et chez le lapin. (Chiericcato et Rizzi, 1999)

Pour ce qui est de la triglycéridémie, nous avons enregistré une augmentation significative ($37,7 \pm 35,6$; $p < 0,001$) chez les femelles allaitantes seulement (post-partum) ce qui concorde avec les résultats de Othmani et al. 2005.

Les triglycérides sont un des constituants des lipoprotéines. L'hydrolyse par la lipoprotéine-lipase des triglycérides circulants en acides gras libres captés par les tissus sous-jacents, en particulier le muscle, est considérée comme une étape limitante pour l'utilisation des triglycérides à des fins énergétiques. (Hocquette et al. 2000)

En général, le niveau circulant de TGL diminue en début de gestation lorsque le métabolisme est orienté vers le stockage d'énergie et augmente en fin de gestation lorsque les tissus adipeux sont mobilisés.

Tableau 40 : Récapitulatif des valeurs sériques des métabolites chez les lapines.

Paramètres	Unité	Valeurs		
		Tropicales Moyenne	Européennes Moyenne	Locales Aurésienne Moyenne
Glycémie	g/l	0,79	1,5	0,40-0,80
Urée	g/l	0,42	0,23	0,07-0,15
Créatinine	mg/l	6,88	18	1,3-2,7
Cholestérol	g/l	0,55	0,80	0,40-0,78
Triglycérides	g/l	2,18	1,56	0,15-0,37
Protéines totales	g/l	26	85	28,6-46,7

III.9. Facteurs de variation des performances de reproduction des lapines

III.9.1. Effet de la saison de mise bas

Les résultats de notre étude ne confirment pas l'effet de la saison sur les performances de reproduction et la croissance des lapereaux rapportes par plusieurs auteurs (Hulot et Matheron, 1979 ; Matheron et Poujardieu, 1982 ; Khalil et *al.*1987 ; Yamani et *al.*1992 ; Schlolaut et *al.*1994 ; Kamal et *al.*1994 ; Colin, 1995 ; Deprès et *al.*1995 ; Frenandez et *al.*1996 ; Marai et *al.* 1996 ; Cervera et *al.* 1997 ; Rashwan et Marai, 2000 ; Belhadi, 2004). Par contre, dans notre étude, la saison influence significativement la taille de portée à la naissance et au sevrage.

III.9.1.1. Taille de portée à la naissance et au sevrage

On a enregistré un effet négatif de la saison estivale sur la taille de portée à la naissance (-1,3 nés vivants par rapport aux naissances hivernales). Au sevrage, l'écart diminue entre ces deux saisons, de 0,3 lapereaux sevrés.

Notre résultat reste inférieur à celui déclaré par Moumen et *al.* 2009 et Fellous et *al.* 2012 sur la population locale élevée en station (ITELV de Baba Ali et ITELV de Sidi Bel Abbés) (6,67 et 6,1 vs 4,8). Par ailleurs, nos résultats demeurent en deçà des valeurs relevées par Jentzer (2008) au sein des élevages cynicoles français en 2006 et en 2007 (8,08 et 8,18 lapereaux sevrés).

Les résultats de Manal et *al.* 2010 indiquent qu'une restriction alimentaire des femelles pendant les 15 premiers jours de gestation stimule l'ingestion alimentaire durant la phase finale de gestation ce qui conduit à une amélioration des performances des portées de la naissance au sevrage.

III.9.2. Effet de la parité des lapines

III.9.2.1. Réceptivité et fertilité des lapines

La parité influence significativement la réceptivité et la fertilité des lapines de la population locale Aurèsienne ($p < 0,001$; $p < 0,01$). Cet effet a été rapporté par plusieurs auteurs (Ubilla et Rebollar, 1995 ; Stoufflet et Caillol, 1988 ; Théau-Clément, 2008 ; Iles et al. 2013).

Le taux de réceptivité le plus élevé observé immédiatement après la mise bas est associé à des concentrations élevées d'œstradiol et à une baisse de progestéronémie (Ubilla et Rebollar, 1995). Le comportement sexuel des lapines est fortement affecté par la production laitière. Chez la primipare, la galactopoïèse reste relativement élevée jusqu'au 28^{ème} jour (Théau-Clément, 2008) et la réceptivité des femelles croît jusqu'au 22^{ème} jour de lactation (Lebas, 1972).

Les résultats d'Iles et al. (2013) indiquent qu'une élévation de la réceptivité chez la primipare non gestante qu'après la 5^{ème} semaine de lactation. En effet, les observations de Théau-Clément (2011) montrent que la réceptivité moyenne individuelle est très variable.

L'étude des variations histologiques de l'ovaire qu'on a réalisé chez des lapines locales à différents stades physiologiques confirme les données de de la bibliographie. Ainsi, contrairement à la plus part des espèces de mammifères, l'ovaire de lapine présente des follicules préovulatoires pendant toute la période post-partum. Cependant ceux-ci seront moins nombreux pendant la lactation que pendant la gestation ou après le sevrage (figure 64).

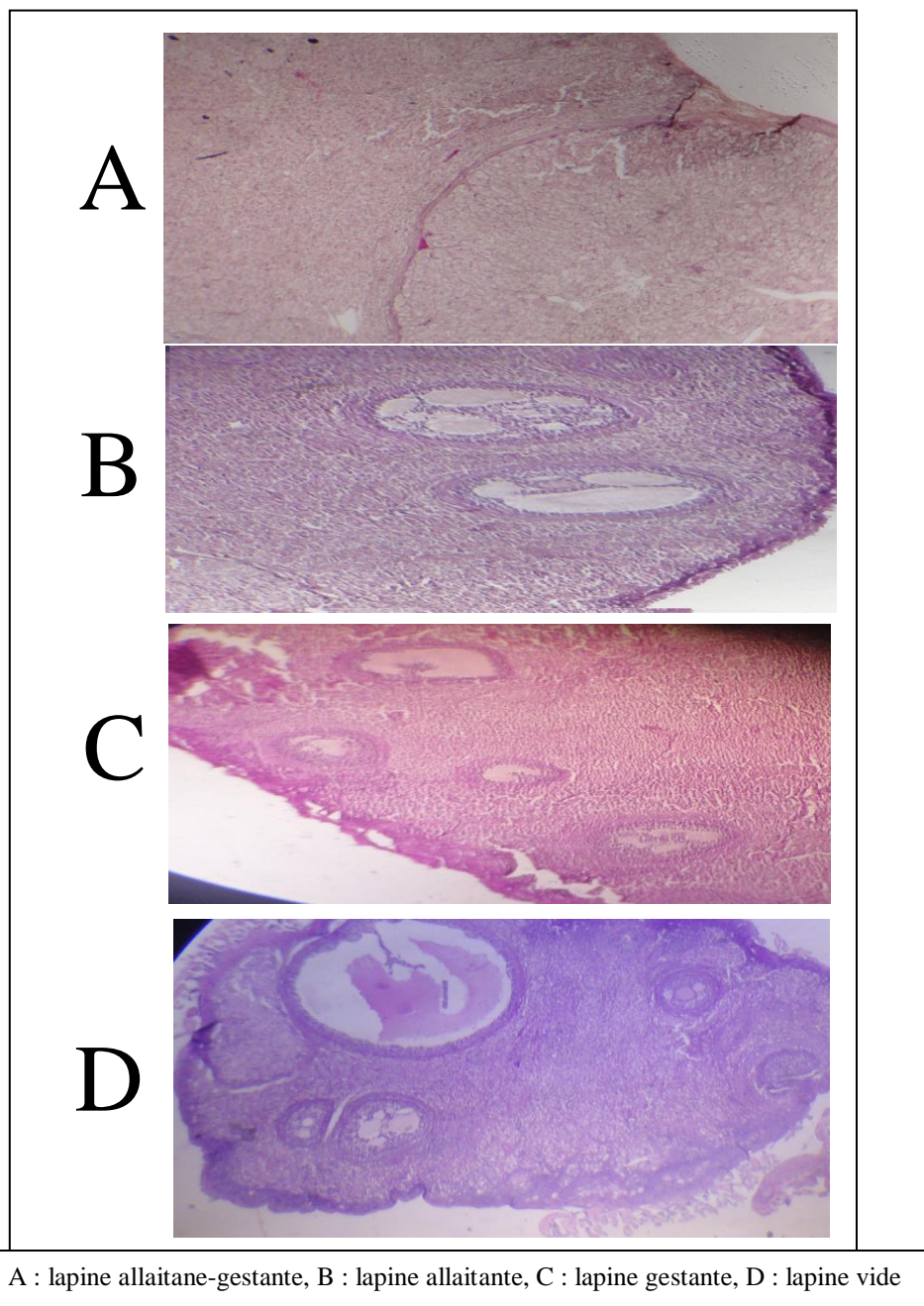


Figure 64. Variations histologiques de l’ovaire chez des lapines locales à différents stades physiologiques.

L’étude histologique confirme que le nombre de follicule préovulatoires varie significativement en fonction du stade physiologique ce qui concorde avec les résultats de Boumahdi et *al.* (2013). En effet à partir de 12 heures post-coïtum, ce nombre diminue généralement et à 14 heures p c, il chute sauf chez les lapines réceptives. Ce résultat suggère qu’après l’ovulation, les lapines réceptives ont encore une réserve non négligeable de follicules préovulatoires.

III.9.2.2. Taille de portée et production laitière

Beaucoup d'auteurs ont souligné que les femelles sont moins prolifiques en première portée (Afifi et *al.* 1989 ; Rafael et *al.* 1990 ; Bolet et *al.* 1994 ; Lebas et *al.* 1996 ; Théau-Clément, 2003). Nos résultats confirment ceux de ces auteurs pour les nés totaux à partir de la quatrième parité et pour les nés vivants à partir de la cinquième parité ($p < 0,05$). Par contre, nous n'observons pas d'effet significatif de la parité sur le nombre de lapereaux sevrés.

Dans notre étude, le numéro de portée n'a pas d'effet significatif sur le taux de mortalité, ni de mortalité naissance-sevrage alors que la littérature indique une diminution de la mortalité en phase naissance-sevrage à cause de l'état général de la femelle qui est meilleur au fur et à mesure qu'elle avance dans sa carrière et à l'augmentation de la production laitière ce qui augmente la viabilité des lapereaux.

Effectivement, les lapines primipares produisent moins de lait en 21 jours que les lapines multipares (1872g vs 2126g), la différence étant significative à partir du troisième rang ($p < 0,05$). Nos résultats sont en accord avec ceux de Zerrouki (2006) sur la population locale de Tizi-Ouzou. McNitt et Lukfahr (1990) soulignent que la production laitière des lapines augmente jusqu'à la 7^{ème} parité puis diminue après. Khalil et *al.* (1994) confirment cette relation chez les lapines Giza-White.

III.9.2.3. Poids des portées et des lapereaux

La parité influence significativement le poids des portées et le poids moyen des lapereaux à la naissance. Cet effet est aussi significatif sur le poids moyen au sevrage. Les écarts de poids moyens enregistrés sur les premières portées et les portées suivantes sont élevés (26, 16 et 22% respectivement à la 2^o, 4^o et 5^o parité). Cet effet significatif disparaît lors des trois premières semaines d'âge. L'augmentation des poids moyens des lapereaux est en relation avec l'augmentation de la production laitière des lapines avec la parité, mais l'ingestion moyenne par lapereau et par jour varie en fonction de la parité (en moyenne 17-20g/j). Bien que les écarts ne sont pas significatifs, la vitesse de croissance est également plus faible chez les lapereaux issus des premières et sixièmes portées (11g/j contre 13g/j dans les portées numéro 2 et plus).

Mocé et *al.* (2004) indiquent que la survie des lapereaux est étroitement liée aux nutriments apportés par le placenta, le nombre de vaisseaux sanguins arrivant à chaque site d'implantation a été utilisé pour calculer l'alimentation de chaque fœtus chez le lapin (Argente et *al.* 2003). Un faible apport sanguin aux fœtus semble augmenter la mortalité au

18^o jour de gestation (Argente et *al.* 2008). Il est connu que la position de fœtus dans l'utérus affecte le développement fœtal chez le lapin (Argente et *al.* 2003). Une réduction de l'espace utérin disponible est linéairement associée à une augmentation du nombre de fœtus morts et à un plus faible poids à la naissance (Argente et *al.* 2008). Un faible poids à la naissance peut réduire la survie post-natale.

Le poids moyen à la naissance est de 50g±10 (Martinez et Paredes, 2015). Le poids individuel à la naissance est variable en fonction de la saison et principalement de la taille de la portée (Argente et *al.* 1999). Il est connu que la taille de portée influence le poids à la naissance mais aussi la croissance de la naissance au sevrage (Drumond et *al.* 2000). C'est pourquoi de grandes portées donne un poids moyen à la naissance plus faible et une mortalité plus élevée que dans les portées de petite taille (Argente et *al.* 1999). Selon les mêmes auteurs, le poids moyen à la naissance montre une forte corrélation génétique avec le poids au sevrage (0,87). D'un côté, beaucoup d'auteurs ont observé que la variabilité du poids à la naissance à l'intérieur de la même portée est élevée chez le lapin (Bolet et *al.* 1996 ; Argente et *al.* 1999).

III.9.2.4. Effet de la taille de portée allaitée

Cet effet est analysé sur les quantités de lait produites par les femelles et sur la croissance des lapereaux sous la mère. Les quantités de lait produites augmentent avec la taille de portée allaitée en accord avec Lebas (1994 ; 2000) qui rapporte que les quantités de lait produites augmentent avec le nombre de lapereaux allaités mais que l'ingestion par lapereau diminue.

Nos résultats confirment l'ensemble de la bibliographie sur ce sujet (Lebas, 1987 ; Yamani, et *al.* 1991 ; Mohamed et Szendro, 1992 ; Khalil, 1994 ; Pascual et *al.* 1996 ; Mahaia et *al.* 2002). Entre la production laitière totale à 21 jours et la taille de portée allaitée, il existe une forte corrélation (Lukfahr et *al.* 1983).

Dans notre essai on note qu'au-delà de 6 lapereaux allaités, les quantités de lait produites en première semaine et en 21 jours d'allaitement ne varient plus. En deuxième semaine d'allaitement, cet effet disparaît avec les portées de 8 lapereaux et plus. La production laitière totale (21 jours) maximale est obtenue avec les portées de plus de 8 lapereaux, bien que les différences avec les portées de 3 à 4, 5 à 6 et 7 à 8 lapereaux allaités n'est pas significative ($p < 0,05$). Ces résultats mettent en évidence les capacités limitées de production de lait des lapines de la population Aurésienne. Ceci pourrait être lié au format de ces lapines et aux conditions d'élevage dans lesquelles elles sont placées. De ce fait la croissance individuelle des lapereaux est plus faible dans les grandes portées. La vitesse de croissance des lapereaux

diminue de 17g/j dans les portées de 1-3 lapereaux à 8g/j dans les portées de 8 lapereaux et plus ($p < 0,001$).

III.10. Performances de croissance et rendement en carcasses du lapin local

III.10.1. Performances de croissance

III.10.1.1. Morphométrie digestive et histométrie des villosités intestinales des lapins en croissance

Les poids de l'estomac et de l'intestin grêle exprimés relativement au poids vif de l'animal sont proches à ceux enregistrés sur le lapin Néozélandais blanc de 2,5kg (Gidenne et al. 2005). Alors que les poids du caecum et du colon proximal du lapin local sont inférieurs à ceux du lapin Européen ($17,7g \pm 6,4$, $24,8g \pm 7,8$ vs $25g$, $30g$). Pour ce qui concerne les longueurs de l'intestin grêle, du caecum et du colon proximal étaient $270,3cm \pm 45,2$; $29,5cm \pm 5,1$ et $37,1cm \pm 3,3$ vs $330cm$, $40cm$ et $50cm$ chez le lapin local et le lapin Néozélandais blanc respectivement.

Le développement du tractus digestif de l'animal est stimulé de 28 à 49 jours lorsque les lapereaux sont sevrés à 21 jours. Xiccato et al. 2001, avaient montré que plus les lapereaux sont sevrés précocement plus les poids relatifs vides des segments digestifs étaient importants. Ce phénomène pourrait être expliqué en partie par l'augmentation de l'ingestion d'aliment granulé, conduisant à une stimulation mécanique accrue et donc un épaissement et élongation de la paroi digestive. Cependant d'après Laplace et Lebas (1972), le poids du lapereau au sein d'une population d'un âge donné n'est pas un facteur discriminant approprié pour l'étude de la croissance des organes digestifs. Les différences observées lorsque les poids des différents segments digestifs sont exprimés par rapport aux poids vifs des lapereaux seraient alors une simple conséquence du poids vif plus faible des lapereaux abattus. Le développement des segments antérieur seraient alors indépendant de l'âge au sevrage, et donc sous l'influence majeur d'une programmation ontogénique.

A la naissance, les villosités intestinales sont minces mais courtes, puis s'allongent et sont plus épaisses à partir du début de l'ingestion d'aliment solide (Gallois et al. 2005b) et jusqu'au sevrage (en forme de langue).

A 10 semaines d'âge, les lapins possèdent des villosités intestinales de 4, 3, et 5 fois plus longues que larges respectivement pour le duodénum, le jéjunum et l'iléon. En effet comme rapporté par Wise et al. (2003), les hauteurs de villosités ne sont pas représentatives de la surface d'absorption, en raison de différence de forme entre villosités (figure 65).

Une villosité courte mais large pourra ainsi présenter une surface d'absorption supérieure à une villosité haute mais fine. Keelan et *al.* (1985), ont rapporté qu'entre les lapins de 6 semaines d'âge et des lapins adultes, les villosités devenaient plus courtes mais plus épaisses, ce qui ne corrobore pas avec nos résultats. Nous pensons pouvoir attribuer l'augmentation de la hauteur observée à l'âge de 10 semaines à une augmentation des capacités digestives et d'absorption de la muqueuse de l'intestin grêle des lapereaux.

Les données de la littérature sont controversées pour ce qui concerne le lapin (Chiou et *al.* 1994 ; Yu et Chiou, 1997). Les modalités d'échantillonnage le long de l'intestin grêle, les procédures analytiques non homogènes entre les études pourraient expliquer ces désaccords.

Dans cette étude, plus le segment de l'intestin grêle n'était éloigné de l'estomac, plus la hauteur des villosités étaient faibles. Cependant, l'étude de Takeuchi et Gonda (2004), montre l'existence de ce même gradient de hauteur de villosités chez le lapin adulte.

Cette observation serait en accord avec des études antérieures ayant démontré l'existence d'un gradient proximo-distal de maturation de l'intestin grêle chez le lapereau (Toofanian et Targovski, 1982 ; Van Der Hage, 1988).

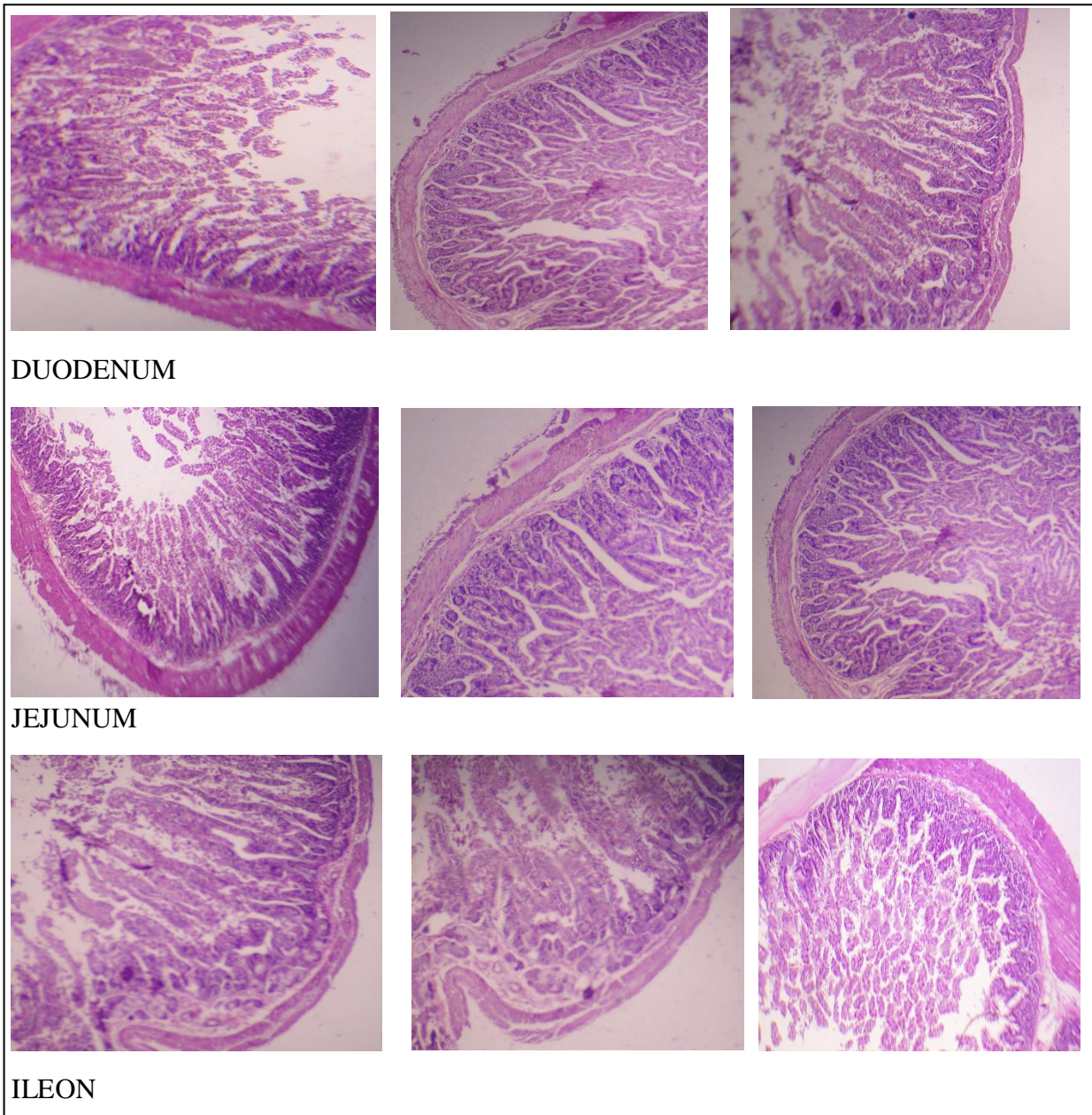


Figure 65. Aspects histologiques des villosités au niveau des différents segments de l'intestin grêle de lapin local (x40).

III.10.1.2. Croissance pondérale

Les mesures relevées au cours de l'essai ont permis d'identifier un poids moyen au sevrage de 412 ± 84 g. Ce poids est légèrement faible à ceux annoncés par Daoudi (2006) et Lakabi et *al.* (2008) chez la population locale élevée en Kabylie (450g et 503g). Gacem et *al.* (2009) enregistrent un poids moyen au sevrage plus élevé de 565g chez les lapins de la souche synthétique créée à l'institut technique des élevages (ITELV).

Zerrouki *et al.* (2014) rapportent dans une étude comparative entre les trois types génétiques existants en Algérie et placés dans les mêmes conditions d'élevage, des poids moyens au sevrage élevés sur les lapins appartenant aux trois types génétiques existant en Algérie : souche synthétique, population blanche et population locale de l'ordre de 542,8g, 564,9g et 562g respectivement. Nos résultats sont également plus faibles que ceux rapportés par Garreau *et al.* (2013) et Weissman *et al.* (2011) sur les lapins de la lignée AGP39, la souche de Grimaud Frères et la souche Hyplus (864g, 1060g et 1008g respectivement).

Le gain moyen quotidien enregistré pour la période globale 28-77 jours est de 32g/j est proche de la valeur signalée par Lounaouci en 2012 sur les lapins de population blanche (30,1g/j).

Les lapereaux réalisent une croissance compensatrice dans les deux semaines qui suivent le sevrage, ceci corrobore avec les résultats de Gidenne *et al.* (2003) et Fortun-Lamothe *et al.* (2005). Cette croissance compensatrice est associée à une augmentation de l'ingéré de 14% tandis que Gidenne *et al.* (2003) avaient observé une croissance compensatrice sur la période 54-70 jours d'âge mais les auteurs n'ont pas rapporté une augmentation de l'ingestion.

La vitesse de croissance déterminée sur nos lapins reste supérieure à celle rapportée par Lakabi (2012) sur les lapins de la population locale élevée en Kabylie (24g/j).

Confrontée aux performances moyennes obtenues dans des élevages en France et au Canada, la vitesse de croissance entre le sevrage et l'abattage standard (70 jours) est de 33,8 g/j vs ; 39,66 à 49,67g/j (Lebas, 2007 ; Ouyed, 2009 ; Ouyed *et al.* (2007), rapportent que lorsque les lapins sont élevés dans des cages collectives de 6 à 8 présentent les performances les moins intéressantes pour la vitesse de croissance (40,2g/j). Lakabi (2010) sur des lapins de population locale alimentés avec un aliment amélioré ont enregistré de meilleurs gains de poids de 35,6 à 38g/j vs 33,8 ± 4,57g/j.

La consommation moyenne (CMA) obtenue est modeste (Tableau 34). Elle est de 89,35g/j ± 14,49 (CV=16%) avec une conversion alimentaire de 2,7. Ce résultat est proche de ceux rapportés par Chaou (2006) sur la population locale utilisée à l'institut technique des élevages (ITELV), dont les consommations moyennes varient de 64,76g/j à 103,92g/j alors que sur les lapins de population blanche, les valeurs sont de l'ordre de 84,07g/j ± 21,11. A 11 semaines d'âge la consommation moyenne quotidienne (CMA) est équivalente à celle obtenue par Lakabi *et al.* (2008) qui est de 88,5g/j. Cette faible consommation pourrait être expliquée par les fortes chaleurs qui ont affecté ces performances ($T > 30^{\circ}\text{C}$). Nos résultats comparés à ceux enregistrés en élevage rationnel (Ouyed, 2009) montrent un écart important qui varient de 176,49g/j à 231,39g/j.

III.10.2. Performances d'abattage

Le poids vif moyen à l'abattage à l'âge de 77 jours enregistré est de $2000\text{g} \pm 483$. Les poids de la carcasse chaude et de la carcasse froide sont de $1055\text{g} \pm 271$ et $1037\text{g} \pm 272$ respectivement. Lounaouci sur la population blanche (2012) annonce un poids vif moyen à l'abattage à l'âge de 11 semaines identique à notre résultat. Mais concernant les poids de la carcasse chaude et de la carcasse froide, il y a un écart de 351g et de 309g en faveur de la population blanche respectivement. Cardinali R et *al.* (2015) sur le Néozélandais blanc ont déclaré un poids moyen à l'abattage (80 jours d'âge) de 2277g alors que Tumova E et *al.* (2014) dans un essai d'évaluation des différences dans la composition des carcasses de lapins de différentes tailles et différentes races ont enregistré un poids moyen à l'abattage (90 jours d'âge) de 1827g chez le lapin doré de population tchèque (petite taille) qui reste inférieur à notre résultat.

Chez le lapin des études portant sur les conséquences d'une sélection sur le poids vif à âge fixe sur les caractéristiques du muscle et de la viande, dans la mesure où le poids de la carcasse commercialisée reste constant l'augmentation de la vitesse de croissance conduit à une réduction de l'âge d'abattage. Comme pour le poulet, le rajeunissement des animaux à l'abattage peut conduire à une dégradation de la qualité de la viande (Larzul et *al.* 2003).

En revanche, si les animaux sont abattus au même âge pour produire des lapins plus lourds, il peut apparaître certains défauts sur la carcasse et sur la viande. Le rendement en carcasse reste néanmoins satisfaisant (55,05%), comparé à la valeur prévisionnelle située entre 50 et 60% pour le lapin standard de format moyen (Ouhayoune, 1989) à l'âge d'abattage standard et pour d'autres souches de lapins hybrides (Pascual M et *al.* 2014) qui démontrent un rendement en carcasse compris entre 55,4% et 57,6%. Chez le lapin blanc de population locale tchèque qui est aussi de format moyen, Volek Z et *al.* (2014) ont enregistré des rendements variant de 59,4 à 60,6%. Rotolo L et *al.* (2014) ont annoncé un rendement en carcasse proche à notre résultat chez le lapin Néozélandais blanc (56,4 vs 55%).

On peut attribuer les rendements à l'abattage élevés à l'alimentation à volonté pratiquée dans l'élevage traditionnel local, puisque les travaux relatifs aux effets de la restriction alimentaire sur la croissance et la composition corporelle montrent selon Pla (2004), que les lapins soumis à une restriction alimentaire présentent des rendements d'abattage bas.

Le rendement moyen en carcasse, comme constaté par différents auteurs dépend de l'âge mais surtout du poids final à l'abattage (Ouhayoune, 1990 ; Roiron, 1992 ; Parigi-Bini, 1996),

le poids à l'abattage a un effet important, sur le rendement, mais aussi sur les qualités bouchères de la carcasse (rapport muscle/os, adiposité). Ce paramètre peut être amélioré par la diminution de la proportion du tractus digestif et de la peau, qui est une conséquence positive de la prolongation de l'engraissement (Trocino et al. 2013). Sachant que la croissance du tractus digestif devient moins rapide que celle du corps à partir de 650g et celle de la peau à partir de 850g en fonction du poids corporel (Ouhayoune, 1990).

Dans notre étude, nos lapins présentent des rendements (%) en pattes avant, en barrons et en râble de ($15 \pm 1,68$; $24,33 \pm 3,13$ et $29,7 \pm 3,58$) respectivement. Nos résultats restent inférieurs à ceux enregistrés par Zslot et al. (2009) sur le Pannon blanc et ceux de Cs Eiben et al. (2012) sur le Néozélandais (25%, 38,2%, 34,2% et 26,1%, 35,5%, 31,9%).

Cette différence peut être expliquée par les conditions d'élevage (bâtiment et aliment), et le types génétique. Selon Xiccato et al. 2013, la densité du peuplement et la taille du groupe affectent les performances d'abattage. Le rendement est plus faible, le rapport des parties de la carcasse, les dépôts de graisse et le ratio muscle/os sont affectés (Trocino et al. 2004 ; Trocino et al. 2005 et Jekkel, 2006 ; Xiccato et al. 1999). Une étude de Maeguenda et al. (2012) confirme les données de la littérature concernant l'effet d'une alimentation à base de fibres hautement digestibles, donc le niveau et le type de fibre sont les principaux facteurs qui régulent la prise alimentaire et le temps moyen de rétention dans le caecum (De Blas et al. 1999). Paci et al. (2012) ont trouvé également un rendement en carcasse plus élevé dans la population locale pure par rapport à un hybride commercial. Ces données démontrent les différents degrés de maturité à l'abattage pour les races pures et hybrides commerciaux, ce qui a été décrit par Hernandez et al. (2006), Metzger et al. (2006), Szendro et al. (2010). Leurs résultats sont similaires à ceux de Tumova et al. (2013) et Chodova et al. (2014). L'adiposité moyenne des carcasses des lapins représentée essentiellement par le gras péri rénal rapporté au poids de la carcasse froide (Blasco et al. 1992) est élevée (3,07%) comparativement à celle relevée par Lounaouci (2012) chez le lapin blanc (1,1%) et identique à celle enregistrée par Ouhayoune de 3% (1990). Dans les conditions Algérienne sur la population locale Kabyle Berchiche et al. (2000) ; Lakabi et al. (2008) et Lounaouci et al. (2009) ont rapporté une adiposité de 2,36%, 1,9% et 1,8% à 12 semaines d'âge respectivement.

La graisse est un tissu de développement tardif et une teneur plus élevée (3%) est observée dans les races à maturation précoce ce qui était en accord avec nos résultats (Tumova E et al.

2014). Metzger et *al.* (2011) supposent qu'il y avait une corrélation négative entre les volumes de muscle et de graisse dans le corps qui a été mise en évidence par une partie postérieure proportionnellement plus grande de la carcasse et une adiposité inférieure.

Poore et Fowden (2004) ont établi quelques hypothèses sur l'appétit des lapins qui peut être programmée au début du développement, un génotype «économe » peut avoir une efficacité accrue du stockage des graisses, une autre raison possible est le changement dans l'environnement endocrinien. Selon Carla et *al.* (2009), une teneur élevée en graisse chez les lapins élevés dans des cages de type californien est le résultat probablement d'une faible activité physique. Pour la proportion du gras interscapulaire/carcasse froide (%), est plus faible que la proportion précédente, elle est de 1%. Petracchi et *al.* (1999) observent que les animaux les plus lourds d'une lignée sont les plus gras. A l'inverse, Piles et *al.* (2000) notent une diminution de l'ensemble des dépôts adipeux apparents chez des lapins sélectionnés sur la vitesse de croissance par rapport à des animaux témoins. En outre les souches lourdes ont généralement moins de dépôts adipeux que les souches plus légères à même âge d'abattage (Ouhayoune, 1989 ; Pla et *al.* 1996). Les estimations de corrélation génétique entre poids corporel et adiposité sont encore rares. Dans notre étude on a trouvé une corrélation positive faible entre vitesse de croissance et adiposité ($R=0,22$ à $P=0,27$) ce qui concorde avec les résultats de Larzul et *al.* (2003). En ce qui concerne le foie, c'est un organe à croissance isométrique (Cantier et *al.* 1969 ; Deltoro et Lopez, 1985 ; Lopez et *al.* 1996), ainsi des pourcentages similaires doivent être observés quel que soit le degré de maturité physiologique des animaux étudiés (Pla et *al.* 2004). Les reins sont aussi cités parmi les organes à croissance précoce. Mais dans notre essai on a enregistré des poids moyens du foie et des reins élevés ($90g \pm 29,01$ et de $15g \pm 4,2$), ce qui représente des pourcentages de 8,47% et de 1,37% du poids moyen de la carcasse froide. Comparativement aux valeurs indiquées par Zslot et *al.* (2009) chez le pannon blanc ; Gisella et *al.* (2013) chez le lapin de population locale Italienne et Rotolo et *al.* (2014) chez le lapin Néozélandais blanc (4,96% et 1,32% ; 5,3% et 0,13%, 2,70% et 0,58% respectivement). Cette différence peut être expliquée par le faible poids final à l'abattage de nos lapins.

Le ratio muscle/os du membre postérieur qui nous permet d'estimer le poids des tissus musculaires et osseux de la carcasse (Blasco et *al.* 1984 et 1992) est de $6,7 \pm 1,78$. Notre résultat est proche aux résultats de Lounaouci sur la population blanche (2012) qui est de $7,51 \pm 0,66$ à 79 jours d'âge et de Xiccato et *al.* (2013) sur les lapins Hyplus croisés (7,53).

Les ratios muscle/os annoncés par Ouyed (2009) des lapins provenant des différents génotypes : (NZ× NZ), (Ca× Ca), (CH× CH), (NZ× Ca), (NZ× CH), (Ca× NZ), (Ca× CH), (CH× NZ), et (CH×Ca) sont proches à notre résultat : 6,76 vs 5,04 à 6,58.

Selon Larzul et Gondret (2005), ce rapport est, généralement, en relation avec la maturité physiologique de l'animal à l'abattage. Larzul et *al.* (2005) ont rapporté que le tissu musculaire croît plus rapidement que le corps jusqu'au poids de 2,4 kg, ainsi à partir de ce poids le rapport muscle /os diminue. Ouhayoun et Cheriet (1983), ont noté que l'influence de l'alimentation sur le rapport muscle/os ne peut pas être séparée de celle qu'elle exerce sur la croissance corporelle.

III.10.3. Test sensoriel de la viande de lapin local

Les qualités organoleptiques, qui sont par définition celles perçues par les sens (Gondret, 1998), sont particulièrement importantes à prendre en compte si l'on veut favoriser la consommation de la viande de lapin. Nos résultats d'analyses sensorielles indiquent que la viande de lapin de population locale élevé dans la région des Aurès est très tendre, juteuse et possède une flaveur caractéristique (86%, 59% et 73% des bonnes réponses) (figure 61). On a enregistré de meilleures notations (tableau 5) pour les critères tendreté et flaveur ($6,6 \pm 0,6$ et $5,89 \pm 1,4$) respectivement comparées à celles déclarées par Combes et al. 2003 sur le lapin standard et identique à la valeur récoltée sur le lapin bio.

La flaveur, la jutosité et la tendreté apparaissent déterminées en partie par la teneur et la nature des lipides intramusculaires. Chez le lapin, même si de nombreux aspects restent à confirmer et à quantifier, la quantité de lipides présente dans le muscle au moment de l'abattage semble influencer la qualité finale de la viande.

Sur le plan sensoriel, des liaisons positives ont été observées entre la teneur en lipides d'un muscle donné et sa tendreté chez le bovin (May et *al.* 1992) sans doute parce que les lipides donnent une sensation de moelleux à la viande. De la même façon, chez le lapin il existerait une liaison positive entre la teneur en lipides du muscle long dorsal et la note de tendreté attribuée par un jury d'analyse sensorielle (Gondret et *al.* 1998b). La tendreté dépend de la quantité, du degré de polymérisation et de la répartition du collagène musculaire, ainsi que de l'état d'organisation des protéines myofibrillaires (Monin, 1991).

Pour la flaveur de la viande, elle est accordée aux phospholipides intramusculaires. Ces derniers jouent un rôle positif dans le développement de l'arôme caractéristique de la viande

rôtie (Mottram et Edwards, 1983) alors que la jutosité est liée à la quantité d'eau libre subsistant dans la viande après cuisson et à la sécrétion de la salive stimulée par les lipides (Monin, 1991).

En fin, les études évaluant les caractéristiques organoleptiques de la viande de lapin par analyse sensorielle sont encore peu nombreuses et les résultats souvent contradictoires.

**Conclusion générale
et
perspectives**

Conclusion générale et perspectives

Cette première étude de caractérisation de la population locale Aurèsienne, maintenue en population fermée, a permis de définir ses principales caractéristiques, à savoir un poids adulte des femelles de 3350g, une fertilité élevée de 79%, une prolificité à la naissance modeste de 6,9 aggravée par une forte mortalité probablement liée à une inadéquation des conditions de logement.

L'ensemble des résultats permettra de définir les objectifs que l'on veut atteindre pour l'amélioration génétique. La population de lapin local présente des analogies tant morphologiques que physiologiques notamment sur le plan biochimie plasmatique avec les espèces Européennes. Il existe cependant quelques particularités caractérisant l'espèce locale, à savoir une croissance ralentie et une taille de portée plus réduite en relation probablement avec le biotope. Cependant, l'exploration simultanée de la cinétique du comportement sexuel, de la production laitière et de la prolactinémie contribue à déterminer avec précision les interactions entre les fonctions de reproduction et de lactation chez la lapine de population locale.

Il nous semble nécessaire de développer des travaux de recherche sur les impacts du développement pendant les phases de lactation et d'engraissement sur la future vie reproductive du lapin local. Dans l'étape post-sevrage, la restriction alimentaire peut impacter le développement corporel et avoir des conséquences sur la future carrière reproductive des lapins, dans ce sens des études précises sont nécessaires. Afin de préserver cette population autochtone et de parvenir à de meilleurs résultats, il est nécessaire de mettre en œuvre des programmes de sélection rigoureux ayant pour objectif l'accroissement de la productivité numérique annuelle par femelle.

Au terme de cette étude, il ressort que les performances reproductives de notre population sont encourageantes notamment en ce qui concerne la fertilité, le poids au sevrage, les performances d'abattage et la qualité sensorielle de la viande. Tout fois les paramètres susceptibles de faire objet d'amélioration sont la taille de la portée à la naissance et au sevrage, âge et poids à l'abattage.

Annexe

Références bibliographiques

- Abida Ouyed.** 2006. Évaluation du rendement en carcasse, en muscle et du poids des différentes parties des lapins de lignées pures et hybrides. Rapport d'étape 1 présenté au Conseil pour le développement de l'agriculture au Québec et au Programme d'appui financier aux associations de producteurs désignées du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec .Projet 2175.
- AERA.** 1994. La reproduction chez le lapin. Association pour l'Etude de la Reproduction Animale. Maison Alfort : 4-11.
- Affi E A, khalil M H, Emara M E.** 1989. Effect of maternal performance and litter preweaning traits in doe rabbits. *Journal animal breeding and genetics*, 106, 358-362.
- Akpo Y, Kpodékon, T M, Tanimomo E, Djago A Y, Youssao A K I, Coudert P.** 2008. Evaluation of the reproductive performance of local population of rabbit in South Benin. 9th World Rabbit Congress. June 10-13, 2008 –Verona- Italy, 29-34.
- Alfonso-Carillo C, Garcia-Rebollar P, De Blas C, Ibanez M A, Garcia-Ruiz A I.** 2014. Effect of late weaning and use of alternative cages on performance of does, suckling and fattening rabbits under extensive reproductive management. *Livestock Science* 167 (2014) 425-434.
- Argente M J, Santacreu M A, Climent A, Blasco A.** 2008. Effects of intrauterine crowding on available uterine space per fetus in rabbits. *Livestock Science* 114 (2008) 211–219.
- Argente M J, Santacreu M A, Climent A, Blasco A.** 1999. Phenotypic and genetic parameters of birth weight and weaning weight of rabbits born from unilaterally ovariectomized and intact does. *Livest. Prod. Sci.* 57: 159-167.
- Arveux P.** 1987. Croissance du lapereau avant sevrage. *Cuniculture* 14 (3), 127-129.
- Arrington L R, Platt J, Franke D F.** 1974. Fat utilisation by rabbits. *J. Anim. Sci.*, 38, 76-80.
- Barkok et Jaouzi,** 2002. The Zemmouri rabbits (Morocco), rabbit genetic resources in mediterranean countries. Zaragoza, CIHEAM-IAMZ, 2002. Option méditerranéennes, *Série B, Etude et Recherches*, n°38, 175-185.
- Barone R.,** 1984. Anatomie comparée des mammifères domestiques, Tome 3, Splanchnologie 1, Appareil digestif, Appareil respiratoire, Vigot Eds, Paris, France, 879 pp.
- Barone R, Pavaux C, Blin P C, Cuq P.**1973. Atlas d'anatomie du lapin. Masson et Cie Eds, Paris, France, 220 pp.
- Bautista A, Castelán F, Pérez-Roldán H, Martínezgómez M, HUDSON R.** 2013. Competition in newborn rabbits for thermally advantageous positions in the litter huddle is associated with individual differences in brown fat metabolism. *Physiology and Behavior*, 118, 189-194.
- Belenguer A, Balcells J, Guada J A, Decoux M, Milne E.** 2005. Protein recycling in growing rabbits: contribution of microbial lysine to amino acid metabolism. *Br. J. Nutr.* 2005; 94:763–770.
- Belhadi S.** 2004. Characterisation of local rabbit performances in Algeria: Environmental variation of litter size and weights. *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress, Puebla (Mexico) Sept. 2004*, WRSA ed., 218223.
- Bellier R, Gidenne T.** 1996. Consequences of reduced fibre intake on digestion, rate of passage and caecal microbial activity in the young rabbit. *Br J Nutr*, 75 (3) : 353-363.

- Scapinello C, Gidenne T, Fortun-Lamothe L.** 1999. Digestive capacity of the rabbit during the post-weaning period, according to the milk/solid feed intake pattern before weaning. *Reprod. Nutr. Dev.* 1999 ; 39:423–432.
- Bennegadi N, Gidenne T, Licois D.** 2003. Conséquences d'une entéropathie d'origine nutritionnelle sur l'activité microbienne caecale du lapin en croissance. In: Recherche cunicole (p. 211-214). Presented at 10. Journées de la Recherche Cunicole, Paris, FRA (2003-11-19 - 2003-11-20). Paris, FRA : ITAVI - Institut Technique de l'Aviculture. <http://prodinra.inra.fr/record/70259>.
- Berchiche M, Cherfaoui D, Lounaoui G et Kadi SA.** 2012. Utilisation de lapins de population locale en élevage rationnel : Aperçu des performances de reproduction et de croissance en Algérie. 3ème Congrès Franco-Maghrebien de Zoologie et d'Ichtyologie, 6-10 Novembre 2012 Marrakech, Maroc.
- Berchiche M, Kadi SA, Lounaoui G.** 2000. Elevage rationnel de lapin de population locale : alimentation, croissance et rendement à l'abattage. 3ème journées de recherche sur les productions animales « conduite et performances d'élevage », 13, 14, 15, Nov, p 293-298.
- Bernadac A, Moreau H, Verger R,** 1991. Gastric lipase and pepsinogen during to ontogenesis of rabbit gastric glands. *Eur. J. Cell. Biol.*, 55, 149-157.
- Bernadac R D.** 1996. The indigenous gastrointestinal microflora. *Trends Microbiology* 4(11): 430-435.
- Bignon L, Bouchier M, Coutelet G, Galliot O, Souchet C, Fortun-Lamothe.** 2013. Individual housing of young does in different size cages. Impact on welfare, economic costs and reproductive data. In : Proceedings of the 10th World Rabbit Congress, Sharm El-Sheikh, Egypt, 1045-1049.
- Blasco A, Ouhayoun J.** 1996. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. *World Rabbit Science.*, 4 : 93-99.
- Blasco A, Ouhayoune J.** 1993. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. Revised proposal. *World rabbit science* (1993), 4 (2), 93-99.
- Blasco A, Ouhayoun J, Masoero G.** 1992. Status of Rabbit Meat and Carcass Criteria and Terminology. *Options Méditerranéennes, Séminaires* 17: 105-120.
- Blasco A, Estany J et Baselga M.** 1984. Prediction of rabbit meat and bone weight using carcass measurements and sample cuts. *Annales de Zootechnie.* 33 (2): 161-170.
- Boiti C, Canali C, Zerani M, Gobetti A.** 1998. Changes in refractoriness of rabbit corpora lutea to a prostaglandin F2 alpha analogue, alfaprostol, during pseudopregnancy. *Prostaglandins Other Lipid Mediat* 56, 255-264.
- Bolet G, Theau-Clement M.** 1994. Fertilization rate and preimplantation embryonic development in two rabbit strains of different fecundity, in pure breeding and crossbreeding. *Anim. Reprod. Sci.* 36, 153–162.
- Bolet G.** 1996. Reproduction. « A grandes portées, gros besoins ». *Cuniculture* n°128-23(2)-Mars- Avril 1996.
- Bolet G, Brun J M, Lechevestrier S, Lopez M, Boucher S.** 2004. Evaluation of the reproductive performance of eight rabbit breeds on experimental farms. *Animal Research*, 53 (1) 59-65.
- Bolet G, Brun J M, Hulot F, Theau-Clement M.** 1990. Variabilité génétique et effet de la sélection dans le croisement de trois souches : 1/Composantes biologiques de la taille

- de portée. 5^{ème} Journées de la Recherche Cunicole, Paris, France, 12-13 Décembre 1990, Com. N°65, 1-13.
- Bolet G.** 1998. Problèmes liés à l'accroissement de la productivité chez la lapine. INRA Prod Anim, 11, 235-238. Juin 1998.
- Boumahdi Z, Théau-Clément M, Belabbas R, Kaidi R.** 2013. Etude comparative des structures ovariennes des lapines en fonction de leur réceptivité au moment de l'accouplement et du stade post coitum. 15^{ème} Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 novembre 2013, Le Mans, France.
- Bourdage R J, Halbert S A.** 1988. Distribution of embryos and 500-microM microspheres in the rabbit oviduct: controls for acute motion analysis during transport. Biol Reprod 38, 82-291.
- Boussarie D.** 1999. Affections bucco-dentaires chez les rongeurs et lagomorphes de compagnie. Nouveaux Animaux de Compagnie (partie Petits Mammifères). Le Point Vétérinaire, Volume 30, N° spécial, 1999.
- Boussit D.** 1989. Reproduction et insémination artificielle en cuniculture. *Association française de cuniculture éditeur*, Lempdes (France), 234p.
- Brigitte Picard, Françoise Médale, Bénédicte Lebret.** 2015. Lectures d'actualité. Un point sur les recherches sur le muscle et la viande. Viandes & Produits Carnés. Référence de l'article : VPC-2015-31-3-4 Date de publication : 29 juillet 2015. www.viandesetproduitscarnes.com.
- Bronneberg R G, Taverne M A, Dieleman S J, Decuypere E, Bruggeman V, Vernooij J C, Stegeman J A.** 2007. The relation between ultrasonographic observations in the oviduct and plasma progesterone, luteinizing hormone and estradiol during the egg laying cycle in ostriches. *Domest Anim Endocrinol* 32, 15-28.
- Brower M.** 2006. Prationer's guide to pocket pet and rabbit theriogenology. 66:618-623.
- Calas A J, Perrin F, Plas C et Vanneste P.** 1997. Biotypes and O serogroups of *Escherichia coli* involved in intestinal infections of weaned rabbits: clues to diagnosis of pathogenic strains. *Journal of Clinical Microbiology* 27(4): 743-747. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology* 71: 531-555.
- Cantier J, Vesinhet A, Rouvier R et Dauzier L.** 1969. Allométrie de croissance chez le lapin (*Oryctolagus cuniculus*) - I. Principaux organes et tissus. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.* 9 : 5-39.
- Carabano R.** 2012. Effect of dietary type and level of fiber on rabbit carcass yield and its microbiological characteristics. *Livest Sci* 145 (2012) 7-12.
- Cardinali R, Cullere M, Dal Bosco A, Mugnai C, Ruggeri S, Mattioli S, Castellini C, Trabalza M, Marinucci et Dalle Zotte A** 2015 Oregano, rosemary and vitamin E dietary supplementation in growing rabbits, bone development and meat chemical composition. *Livestock Science* 175 (2015) 83-89.
- Cardinali R, Cullere M, Dal Bosco A, Mugnai C, Ruggeri S, Mattioli S, Castellini C, Trabalza Marinucci M, Dalle Zotte A.** 2015. Oregano, rosemary and vitamin E dietary supplementation in growing rabbits: Effect on growth performance, carcass traits, bone development and meat chemical composition. *Livestock Sciences*. Volume 175, Pages 83-89.
- Carey M C, Small D M et Bliss C M.** 1983. Lipid digestion and absorption. *Annual Review of Physiology* 45: 651-677.

- Carla L, Davide B et Carola L.** 2009. Composition en acides gras de la viande et de la graisse péri rénale chez des lapins à partir de deux systèmes d'élevage différents. *Meat Science* 82 (2009) 135-139.
- Castellini C, Dal Bosco A, Mugnai C.** 2003. Comparison of different reproduction protocols for rabbit does effect of litter size and mating interval. *Livestock Production Science*, **83**: 131-139.
- Catalano U.** 1974. Iconografia dei Mammiferi d'Italia. www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/biblioteca/qcn_14.pdf (in Italian).
- Cervera C, Blas E, Fernandez-Carmona J.** 1997. Growth of rabbits under different environmental temperatures using high fat diets. *World Rabbit Sci.* 5:71–75.
- Cheeke P R.** 1987. Digestive physiology. *Rabbit Feeding and Nutrition*. T. J. Cunha.
- Chibah-Ait Bouziad K, Zerrouki-Daoudi N.** 2015. Effets de la taille de portée à la naissance et du nombre de lapereaux allaités sur les aptitudes laitières des lapines de deux génotypes et sur la croissance des lapereaux avant sevrage. *Livestock Research for Rural Development*, Volume 27, Number 11.
- Chiericcato G M, Rizzi.** 1999. Étude de l'évolution du profil métabolique, enzymatique et minéral de la lapine. 8° Journ.Rech.Cunicole.Fr, 9-10 Juin, Paris, 155-158.
- Chiou P W S, Yu B, Lin C.** 1994. Effect of different components of dietary fibre on the intestinal morphology of domestic rabbits. *Comp. Biochem. Physiol. A.* 1994; 108:629–638.
- Chmitellin F, Rouillere R, Bureau J.** 1994. Performances de reproduction des femelles en insémination artificielle en post partum. *5èmes Journées de la Recherche Cunicole, 12-13 Décembre, 1990, Paris, France*. Tome I, Communications N° 4.
- Chodova D, Tumova E, Martinec M, Bizcova Z, Skrivanova V, Volek Z et Zita L.** 2014. The effect of housing system and genotype on rabbit meat quality. *Czech J. Anim. Sci* 59, 190-199.
- Chretien F C.** 1966. A study of the origin, migration and multiplication of the germ-cells of the rabbit embryo. *J Embryol Exp Morphol* 16, 591-607.
- Clinquart,** 1995. Utilisation des matières grasses chez les bovins d'engraissement *Productions animales*, 1995, (1) : 23- 42.
- Colin et Lebas.** 1996. Rabbit meat Production in the world. A proposal for every county. 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France 9-12 July 1996, Vol 3, 323-330.
- Colin M.** 1995. Comment maîtriser les effets de la chaleur. Mise en place d'un programme d'été dans l'élevage des lapins. *Revue de l'éleveur du lapin, Juin-Juillet*, 22-28.
- Combes S, Licois D, Cauquil L, EL Abed N, Fortun-Lamothe L, Gidenne T.** 2013. Réponse du microbiote commensal de lapins EOPS à une reproduction expérimentale de l'EEL par l'inoculum TEC4 : résultats préliminaires de pyroséquençage 454 S. 15èmes Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 novembre 2013, Le Mans, France.
- Combes S. Cauquil L.** 2006. Viande de lapin et oméga 3 Une alimentation riche en luzerne permet d'enrichir la viande des lapins en oméga 3. *Viandes Prod. Carnés Vol 25 (2)*
- Combes S et Dalle-Zotte A** 2005 La viande de lapin : Valeur nutritionnelle et particularités technologiques (Synthèse). 11èmes Journées de la Recherche Cunicole, Paris, France, 29-30 Novembre 2005, 167-180.

- Corring, T. et A. Rérat**, 1983. A survey of enzymatic digestion in simple-stomached animals. Digestion and absorption of nutrient. H. B. e. Y. Schutz. Bern, Suisse, Hans Huber: 9-26.
- Coureaud G, Fortun-Lamothe L, Rödel H G, Monclús R, Schaal B.** 2008a. Le lapereau en développement : données comportementales, alimentaires et sensorielles sur la période naissance-sevrage. INRA Prod. Anim., 2008, 21 (3), 231-238.
- Coureaud G, Thomas-Danguin T, Le Berre E, Schaal, B.** 2008b. Perception of odor blending mixtures in the newborn rabbit. *Physiol. Behav.* 95, 194-199.
- Coureaud G, Rödel H, Montigny D, Kurz C, Schaal B.** 2007. La réponse du lapereau à la phéromone mammaire. Régulations et impact potentiel de la domestication. 12èmes Journées de la Recherche Cunicole, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France.
- Critchlov. V, Bar-Sela. M.E.** 1967. Neuroendocrinology, vol. II, Academic Press, New York and London.
- Dalle Zotte A.** 2004. Avantages diététiques : Le lapin doit apprivoiser le consommateur. VPC-2004-Vol.23 (6).
- Davies R, Jennifer A E.** 2003. Rabbit gastrointestinal physiology. *Veterinary Clinics of North America Exotic Animal Practice* 6(1):139-53.
- De Blas J C, García J et Carabaño R.** 1999. Role of fiber in rabbit diets. A review. *Ann. Zootech.*, 48 (1) : 3-13.
- De Blas J C, Taboada E, Mateos G G, Nicodemus N, Méndez J.** 1995. Effect of substitution of starch for fiber and fat in isoenergetic diets on nutrient digestibility and reproductive performance of rabbits. *J Anim Sci*, 73 (4): 1131-1137.
- Debray L, Le Huërou-Luron I, Gidenne T, Fortun-Lamothe L.** 2003. Digestive tract development in rabbit according to the dietary energetic source: correlation between whole tract digestion, pancreatic and intestinal enzymatic activities. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol*, 135 (3): 443-455.
- Deltoro J, Lopez A. M.** 1985. Allometric changes during growth in rabbits. *J. Agric. Sci., Camb.* 105. 339-346.
- Deprès E, Théau Clement M and Lorvelec O.** 1994. Productivité des lapines élevées en Guadeloupe : Influence du type génétique de l'allongement de la durée d'éclaircissement, de la saison et du stade physiologique. 6èmes Journées de la Recherche Cunicole. La Rochelle 6-7 Décembre. Vol 1, 153-162.
- Desaive, P.** 1947. Contribution à l'étude du mécanisme de l'évolution et de l'involution folliculaire dans l'ovaire de lapine adulte. *Arch Biol* 58, 332-446.
- Djago Y, Kpodékon M.** 2000. Le guide pratique de l'éleveur de lapins en Afrique de l'Ouest. Cotonou : Impression 2000. 106 p.
- Djago Ya, Kpodékon M, Lebas F.** 2007. Méthodes et techniques d'élevage du lapin : Élevage en Milieu tropical 2^{ème} édition révisée du : Le guide pratique de l'éleveur de lapins en Afrique de l'ouest, Publisher : F. Lebas, Editor : Association *Cuniculture* – France.
- Driancourt M.A.** 2001. Regulation of ovarian follicular dynamics in farm animals. implications for manipulation of reproduction. *Theriogenology* 55, 1211-1239.
- Driancourt M A, Gougeon A, Monniaux D, Royère D, Thibault C.** 2001. *Folliculogenèse et ovulation*, In : Marketing, E.E. (Ed.), La reproduction chez les mammifères et l'homme, Paris, pp. 316- 347.

- Drummond H, Vazquez E, Sanchez-Colon S.** 2000. Competition for milk in the domestic rabbits: Survivors benefit from littermate deaths. *Ethology*, 106:511-526.
- Dunbar B S.** 1983. Morphological, biochemical and immunochemical characterization of the mammalian zona pellucida, in: *Mechanism and Control of Mammalian Fertilization* (J. F. Hartmann, ed.), Academic Press, New York, pp. 140–177.
- Duperray J, Grand E, Weissman D, Laurent J M, Launay C.** 2015. La préparation des jeunes femelles futures reproductrices hybrides : Effet de leur mode d'alimentation sur leurs performances de reproduction au cours des trois premiers cycles. 16^{ème} Journées de la Recherche Cunicole, 24 et 25 novembre 2015, Le Mans, France.
- Eiben Cs, Gódor-Surmann K, Kustos K, Maró A, Vörös G et Gippert T** 2012 Alternative feed ingredients and their effect on the production of growing rabbits. *World Rabbit Science Association Proceedings 10 th World Rabbit Congress – September 3 - 6, 2012– Sharm El- Sheikh –Egypt*, 559 – 562.
- Eiben CS, Tobias G, Kustos K, Godor-Surmann K, Kotany Sz, Gulyas B, Azyra G.** 2007. The change of nursing for oestrus induction (biostimulation): Effect of contact between rabbit doe and its young. *Livestock Science* 111 (2007) 193-203.
- El maghawry A.M, Soliman M M, EM Sayid G A, Mahrous K M.** 2000. Effect of breed, season of kindling on pregnancy status on some blood measurement of rabbit does raised in Egypt. *Egyptian Journal of Rabbit Science*.10: 295-306.
- Erickson, R H et Kim Y S.** 1990. Digestion and absorption of dietary protein. Annual Estimation en l'an 2000. *Jornadas Internationais de Cunicultura APEZ*, 24 - 25.
- Falcão-e-Cunha L, Peres H, Freire J P B, Castro-Solla L.** 2004. Effects of alfalfa, wheat bran or beet pulp, with or without sunflowers oil, on caecal fermentation and on digestibility in the rabbit. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 117: 131-149. doi:10.1016/j.anifeedsci.2004.07.014
- FAO Statistics Division.** Available at:<http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault>.
- FAO, 2000.** . Production et santé animales n° 19 - *Collection FAO* : ISBN 92-5- 203441-2 - ISSN 0253-3731.
- Farougou S, Kpodékon M, Koutinhoun B, Braih O H D, Djago Y.** 2005. Incidence de la tétée initiale sur la viabilité des lapereaux. *Revue Africaine de Santé et de Production Animales*, EISMV de Dakar, 3 (3-4) 218-221.
- Ferrando R, Henry N, Klur M et Mégard J P.** 1972. Teneur en azote et en acides aminés des cæcotrophes et autre fèces des lapins à collier recevant ou non des antibiotiques dans leurs rations. *Ann. Nutr. Alim.* 26: 189-196.
- Fontaine M. et Cadore IL.** 1995. *Vade Mecum du vétérinaire*-. "16e éd. : Paris : Vigot, 1995-1671 p
- 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.** 2005. Energy balance and reproductive performance in rabbit does. *Anim .Reprod.Sci.*2796 (1-16).
- Fortun-Lamothe L.** 2003. Bilan énergétique et gestion des réserves corporelles de la lapine : mécanismes d'action et stratégies pour améliorer la fertilité et la longévité en élevage cunicole. 10^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 nov. 2003, Paris.

- Fortun-Lamothe L, Sabater F.** 2003. Estimation de la production laitière des lapines à partir de la croissance des lapereaux. 10ème Journ. Rech. Cunicole, INRA-ITAVI, 19-20/nov/2003, Paris, ITAVI éd. Paris, 69-72.
- Fortun-Lamothe L, Bolet G.** 1995. Les effets de la lactation sur les performances de reproduction chez la lapine. INRA Productions animales, 1995, 8 (1), pp.49-56.
- Fortun L, Prunier A, Etienne M, Lebas F.** 1994b. Influence of the nutritional balance on foetal survival and growth and blood metabolites in rabbit does. *Reprod. Nutr. Develop.* 34, 201-211.
- Founzégué A, Coulibaly, Adama Coulibaly, Jean D, N'guéssan, Koffi G, Kouamé, Allico J, Djaman, Frédéric Guédé – Guin.** 2007. Etude des paramètres sériques biochimiques : le cas des lapins (Néozelandais – cunistar) de Côte d'Ivoire. *Sciences & Nature* Vol. 4 N°1 : 37 – 43.
- Frenandez C, Fraga M J.** 1996. The effect of dietary fat inclusion on growth, carcass characteristics and chemical composition of rabbit. *J.Anim.Sci.* 74, 2088-2094.
- 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^{ème} Journées de la Recherche Cunicole. 17-18 novembre. Le Mans, France.
- Gacem M, Zerrouki N, Lebas F et Bolet G** 2008 Strategy for developing rabbit meat production in Algeria: Creation and selection of a synthetic strain. 9th World Rabbit Congress-June 10-13, 2008-Verona-Italy.
- Gacem M, Lebas F.** 2000. Rabbit husbandry in Algeria. Technical structure and evaluation Of performances. 7th World Rabbit Congress. 4-7 July. Valence, Espagne.
- Gallois M.** 2006. Thèse de doctorat N° d'ordre 2330 : Statut nutritionnel du lapereau : maturation des structures et des fonctions digestives et sensibilité à une infection par une souche entéropathogène d'Escherichia coli.p 35-36.
- Gallois M, Boullier S, Millon A, Gidenne T.** 2005b. Age au sevrage et sensibilité à une infection expérimentale par une souche E Coli 0103. 11^{ème} Journées de la Recherche Cunicole. Paris. 249-252.
- Garcia J, Gidenne T, Falcao E, Cunha L, De Blas C.** 2002. Identification of the main factors that influence caecal fermentation traits in growing rabbits. *Anim. Res.*, 51, 165-173.
- Garcia J, De Blas J.C, Carabaño R, Garcia P.** 1995. Effect of type of lucerne hay on caecal fermentation and nitrogen contribution through caecotrophy in rabbits. *Repr. Nutr. Develop.*, 35, 267-275.
- Ghezal-Triki N, Colin M.** 2000. La cuniculture dans les pays arabes. Essais de synthèse. *Cuniculture*, n°156, 27, 6,
- Gidenne T S, Murr A, Travel E, Corrent C, Foubert K, Bebin L, Mevel G, Rebours et Renouf B.** 2008. Effets du niveau de rationnement et du mode de distribution de l'aliment
- Gidenne T, Lebas F.** 2005. Le comportement alimentaire du lapin. Proceedings 11èmes Journées de la Recherche Cunicole, 29-30 Novembre 2005, Paris.
- Gidenne T, Segura M, Lapanouse A.** 2005. Effect of cereal sources and processing in diets for the growing rabbit. I. Effects on digestion and fermentative activity in the caecum. *Anim. Res.*, 54, 55-64.

- Gidenne T, Bellier R.** 2000. Use of digestible fibre in replacement to available carbohydrates - Effect on digestion, rate of passage and caecal fermentation pattern during the growth of the rabbit. *Livest Prod Sci*, 63: 141-152.
- Gidenne T, Perez J M.** 1993. Effect of dietary starch origin on digestion in the rabbit. 2. Starch hydrolysis in the small intestine, cell wall degradation and rate of passage measurements. *Anim Feed Sci Technol*, 42: 249-257.
- Gidenne T.** 1993. Measurement of the rate of passage in restricted-fed rabbits: effect of dietary cell wall level on the transit of fibre particles of different sizes. *Anim Feed Sci Technol* 42, 151-163
- Gidenne T, Bellier R.** 1992. Etude in vivo de l'activité fermentaire caecale chez le lapin. Mise au point et validation d'une nouvelle technique de canulation caecale. *Repr. Nutr. Develop.* 32, 365-376.
- Gigaud V, Combes S.** 2009. Pour une viande plus riche en Oméga 3 : Effet de la variation du rapport en acides gras Polyinsaturés oméga 6/oméga 3 du régime sur la teneur en acides gras de la viande de lapin. *Viandes Prod. Carnés Vol 27 (1)*
- Gisella P, Giovanna P, Maria D'Agata, Claudia R et Dalle Zotte A.** 2013. Effect of stocking density and group size on growth performance, carcass traits and meat quality of outdoor-reared rabbits. *Meat Science* 93 (2013) 162–166.
- Gomez E A, Rafel O, Ramon J.** 2002. The Prat strain (Spain), Options Méditerranéennes, Serie B : Etude et Recherches, vol 38, 203-208.
- Gondret F, Mourot J, Bonneau M.** 1998a. Comparison of intramuscular adipose tissue cellularity in muscles differing in their lipid content and fiber type composition during rabbit growth. *Livest. Prod. Sci.*, 54, 1-10.
- Gondret F, Mourot J, Lebas F, Bonneau M.** 1998b. Effects of dietary fatty acids on lipogenesis and lipid traits in muscle, adipose tissue and liver of growing rabbit. *Anim. Sci.* 66, 483-489.
- Gondret F, Juin H, Mourot J, Bonneau M.** 1998c. Effect of age at slaughter on chemical traits and sensory quality of Longissimus lumborum muscle in the rabbit. *Meat Sci.*, 48, 181-187.
- Gongnetp Assanem et Dezoumbed.** 1992. Effets de différents niveaux d'apport en protéines sur les performances de croissance de lapin de race locale. *Ann. zootech.* 1993, 42: 75 – 79 INRA, 1991
- González-Redondo P, and Rodríguez-Serrano T M.** 2012. Promotion of rabbit meat consumption in Spain. *World Rabbit Science Association Proceedings 10 th World Rabbit Congress – September 3 - 6, 2012– Sharm El- Sheikh –Egypt,*
- Gosalvez L F.** 1986. Actividad ovarica de la coneja domestica despues del parto. Thèse de Doctorat. ETSIA. Madrid, Espagne.
- Gouet P H, Fonty G.** 1979. Changes in the digestive microflora of holoxenic rabbits from grape seed meal in the diet on digestion and performance of growing rabbits. *J Anim Sci*, 80: contribution of microbial lysine to amino acid metabolism. *British*
- Gutiérrez I, García J, Carabaño R, Mateos G G, De Blas J C.** 2000. Effect of exogenous phytase on phosphorus and nitrogen digestibility in growing-finishing rabbits. *7th World Rabbit Congress*, 5-7 juillet, Valence, Espagne. In: *World Rabbit Sci*, 8 (suppl.1, Vol. C): 277-282.
- Hajje E, Boutros C, Doumet W.** 1998. Suivi technique des paramètres zootechniques dans un élevage cunicol au Liban. *World Rabbit Sciences.* Vol 6 (2), 236-267.

- Hermendez P, Arino B et Blasco A.** 2006. Compraison of carcass and meat characteristics of three rabbit lines selected for litter size or growth rate. *Meat sci.*, 73: 645-650.
- Hildebrandt T B, Hermes R, Jewgenow K, Goritz F.** 2000. *Ultrasonography as an important tool for the development and application of reproductive technologies in non-domestic species.* *Theriogenology* 53, 73-84.
- Hill M.** 1933. The growth and regression of follicles in the oestrous rabbit. *J Physiol* 80, 74-178.
- Hocquette J.F, Ortigues-Marty I, Damon M, Herpin P, Geay Y.** 2000. Métabolisme énergétique des muscles squelettiques chez les animaux producteurs de viande. *Prod. Anim.*, 13, 185200.
- Hocquette J F, Graulet B, Olivecrona T.** 1998. Lipoprotein lipase activity and mRNA levels in bovine tissues. *Comp. Biochem. Physiol. B*, 121, 85-96.
- Hoover et Heitman** cités par **Lebas.** 1975. Influence de la teneur en énergie de l'aliment sur les performances de croissance chez le lapin. *Ann. zoot*, 24: 281 – 288.
- Howarth G, Goby J P, Rochon J J, Richard F, Bohec V.** 1998. . Influence des conditions climatiques sur la production du lapin élevé en plein air. 7èmes Journées de la Recherche Cunicole, 12-13 Décembre, 1998, Paris, France. Tome I, Communications N°6
- Hulot f, Matheron g.** 1979. Analyse de variations génétiques entre trois races de lapins de la taille de portee et ses composantes biologiques en saillie *post-partum*. *Ann. Get. Sel. Anim*, 11, 53-77.
- Hulot F, Matheron G.** 1981. Effets du génotype, de l'âge et de la saison sur les composantes de reproduction chez la lapine. *Annales de Génétique et de Sélection Animale*, **13**,131-150.
- Hulot, F., Mariana, J.C.,** 1985. Effet du génotype, de l'âge et de la saison sur les follicules
- Ilès I, Belabbas R, Boulbina I, Zenia S, Ainbaziz H.** 2013. Evolution de la receptivite au cours d'une période d'allaitement de 41 jours chez la lapine primipare non gestante. 15èmes Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 novembre, le mans, France.
- Jekkel G, Milistis G, Bironé N, Radnai I, Matics Zs, Princz Z, Orova Z, Gerencsér Zs et Szendro Zs.** 2006. Effect of floor type and stocking density on the slaughter value of growing rabbits. *Proc. 18th Hung. Con. Rabbit. Prod.*, Kaposvar, Hungary. p. 189-194.
- John Chitty.** 2006. *BSAVA-Manual of Rabbit Medicine and Surgery.* 2nd ed. 2006. ISBN-13: 978-0905214962. 777-780.
- Kamal A, Yamani K O, Fraghaly HM.** 1994. Adaptability of rabbit to the hot climate. Rabbit production in hot climats. *Option méditerranéennes, séries séminaires N° 8*, 97 – 101.
- Keelan M, Walker K, Thompson A B R.** 1985. Intestinal morphology, marker enzymes and lipid content of brush border membranes from rabbit jejunum and ileum: effect of aging. *Mech Ageing Dev*, 31: 49-68.
- Kennelly J J, Foote R H, Jones R C.** 1970. *Duration of premeiotic deoxyribonucleic acid synthesis and the stages of prophase I in rabbit oocytes.* *J Cell Biol* 47, 577-584.
- Kennoun S.** 1990. Systèmes de reproduction des lapines locales tunisiennes élevées en colonies au sol. *Option méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens*, n°8, 89-92.
- Kerkouche T N, Zitouni G H, Boumahdi Z, Berbar A, Kerkouche R Benali N Titouh F, Belabbas R.** 2014. Etude des relations entre distance ano-genital, parité et quelques

- caracteristiques de la reproduction de la lapine. *Livestock Research for Rural Development* 26 (2) 2014.
- Khalil M.H.** 1998. Model for description of rabbit genetic resources in Mediterranean countries. Application to the Egyptian breeds Giza White and Baladi. Mediterranean rabbit working group, 41 p.
- Khalil M.H.** 1994. Lactational performance of Giza white rabbits and its relation with pre-weaning litter traits. *Animal Production*, 59 (1), 141-145.
- Khalil M H, Afifi E A, Emara M E.** 1987. Doe litter performance at weaning for two breed of rabbits with special emphasis and doe effects. *Journal of applied rabbit research*, Vol 10, 12-18.
- Kranzfelder D, Korr H, Mestwerdt W, Maurer-Schultze B.** 1984. *Follicle growth in the ovary of the rabbit after ovulation-inducing application of human chorionic gonadotropin*. *Cell Tissue Res* 238, 611-620.
- Labroue F.**1995. Facteurs de variation génétique de la prise alimentaire chez le porc en croissance. Le point des connaissances. INRA, Prod. Ani. 1995, (4): 239 - 250
- Lakabi-Ioualitene D, Lounaouci-Ouyed, Lebas F et Fortun-Lamothe L** 2008 The effects of the complete replacement of barley and soybean meal with hard wheat by-products on diet digestibility, growth and slaughter traits of a local Algerian rabbit population. *World Rabbit Sci.* 16 (2): 99-106.
- Lanning D, Sethupathi P, Rhee KJ, Zhai SK, Knight KL.** 2000a. Intestinal microflora and diversification of the rabbit antibody repertoire. *J Immunol*; 165(4):2012–2019.
- Laplace J P, Lebas F.** 1972. Mensurations viscérales chez le Lapin : II. Principaux facteurs déterminants des variations relatives de la croissance du foie, des reins et des segments intestinaux entre 3 et 11 semaines d'âge. *Ann. Zootech.*, 21, 505-524.
- Larzul C et Gondret F** 2005 Aspect génétique de la croissance et de la qualité de viande chez le lapin. INRA, Production Animal, 18 (2), 119-129.
- Larzul C, Gondret F, Combes S et De Rochambeau H.** 2005. Divergent selection of 63 days body weight in the rabbit: response on growth, carcass and muscle traits. *Genetic Selection* vol 37, 105-122.
- Larzul C, Gondret F, Combes S et de Rochambeau H.** 2003. Analyse d'une expérience de sélection sur le poids à 63 jours : II-déterminisme génétique de la composition corporelle. Proc. 10ème Journ. Rech. Cunicole, Paris, France, p. 149-152. 19-20 Novembre.
- Lebas F.** 2011. Incidence de la présence accidentelle de formol dans l'alimentation sur le comportement alimentaire et les performances de croissance du Lapin. 14èmes Journées de la Recherche Cunicole, 22-23 novembre 2011, Le Mans, 29-31
- Lebas F.** 2005. Les apports en physiologie digestive et métabolique lors du 8ème Congrès Mondial de Cuniculture de Puebla - Mexique, en septembre 2004 in "Journée d'étude " Puebla - Ombres & Lumières " ASFC 10 mars 2005, Cuniculture Magazine, 32, 19-30.
- Lebas F.** 2004. Reflections on rabbit nutrition with a special emphasis on feed ingredients utilization. Proc 8th World Rabbit Congress, Puebla Mexico, 686-736.
- Lebas F.** 2000. Granulométrie des aliments composés et fonctionnement digestif du Lapin. INRA Prod. Anim. 13, 109-116.

- Lebas et Colin.** 2000. Production et consommation de viande de lapin dans le Monde. Estimation en l'an 2000. Jornadas Internacionas du Cunicultura, 24-25 Nov.2000, Vila Real (Portugal), 3-12.
- Lebas F, Coudert P, de Rochambeau H, Thibault R.** 1996. Le lapin : élevage et pathologie. *Collection FAO : Production et santé animales, N°19, FAO, Rome*, 40- 120.
- Lebas F.** 1996. Effects of fructo-oligo-saccharides origin on rabbit's growth performance in 2 seasons. 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France, 9-12/07/1996, vol. 1, 211-216.
- Lebas F, Fortun-Lamothe L.**1996. Effects of dietary energy level and origin (starch vs oil) on performance of rabbits does and their litters: average situation after 4 weanings. 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France, 9-12/07/1996, vol. 1, 217-222.
- Lebas F.** 1994. La reproduction chez la lapine : le point. Bull. Tech. Insém. Artif., N°72, (mai 1994), 29-31
- Lebas et Colin.** 1992. World Rabbit Production and Research Situation in 1992. *5th World Rabbit Congress, Corvallis USA, 29-31 juillet 1992 (rapport général introductif-invité), Vol A, 29-54 (J. Applied Rabbit Res. 15, 29-54).*
- Lebas F.** 1987. Influence de la taille de la portée et de la production laitière sur la quantité d'aliment ingérée par la lapine allaitante. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 27, 207-208.
- Lebas F, Coudert P, Rouvier R, de Rochambeau H.** 1984. Le lapin : élevage et pathologie. F.A.O. éd. Rome, 298 p.
- Lebas F.** 1973. Variations des réserves corporelles de la lapine au cours d'un cycle de reproduction Journées de recherche, Avicoles et cunicoles 1973.
- Lebas F.** 1972. Effet de la simultanéité de la lactation et de la gestation sur les performances laitières chez la lapine. *Ann. Zootech.*, 21, 129-131.
- Lebas F.** 1972. Effet de la simultanéité de la lactation et de la gestation sur les performances laitières chez la lapine. *Annales de Zootechnie* 21, 129-131.
- Lebas F.** 1972. Un matériel indispensable : la cage de mise bas (boîte à nid). *L'Elevage* n° 6, avril 72, 157-160.
- Lebas F.** 1975. Influence de la teneur en énergie de l'aliment sur les performances de croissance chez le lapin. *Ann. Zootech.*, 24, 281-288.
- Lebas F. et Laplace J P.**1971. Mensurations viscérales chez le lapin. 1. Croissance du foie, des reins, et divers segments intestinaux entre 3 et 11 semaines d'âge *Ann. Zootech.* ; 1971, 21 : 37 – 47
- Lebas,** 1971. Lapin de chair, ses besoins nutritionnels et son alimentation pratique. 1. La digestion chez le lapin. *Suppl. de l'avicul.* 1971, 153 (14) : 3 – 15
- Lebas F.** 1969. Alimentation lactée et croissance pondérale du Lapin avant sevrage. *Ann. Zootech.*, 18, 197-208
- Lebas F.** 1968. Mesure quantitative de la production laitière chez la lapine. *Ann. Zootech.*, 17, 169-182
- Lebret B, Prache S, Berri C, Lefèvre F, Bauchart D, Picard B, Corraze G, Medale F, Faure J, Alami-Durante H.** 2015. Qualités des viandes : influences des caractéristiques des animaux et de leurs conditions d'élevage. *INRA Production Animales* numéro spécial. Le muscle et la viande, Ed. QUAE, 28, 151-168
- Levasseur M C.** 1977. Thoughts on puberty. Inhibition of the gonadotrophic function. *ann.biol. Anim. Bioch. Biophys.* 17, 345-361.

- Lopez-Bejar M.** 1995. Evaluacion de la viabilidad d'embriones de conejo de diversos estadios preimplantaciones criocconservados mediante procedimientos de la congelacion rapida, PhD, Universidad autonoma de Barcelona, Barcelona.
- Lopez-Bote C J, Rey A I, Sanz M, Gray J I et Buckley D J.** 1996. Dietary vegetable oils tocopherol reduce lipid oxidation in rabbit muscle. *J. nutr.* 127. 6, 1176-1182.
- Lounaouci-Ouyed G, Berchiche M et Lebas F.** 2012. Effects of gradual incorporation (40 to 60%) of hard wheat bran, in simplified bran-alfalfa-maize diets, on viability, growth and slaughter traits of rabbits of white population under Algerian context. 10 th World Rabbit Congress – September 3 - 6, 2012– Sharm El-Sheikh – Egypt, 903-907.
- Lounaouci-Ouyed G, Berchiche M, Lebas F.** 2012. Effect of gradual incorporation (40 to 60%) of hard wheat bran, in simplified bran-alfalfa-maize diets, on viability, growth and slaughter traits of rabbits of white population under Algerian context. 10 th World Rabbit Congress – September 3 - 6, 2012– Sharm El-Sheikh – Egypt, 903-907.
- Lounaouci-Ouyed, Lakabi D, Berchiche M, Lebas F.** 2009. Effet d'un apport en paille en complément d'un aliment granulé pauvre en fibre sur la digestion, la croissance et le rendement à l'abattage de lapins de population locale Algérienne. 13èmes Journées de la Recherche Cunicole, 17-18 novembre 2009, Le Mans, France.
- Lounaouci-Ouyed, Lakabi D, Berchiche M, Lebas F.** 2009. Effet d'un apport en paille en complément d'un aliment granulé pauvre en fibre sur la digestion, la croissance et le rendement à l'abattage de lapins de population locale Algérienne. 13èmes Journées de la Recherche Cunicole, 17-18 novembre 2009, Le Mans, France.
- Lukefahr S, Hohenboken WD, Cheeke PR, Patton NM.** 1983. Characterization of straightbreed and crossbreed rabbits for milk production and associative traits. *J. Anim. Sci.* 57, 1100 – 1107.
- Madara J L, Trier J S.** 1987. Functional morphology of the mucosa of the small intestine. In: *Physiology of the Gastrointestinal Tract.* L.R. Johnson Eds, 2ème éd. Raven Press, New York, Etats-Unis : 1209-1249.
- Magdelaine P.** 2003. Economie et avenir des filières avicoles et cunicoles. *INRA, Production Animale.* 16, 349-356.
- Mahaia.** 2002. Mechanism and control of animal fertilization, *mammalian zona pellucida.* New York, pp. 140-177.
- Manal A F, Tony M A, Ezzo O H.** 2010. Feed restriction of pregnant nulliparous rabbit does: Consequences on reproductive performance and maternal behaviour. *Animal Reproduction Science* 120 (2010) 179-186.
- Marai I F M, Ayyat M S, Gabr H A, Abdel-Monem U M.** 1996. Effect of summer heat stress and its amelioration on production performance of New Zealand White adult female and male under Egyptian conditions. 6th World Rabbit Congress, 2, 197-208.
- Margüenda I, Nicodemus N, Vadillo S, Sevilla L, Garcia-Rebollar P, Villarrol M, Romero C, Metzger Sz, Bianchi M, Cavani C, Petracci M, Szabo A, Gyovai M, Biro-Németh E, Radnai I et Szendro Zs.** 2011. Effect of nutritional status of rabbit kits on their productive performance, carcass and meat quality. *Livestock Science* 137 (2011) 210-218.
- Mariana J C, Hulot F, Dervin C, Tomassone R, Poujardieu B.** 1989b. Estimation de la durée moyenne de croissance d'un follicule d'ovaire de lapine âgée de 20 semaines, dans deux souches *Arch. Biol. (Bruxelles)* 100, 47-63.

- Mariana JC, Hulot F, Poujardieu B.** 1986. Croissance comparée des follicules ovariens dans deux souches de lapin, 4èmes Journées de la Recherche Cunicole, Paris (France), Communication n°20, 12p.
- Mariana J C, Solari A.** 1993. Proliferation of follicular cells and the effect of FSH on the onset of follicular growth in the ovary of 30-day old rabbits studied by continuous labelling with 3H-thymidine. *Reprod Nutr Dev* 33, 63-67.
- Marongiu, M L, Gulinati A.** 2008. *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, Verona (Italie), pp. 393-397.
- Marounek M S, Vovk J et Skrivanová E.** 1995. Distribution of activity of hydrolytic
- Martin A.** 2001. Apports nutritionnels conseillés pour la population française (3è édition), Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, France, 650p.
- Martínez-Vallespín B, Martínez-Paredes E, Ródenas L, Cervera C, Pascual J J, BLAS E.** 2011. Combined feeding of rabbit female and young: Partial replacement of starch with acid detergent fibre or/and neutral detergent soluble fibre at two protein levels *Livest. Sci.*, 141: 155165
- Martínez-Paredes E, Savietto D, Santacreu M A, Cervera C, Pascual J J.** 2015. La préparation du lapin futur reproducteur. 16èmes Journées de la Recherche Cunicole, 24 et 25 novembre 2015, Le Mans, France.
- Martinsen T. C., K. Bergh et H. L. Waldum,** 2005. Gastric juice: A barrier against infectious diseases. *Basic and Clinical Pharmacology and Toxicology* 96(2): 94-102.
- Matheron G et Poujardieu B.** 1982. La génétique du lapin : le point, les perspectives. Troisième congrès mondial sur le lapin, vol. 1, p. 3-32.
- Matics Zs, Szendrő Zs, Odermatt M, Gerencsér Zs, Nagy I, Radnai I, and Dalle Zotte A.** 2014. Effect of housing conditions on production, carcass and meat quality traits of growing rabbits. *Meat Sci.* 96(1):41–46.
- Mauleon P.** 1967. Kinetics of oogenesis in mammals. *Arch Anat Microsc Morphol Exp* 56, 125- 150.
- May S G, Dolezal H G, Gill R, Ray F K, Buchanan D S.** 1992. Effect of days fed, carcass grade traits, and subcutaneous fat removal on postmortem muscle characteristics and beefpalatability. *J. anim. Sci.*, 70, 444-453.
- Mc- Donald L E.** 1975. *Veterinary Endocrinology and Reproduction.* Lea and Febiger, Philadelphia, 492 p.
- McCorkell R, Woodbury M, Adams G P.** 2006. Ovarian follicular and luteal dynamics in wapiti during the estrous cycle. *Theriogenology* 65, 540-556.
- McNitt J I, Lukfahr S D, Cheeke P R, Nephi M, Patton D V M.** 2013. *Rabbit production.* 9th ed, ISBN 978-1-78064-011-2. 27-30 p.
- McNitt JL, Lukefahr SD.** 1990. Effect of breed, parity, day of lactation and number of kits on milk production of rabbits. *J. Anim. Sci.* 68, 1505 – 1512.
- Meredith A.** 2000. General biology and husbandry. In *Manual of Rabbit Medicine and Surgery.* Flecknell P ed, British Small Animal Veterinary Association, London; 13-23
- Metzger Sz, Odermatt M, Szendrő Zs, Mohaupt M, Romvari R, Makai A, Biro-Nemeth E, Sipos L, Radnai I et Horn P.** 2006. A study of the carcass traits of different rabbit genotypes. *World Rabbit Science.* 14 : 107-114.
- Michelland R J, S. Combes V, Monteils L, Cauquil T, Gidenne T et Fortun-Lamothe L.** 2010. Molecular analysis of the bacterial community in digestive tract of rabbit

- microflora and caecal fermentation in rabbits before and after weaning. *Reprod Nutr Dev*, 35.
- Moce M, Climent A, Blasco A.** 2004. The effect of divergent selection for uterine capacity on fetal and placenta development at term in rabbits: maternal and embryonic genetic effects. *J. Anim. Sci.* 82: 1046-1052.
- Mohamed M M A, Szendrö Zs.** 1992. Studies on nursing and milk production of does and milk intake and suckling behavior of their kits. 5th World Rabbit Congress, Corvallis, USA, 708-716.
- Monin G.** 1991. Facteurs biologiques des qualités de la viande. *INRA Prod. Anim.* 4, 151-160.
- Monniaux D, Caraty A, Clément F, Dalbiès-Tran R, Dupont J, Fabre S, Gérard N, Mermillod P, Monget P, Uzbekova S.** 2009. Développement folliculaire ovarien et ovulation chez les mammifères. *Inra Prod. Anim.* 2009, 22 (2), 59-76.
- Moore J A, Swingle R S, Hale W H.** 1986. Effects of whole cotton seed oil on animal tallow fat on digestibility of wheat straw diets by steers. *Journal of animal science.* doi:10.2134/jas1986.6341267x. 6 (1) : 139-153.
- Moré J.** 1969. Contribution à l'étude histologique et histochimique de l'estomac du lapin domestique (*Oryctolagus cuniculus* L.). *Rech Vétér.* 2 : 1-26.
- Moreau H, Gargouri Y, Lecat D, Junien J L, Verger R.** 1988. Purification, characterization and kinetic properties of the rabbit gastric lipase. Volume 960, Issue 3, 15 June 1988, Pages 286-293.
- Motta P M, Makabe S, Naguro T, Correr S.** 1994. Oocyte follicle cells association during development of human ovarian follicle. A study by high resolution scanning and transmission electron microscopy. *Arch Histol Cytol* 57, 369-394.
- Mottet A.** 2014. Les filières viande face à leurs défis : quelle vision pour demain ? Viandes et Produits Carnés, VPC-2014-30-6-1.
- Mottram D S, Edwards R A.** 1983. The role of triglycerides and phospholipids in the aroma of the cooked beef. *J. Sci. Food Agric.*, 30, 517-522.
- Moumen S,** 2006. Effet du rythme de reproduction sur les performances de reproduction et le profil métabolique de la lapine de population locale (*Oryctolagus cuniculus*). Thèse de Magister. Ecole Nationale Vétérinaire, 108p.
- Nouad M A.** 2003. Situation des productions animales en Algérie. 4èmes Journées de Recherches sur les Productions Animales. Tizi-Ouzou, Algérie, 7-9, Décembre 2003, Com. orale.
- O'malley B.** 2000. Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species. Edinburgh: Elsevier of performances. *7th World Rabbit Congress, Valencia, Spain, 4-7 July 2000*, 75.
- Othmani-mecif K, Benazzoug Y.** 2005. Caractérisation de certains paramètres biochimiques plasmatiques et histologiques (tractus genital femelle) chez la population locale de lapin (*Oryctolagus cuniculus*) non gestante et au cours de la gestation. *Sciences & Technologie C – N°23*, juin (2005), pp. 91-96.
- lapins provenant d'élevages traditionnels : étude des performances de croissance et de la composition du gain de poids, *Annale Zootechnie*, 32, 257-246.
- Ouhayoune J, Lebas F.** 1994. Effet de la diète hydrique, du transport et de l'attente avant l'abattage sur les composantes du rendement et sur les caractéristiques physico-chimiques musculaires. 6^{ème} Journées de la Recherche Cunicole- La Rochelle- 6 et 7 Décembre 1994- vol.2.

- Ouhayoun J, Delmas D, Monin G, Roubiscoul P.** 1990. Abattage du lapin. 2. Effet du mode de réfrigération sur la biochimie et la contraction des muscles. 5èmes Journées de la Recherche Cunicole, 12-13 Décembre 1990, Paris, Vol. II, n 45.
- Ouhayoun J.** 1989. La composition corporelle du lapin, facteurs de variation. INRA, Production Animale, 2 (3), 215-226.
- Ouhayoun J, Cheriet S et Lapanouse A.** 1983. Valorisation comparée d'aliments à niveaux protéiques différents par des lapins sélectionnés sur la vitesse de croissance et par des
- Ouyed A.** 2009. Evaluation du rendement en carcasse, en muscle et du poids des différentes parties des lapins de lignées pures et hybrides. Rapport final présenté au conseil pour le développement de l'agriculture au Québec.
- Paci G, Cecchi F, Preziuso G, Ciampolini R et Maria D'Agataa.** 2012. Carcass traits and meat quality of two different rabbit genotypes. Italian J. Anim. Sci. 11, 249-252.
- Padilha M T S, Liçois D, Gidenne T, Carré B, Fonty G.** 1995. Relationships between
- Parigi-Bini.** 1986. Les Bases de l'alimentation du bétail. Prise: Faculté "Médecine Vétérinaire; 1986 -292 p.
- Parigi-Bini R, Xiccato G, Dalle Zotte A, Crazzolo A, Castellini C et Stradioli G.** 1996. Effect of remating interval and diet on the performance and energy balance of rabbit does. Proceeding 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France, Vol (1), 253-258.
- Pascal Salvetti.** 2009. Production des embryons et cryoconservation des ovocytes chez la lapine : Application à la gestion des ressources génétiques. Thèse de Doctorat. Reproductive Biology. Université Claude Bernard – Lyon.
- Pascual M, Soler M D, Pla M, Pascual JJ et Blas E.** 2014. Les programmes d'alimentation à base de fibre hautement digestibles au sevrage : Effet sur la santé, les performances de croissance, la qualité de la carcasse et de la viande chez le lapin. Livestock Science 169 (2014) 88-95.
- Pascual J J, Savietto D, Cervera C, Baselga M.** 2013. Resources allocation in reproductive rabbit does: a review of feed and genetic strategies for suitable performance. World Rabbit Sci. 21:123–144.
- Pascual J J, Cervera C, Blas E, Fernandez-Carmona J.** 1996. Milk yield and composition in rabbit does using high fat diets. 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France, 9-12 July 1996, Vol 1, 259-262.
- Penney R L, Folk J R, G E, Galask R P, Petzold C R.** 1986. The microflora of the alimentary tract of rabbit in relation to pH, diet and cold. J. Appl. Rabbit Res., 9, 152-156.
- Perez J M, Gidenne F, Lebas F, Caudron I, Dreveux P, Bourdillon A, Dupepray J, Messenger B.** 1994. Apport de lignines alimentation du lapin en croissance. II conséquences sur les performances et la mortalité Ann. Zootech. 43 : 323 - 332
- Peters H.** 1978. Folliculogenesis in Mammals, In: RE, J. (Ed.), The Vertebrate ovary. Comparative biology and evolution, Plenum Press, New York, pp. 121-144.
- Peters H, Levy E, Crone M.** 1965. Oogenesis in Rabbits. J Exp Zool 158, 169-179.
- Petracci M, Cavani C, Minelli G, Capozzi F et Cremonini M A.** 1999. Influence of slaughter weight and sex on meat quality of rabbits slaughtered at the same age. Proceeding of the ASPA Congress - Recent Progress in Animal Production Science (Italy) (Journal) Volume: 1. 650-652 p.
- Piles M, Blasco A et Pla M.** 2000. The effect of selection for growth rate on carcass composition and meat characteristics of rabbits. Meat Sciences. 54, 347-355.

- Pla M.** 2004. Effects of nutrition and selection on meat quality. Proceeding - 8th World Rabbit Congress – September 7-10, 2004 – Puebla, Mexico.
- Pla M, Pascual M et Arino B.** 2004. Protein, fat and moisture content of retail cuts of rabbit meat evaluated with the NIRS methodology. *World Rabbit Science*. 12, 149-158.
- Poigner J, Szendro ZS, Levai A, Biro-Nemeth E, RADNAI.** 2000. Weight of newborn rabbits in relation to their number and position within the uterus in unilaterally ovariectomised does. *Proc. 7th World Rabbit Congress, Valencia, Spain*. 231-237.
- Pla M, Hernandez P et Blasco A.** 1996. Carcass composition and meat characteristics of two rabbit breeds of different degrees of maturity. *Meat Sciences*. 44, 85-92.
- Poore K R et Fowden A I.** 2004. The effect of birth weight and post-natal growth pattern on fat depth and plasma leptin concentrations in juvenil and adults pigs. *J. Physiol*. 558, 295-304.
- Pradal G, Tusques J.** 1969. Description en microscopie électronique de cellules à caractères préovulatoires de la lapine 8 heures après la saillie. *Reprod Nutr Dev* 25, 17-32.
Production et Pathologie. Paris : Maisonneuve, 1977 -. 607 p.
- Questel G.** 1984. Contribution à l'étude de la fertilité chez le lapin domestique. Mémoire de fin de formation, INRA Paris-Grignon, France, 65 p.
- Rafel O, Tran G, Utrillas M, Ramón J, Perucho O, Ducrocq V, Bosch A.** 1990. Sélection pour un objectif global (poids de portée à 60 jours) en générations chevauchantes dans une lignée blanche synthétique de lapins. Etude de la variabilité non génétique de la taille et du poids de portée à différents stades. *Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens*, n° 8, 108 p.
- Ramirez M, Amate L et Gil A.** 2001. Absorption and distribution of dietary fatty acids from different sources. *Early Human Development*. Volume 65, Supplement 2, November 2001, Pages S95–S101.
- Rashwan A A, Marai I F M.** 2000. Mortality in young rabbits. *World Rabbit Science*, 8(3), 111-124
- Rebollar P G, Garcia-Garcia R M, Arias-Alvarz M, Millan P, rey A I, Rodriguez M, Formoso-Rafferty N, de la Riva S, Masdeu M, Lorenzo P L, Garcia-Rebollar P.** 2014. Reproductive long- term effects, endocrine response and fatty acid profile of rabbit does fed diets supplemented with n-3 fatty acids. *Animal reproduction science* 146 (2014) 202-209.
- Robinson T J, Yang F, and Harrison W.R.** 2002. Chromosome painting refines the history of genome evolution in hares and rabbits (order Lagomorpha). *Cytogenet Genome Res* 96:223–227. (DOI: 10.1159/000063034)
- Rödel H G, Prager G, Stefanski V, von Holst D, Hudson R.** 2008. Separating maternal and litter size effects on early postnatal growth in two species of altricial mammals. *Physiol. Behav.*, doi:10.1016/j.physbeh.2007.11.047.
- Rodriguez J M, Agrasal C, Esquifino A.** 1989. Influence of sexual receptivity on LH, FSH and prolactin release after GnRH administration in female rabbits. *Anim. Reprod. Sci.*, 20, 57-65.
- Roiron A, Ouhayoun J, Delmas D.** 1992. Effet du poids et de l'âge d'abattage sur les carcasses et la viande de lapin. *Cuniculture*. 105, 143-146.
- Roiron A, Ouhayoun J, Delmas D.** 1992. Effet du poids et de l'âge d'abattage sur les carcasses et la viande de lapin. *Cuniculture*, 105, 143-146.

- Rommers J M, Meijerhof R, Noordhuizen J P T M, Kemp B.** 2004. Effect of feeding program during rearing and age at first insemination on performances during subsequent reproduction in young rabbit does. *Reprod. Nutr. Dev.*, 44: 321-332.
- Rommers J M, Meijerhof R, Noordhuizen J P, Kemp B.** 2004. The effect of level of feeding in early gestation on reproductive success in young rabbit does. *Animal reproduction science* 81 (2004), 151-158.
- Rotolo L, Gai F, Peiretti P G, Ortoffi M, Zoccarato I et Gasco L.** 2014. Live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) diet: Effect on productive performance and meat quality. *Livestock Science*. 162, 178-184.
- Sandford J C.** 1992. Notes on the history of the rabbit. *J Appl Rabbit Res* 15, 1-28.)
Saunders, 2005, 173-195.
- Schlolaut W.** 1994. Investigations on adaptation to high temperatures by Angora rabbits. CIHEAM-IAMZ, Cahiers Options Méditerranéennes. International Conference of Rabbit Production in hot Climates, Cairo, Egypt, 6-8 Septembre 1994, Vol 8, 1, 453-460.
- 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.
- Snipes R.L.,** 1978. Anatomy of the rabbit cecum. *Anat Embryol*, 155 : 57-80.
- Stoufflet I et Caillol M.** 1988. Relation between sex stéroïdes concentrations and sexual behaviour during pregnancy and postpartum in the domestic rabbit. *J. Reprod. Fert*, 82, 209-218.
- Szebdro Zs et Dalle Zotte A.** 2010. Effect of housing conditions on production and behaviour of growing meat rabbits: a review. *Livestock Science*. 137, 296-303.
- Szendró Zs.** 2000. The nutritional status of foetuses and suckling rabbits and its effects on their subsequent productivity: A review. 7th World Rabbit Congress, Valencia, Spain, 47 July 2000, Vol B, 375-394.
- Gidenne T, Aubert C, Drouilh L et Garreau H.** 2013. Efficacité alimentaire en cuniculture : impacts technico-économiques et environnementaux), 15^e Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 Novembre 2013, Le Mans.
- Takeuchi T, Gonda T.** 2004. Cellular kinetics of villous epithelial cells and M cells in rabbit small intestine. *J Vet Med Sci*, 66 (6): 689-693.
- Teplitz R, Ohno S.** 1963. Postnatal induction of oogenesis in the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Exp Cell Res* 31, 183-189.
- Terlouw E M C, Cassar-Malek I, Picard B, Bourguet C, Deiss V, Arnould C, Berri C, Bihan-Duval E, Lefèvre F, Lebret B.** 2015. Stress en élevage et à l'abattage : impacts sur les qualités des viandes. INRA Production Animales numéro spécial. Le muscle et la viande, Ed. QUAE, 28, 169-182.
- Théau-clément M, Ailloud E, Sanchez A, Duzert R, Saleil G, Brun J M.** 2011. Relation entre les caractéristiques de la semence de lapin et sa fécondance. 14^{ème} Journées de la Recherche Cunicole, 22 et 23 novembre 2015, Le Mans, France.
- Théau-Clement M.** 2007. Preparation of the rabbit doe to insemination: a review. *World Rabbit Science* 15, 61-80.
- Théau-Clément M, Fortun-Lamothe L.** 2005. Evolution of the nutritional status of rabbit does after parturition and relation with their fecundity. 11^{ème} Journées de la Recherche Cunicole, Paris, France, 111-114.

- Théau-Clement M.** 2005. *Advances in the control of rabbit reproduction: the doe*, 9th annual conference of the European Society for Domestic Animal Reproduction. 1-3 september 2005. Murcia (Spain).
- Théau-Clément M.** 2003. 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, Institut National Polytechnique de Toulouse, France, n° 1852, 103pp.
- Théau-Clement M, Boiti C, Mercier P, Falieres J,** 2000. Description of the ovarian status and fertilising ability of primiparous rabbit does at different lactation stage, 7th World Rabbit Congress, Valencia (Espagne). 259-266 p.
- Théau-Clément M et Roustan A.** 1992. A study on relationships between receptivity and lactation in the doe, and their influence on reproductive performance. *J. appl. Rabbit res.* 15, 412-421.
- Théau-Clément M, Bolet G, Roustant A, Mercier P.** 1990. Comparaison de différents modes d'induction de l'ovulation chez les lapines multipares en relation avec leur stade physiologique et la réceptivité au moment de la mise à la reproduction. *5èmes Journées de la Recherche Cunicole, 12-13 Décembre, 1990, Paris, France.* Tome I, Communications N°6.
- Thomson B R, Schoeller C, Keelan M, Smith L, Clandinin M T.** 1993. Lipid absorption: passing through the unstirred layers, brush-border membrane, and beyond. *Can J Physiol Pharmacol*, 71: 531-555.
- Toofanian F, Targowski S P.** 1982. Morphogenesis of rabbit small intestinal mucosa. *Am J Vet Res*, 43 (12): 2213-2219.
- Van der Hage M H.** 1988. The morphogenesis of the small intestinal mucosa of the rabbit. A stereomicroscopical study. In: 4th Congress of the World Rabbit Science Association, 10-14 octobre, Budapest, Hongrie, 3: 347-355.
- Trabalza M, Marinucci, Dalle Zotte A.** 2015. Oregano, rosemary and vitamin E dietary supplementation in growing rabbits, bone development and meat chemical composition. *Livestock Science* 175 (2015) 83-89.
- Trocino A, García J, Carabaño R et Xicato G.** 2013. A meta-analysis on the role of soluble fibre in diets for growing rabbits. *World Rabbit Science.* 21, 1–15.
- Trocino A, Carraro L, Fragkiadakis M et Xicato G.** 2005. Como la densidad y el tipo de suelo influyen en los rendimientos de producción y el bienestar de Conejos de engorde en jaulas colectivas. 31rd Symposium de Cunicultura ASESCU, Lorca, Spain, p. 45-55.
- Trocino A, Xicato G, Queaque PI et Sartori A.** 2004. Group housing of growing rabbits: Effect of stocking density and cage floor on performance, welfare, and meat quality. *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress, September 7-10, Pueblo.*
- Tumova E, Biscova Z, Skrivanova V, Chodova D, Marinec M et Volek Z.** 2014. Comparaison of carcass and meat quality among rabbit breeds of different sizes, and hybrid rabbits. *Livestock Science* 165(2014) 8-14.
- Tusques J, Pradal G.** 1968. Inclusion d'aspect filamenteux, dans le noyau des cellules argyrophiles de la muqueuse gastrique du Lapin, mise en évidence en microscopie électronique. *C.R. Acad Sc Paris, Série D*, 267 : 1738-1741.
- Ubilla E et Rebollar P G.** 1995. Influence of the post-partum day on plasma oestradiol-17b levels, sexual behaviour, and conception rate in artificial inseminated lactating rabbits. *Animal Reproduction Science.* 38: 337-344.

- Unaitalia.** 2010. Available at: <http://www.unaitalia.com/Filieraunicola.aspx>. Last accessed 03/12/2014.
- Volek Z, Chodova D, Tumova L, Kudrnova E et Marounek M.** 2014. The effect of stocking density on carcass traits, muscle fibre properties and meat quality in rabbits. *World Rabbit science*. 22, 41-49.
- Wiese F, Simon O, Weyrauch K D.** 2003. Morphology of the small intestine of weaned piglets and a novel method for morphometric evaluation. *Anat Histol Embryol*, 32 (2): 102-109.
- Willemar J P et Toutain P L.** 1973. Croissance et anabolisme (135-158) in : le Veau : anatomie, élevage, alimentation, production et pathologie. Paris: Maisonneuve, 1977. 607p.
- Wright E M, Martin M G et Turk E.** 2003. Intestinal absorption in health and disease - Sugars. *Best Practice and Research Clinical Gastroenterology* 17(6): 943-956.
- Xiccato G, Trocino A, Filiou E, Majolini D, Tazzoli M et Zuffellato A.** 2013. Bicellular cage vs. collective pen housing for rabbits: Growth performance, carcass and meat quality. *Livestock Science*, 155, 407-414.
- Xiccato G, Trocino A, Sartori A, Queaque P I.** 2001. Influence de l'âge, du sevrage précoce et de l'aliment sur le développement des organes digestifs et des fermentations caecales chez le jeune lapin. In : 9èmes Journées de la Recherche Cunicole, 28-29 novembre, Paris, France, 1 : 199-202.
- Xiccato G, Bernardini M, Castellini C, Dalle Zotte A et Queaque P I.** 1999. Effect of post weaning feeding on the performance and energy balance of female rabbits at different physiological states. *Journal of Animal Science* 77 (2), 416-426.
- Yamani, K A, Daader, A H, Askar A A.** 1992. Effect of remating interval on the performance of rabbit production and reproduction. *Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens n°17*, 173-176.
- Yamani K, Daader A, Askar A H, A.** 1991. Non genetics factors affecting rabbits production in Egypt. *Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens, n° 8*, 159-172.
- YU B, Chiou P W S.** 1997. The morphological changes of intestinal mucosa in growing rabbits. *Lab. Anim.* 31, 254-263.
- Zerrouki N, Bolet G, Gacem M, Lebas F.** 2014. Ressources génétiques cunicoles en Algérie : Analyse des performances de production de la souche synthétique en station et sur le terrain, en comparaison avec les deux types génétiques locaux : population Blanche et Population locale. 7èmes Journées de Recherche sur les Production Animales : 10-11 Novembre 2014 –Tizi-Ouzou, Algérie.
- Zerrouki N, Hannachi R, Lebas F, Saoudi A.** 2007. Productivité des lapines d'une souche blanche de la région de Tizi-Ouzou en Algérie. 12èmes Journées de la Recherche Cunicole, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France. 141-144.
- Zerrouki-Daoud N.** 2006. Caractérisation d'une population locale de lapin en Algérie. Evaluation des performances des lapines en élevage rationnel. Thèse de doctorat Univ. Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.
- 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. 11èmes Journées de la Recherche Cunicole, 29-30 novembre 2005, Paris

- Zerrouki N.** 1998. Comparaison entre deux souches de lapines de de chaire INRA (1029, 1077) sur la fertilité, la prolificité et ses composantes biologiques. Thèse de Magister. Université de Blida. 118p
- Zsolt G, Zsolt M, István N et Zsolt S.** 2009. Light colour preference of growing rabbits. Ital.J.anIm.Sci. vol. 8 (Suppl. 3), 205-207, 2009.

