

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biologie Animale et Végétale



THESE
En vue de l'obtention du
Diplôme de Doctorat en Biologie
Option : Biologie Animale

THEME :

**CROISSANCE ET MORTALITÉ DES LAPÉREAUX
DE POPULATION LOCALE ALGÉRIENNE**

Présentée par **LARBI ABDELLI Ouiza**

Devant le jury composé de:

ZERROUKI Nacira	Professeur	UMMTO	Présidente
BERCHICHE Mokrane	Professeur	UMMTO	Directeur
GHOZLANE Faissal	Professeur	ENSA Alger	Examineur
KADI Si Ammar	Maitre de Conférences	UMMTO	Examineur
LAMARA Ali	Maitre de Conférences	ENSV Alger	Examineur
MEFTI-KORTEBY Hakima	Maitre de Conférences	USD Blida	Examinatrice

Soutenue le 19mai 2016

A ma petite fille Amelia

REMERCIEMENTS

Ce manuscrit conclut de longues années de travail, je tiens à exprimer ma reconnaissance envers tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué au bon déroulement de cette thèse, en espérant n'oublier personne.

En premier lieu, je tiens à remercier mon directeur de thèse, le Professeur BERCHICHE M., pour la confiance qu'il m'a accordée en acceptant de m'intégrer dans son équipe de recherche et de m'avoir faite découvrir le monde du lapin. Je lui exprime ma reconnaissance pour tout le temps qu'il m'a consacrée, ses conseils judicieux et l'intérêt qu'il a manifesté pour ce travail tout au long de sa réalisation.

Mes remerciements vont également

- A Zerrouki N. Professeur à l'UMMTO pour avoir accepté de présider le jury et d'avoir apporté sa contribution à ce travail par les maintes discussions fructueuses que nous avons eues ensemble.
- A Mefti-Korteby H., Maître de conférences A. à l'USD de Blida, à Ghozlane F. Professeur à l'ENSA d'Alger, à Kadi S.A. Maître de conférences A à l'UMMTO et à Lamara A. Maître de conférences A à l'ENSV d'Alger d'avoir accepté de lire et de juger cette thèse tout en étant convaincue qu'ils apporteront beaucoup à ce travail.

Je remercie particulièrement Mme Mazouzi-Hadid F. avec qui j'ai partagé toutes les étapes de cette thèse, pour sa rigueur dans le travail et pour ses encouragements, sans elle cette thèse n'aurait pas vu le jour.

Nombreux sont ceux, au fil de la préparation de cette thèse ont apporté leur contribution scientifique, je tiens à remercier les étudiants de fin de cycles que j'ai encadrés sur le thème (DES et ingénierat) par ordre chronologique je cite : Hadj Said N., Ait Aider Z., Kahlal N., Kebci M., Chabane H., Belmellat F., Oudjeham K., Hammache Y., Hamdi N., Ikene S., Selmani M., Larbi J. et Fellak S., leur contribution m'a été d'un grand secours, particulièrement sur le plan de la pratique.

Mes collègues et mes amis n'ont ménagé aucun effort pour m'aider par leurs encouragements, leur apport scientifique et moral, en particulier ; Dr Kadi S.A. qui a consacré beaucoup de son temps pour m'aider durant toutes les étapes de cette thèse, je tiens à le remercier chaleureusement.

Mes remerciements vont à Mr Cherfaoui M. et Mr Hadid Y., pour leur aide à acquérir le lieu de l'expérimentation, sans oublier tout le personnel de l'ITMAS de Boukhalfa.

Le Professeur Medjdoub F. n'a pas cessé de m'encourager tout au long de la préparation de cette thèse notamment pour la lecture du document, je lui adresse mes vifs remerciements.

Je remercie vivement toute l'équipe pédagogique de BPA, je cite particulièrement Cherfaoui DJ. pour avoir partagé avec nous tous les soucis liés à cette thèse et d'avoir lu et apporté des corrections au document final. Tadjer D., Salhi N., Benkeddache D. Lounaouci G.

Lardjane N. et Hamidouche Z., Pour leur lecture et leurs remarques pertinentes, Yahiatene H., Iratni G., Laga T. et tous les collègues. Sans oublier Kahina Touat.

Ce travail n'aurait pas abouti sans l'aide de l'administration de la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques et du MERS pour l'octroi des stages de courtes durées et des congés scientifiques qui nous ont permis de valoriser nos résultats.

Mes remerciements vont aussi à l'équipe de la SAGA à l'INRA d'Auzeville (Toulouse) en particulier, Lebas F., Bolet G., Garreau H. et Saleil G. pour leur précieuse collaboration.

Je remercie également ma famille, ma belle famille et mes proches pour leurs encouragements.

TABLE DES MATIERES

Liste des abréviations	1
Publications et communications issues de la thèse	2
Résumé	4
Abstract	5
Liste des figures	6
Liste des tableaux	7
INTRODUCTION GENERALE	9

Etude bibliographique

Chapitre I : LA CUNICULTURE

1. Elevage du lapin de chair	13
2. Développement et organisation de la cuniculture	15
3. Elevage cunicole en Algérie.....	18
3.1. Elevage fermier ou traditionnel.....	18
3.2. Elevage rationnel.....	19
3.3. Production et recherche cunicole en Algérie.....	19

Chapitre II : CARACTERISTIQUES DE LA CROISSANCE DU LAPEREAU SOUS LA MERE

1. Croissance prénatale.....	22
2. Croissance postnatale	23
3. Variation de la croissance du lapereau	26
3.1. Effets des facteurs génétiques	27
3.2. Facteurs maternels.....	28
3.3 Effet de l'alimentation	29

Chapitre III: MORTALITE DES LAPEREAUX

1. Mortalité prénatale des lapereaux	32
2. Mortalité des lapereaux de la naissance au sevrage	32
2.1. Mortalité à la naissance	32
2.2. Mortalité des lapereaux de la naissance au sevrage	33

3. Variation de la mortalité des lapereaux	34
3.1. Effet du type génétique.....	34
3.2. Effets maternels.....	35
4. Facteurs liés à la portée	37
4.1. Effectif de la portée	37
4.2. Poids de la portée à la naissance	37
5. Effet de l'alimentation et de la saison de mise bas.....	38
5.1. Effet de l'alimentation.....	38
5.2. Effet de la saison de mise bas.....	39

Etude Expérimentale

Chapitre IV : MATERIEL ET METHODES

1. Matériel	43
1. 1. Lieu d'étude, bâtiment d'élevage et équipements	43
1. 2. L'animal	46
2. Méthodes	47
2.1. Conduite d'élevage.....	47
2.2. Périodes d'élevage et contrôles effectués.....	48
2.3. Mesures effectuées sur les portées	48
2. 4. Effets considérés	49
2.5. Traitements statistiques des résultats	51
2.5.1. Analyse statistique des mesures effectuées sur la portée	52
2.5.2. Analyse statistique de la croissance des lapereaux.....	54
2.5.3. Analyse statistique la mortalité des lapereaux	56

Chapitre V : RESULTATS ET DISCUSSIONS

1. Caractéristiques de la portée.....	59
1.1. Taille et poids des portées	59
1.2. Evaluation des taux de mortalité	62
1.2. 1. Mortinatalité	62
1.2. 2. Mortalité entre la naissance et le sevrage.....	64
1. 2. Evolution du poids moyen des lapereaux (naissance-sevrage)	67
1.3. Phénotype des lapereaux	68
1.4. Sex-ratio des lapereaux en relation avec le phénotype des parents.....	70

2. Etude de quelques facteurs de variations de la croissance des lapereaux sous la mère	71
2.1. Effet du phénotype de la lapine	71
2.2. Effet de l'année de mise bas et l'interaction avec le phénotype de la lapine.....	75
2.2.1. Effet de l'année de mise bas.....	76
2.2.2. Effet permanent lapine	76
2.2.3. Interaction entre l'année de mise bas et le phénotype de la lapine	77
2.3. Effet de la saison de mise bas.....	78
2.4. Effet de la parité	80
3. Etude de quelques facteurs de variations de la mortalité des lapereaux	84
3.1. Effet du phénotype de la lapine	84
3.1.1. Effet sur la mortinatalité.....	84
3.1.2. Effet sur la mortalité naissance-sevrage.....	85
3.2. Effet de la qualité du nid	85
3.2.1. Effet sur la mortinatalité.....	86
3.2.2. Effet sur la mortalité naissance-sevrage.....	86
3.3. Effet de l'état physiologique et de la parité de la lapine	89
3.4. Effet de la saison de mise bas.....	91
3.4.1. Effet sur la mortinatalité.....	91
3.4.2. Mortalité naissance-sevrage	92
Chapitre VI : DISCUSSION GENERALE	95
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	102
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	105
ANNEXES	125

ABREVIATIONS

CMV: Complexe Minéraux Vitamines

GMQ: Gain Moyen Quotidien

INRA : Institut National de Recherche Agronomique

ITELV: Institut Technique des Elevages

ITMAS : Institut de Technologie Moyen Agricole Spécialisé

J: Jour

JRC: Journées de Recherches Cunicoles

Maxi.: Minima

Mini. : Maxima

Moy. : Moyenne

MN: Mort-nés

NT : Nés Totaux

NV: Nés Vivants

ORAC: Office Régionale Aviculture Centre

ORAVIE: Office Régionale Aviculture Est

ORAVIO : Office Régionale Aviculture Ouest

PM: Poids Moyen

PMI : Poids Moyen Individuel

PMIN : Poids Moyen Individuel à la Naissance

PP: Poids de la Portée

PPN: Poids de la Portée à la Naissance

Temp. : Température

WRC: World Rabbit Congress

WRS: World Rabbit Science

PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS ISSUES DE LA THESE

Publications dans des revues à comité de lecture

Abdelli-Larbi O., Mazouzi-Hadid F., Berchiche M., Bolet G., Garreau H., Lebas F. 2014.

Pre-weaning growth performance of kits of a local Algerian rabbit population: Influence of dam coat color, parity and kindling season. *World Rabbit Science*, 22 (3), 231-239

Mazouzi-Hadid F., Abdelli-Larbi O., Lebas F., Berchiche M., Bolet G. 2014. Influence of

coat color, season and physiological status on reproduction of rabbit does in an Algerian local population. *Animal Reproduction Science*, 150, (1-2), 30-34

Communications internationales

Abdelli-Larbi O., Berchiche M., Bolet G., Lebas F. 2012. Pre-weaning growth of kits based

on mother's phenotype and kindling season in rabbits of local Algerian population
World rabbit congress September 3-6, 2012 Sharm-el-cheikh Egypt.

Abdelli-Larbi O., Berchiche M. 2012. Effet du phénotype de la lapine, de la qualité du nid et

de la saison de mise bas sur la viabilité et la croissance des lapereaux de la population locale algérienne. *3ème Congrès Franco-Maghrébin de Zoologie et d'Ichtyologie - Marrakech 2012.*

Abdelli-Larbi O., Berchiche M., Lebas F. 2012. Performance de croissance des lapereaux

en fonction du phénotype de la mère et de la saison de mise bas dans les conditions d'élevage locales. *Colloque International «50 ans de formation et de recherche » ENSA, du 26 au 28 novembre 2012.*

Abdelli-Larbi O., Zerrouki N., Berchiche M. 2012. Etude des portées de lapines exploitées

en Algérie. *V^{èmes} Journées internationales de Médecine Vétérinaire Constantine, les 08 et 09 Mai 2012*

Abdelli-Larbi O., Berchiche M., Zerrouki N., Lebas F. 2014. Influence du type génétique

de la lapine sur l'évolution du poids des lapereaux en phase d'allaitement. *4ème Congrès Franco-Maghrébin de Zoologie & 5èmes Journées Franco-Tunisiennes de Zoologie Korba-Tunisie 13-17 Novembre 2014.*

Communications nationales

Abdelli-Larbi O., Berchiche M., Lebas F. Zerrouki N. 2014. Influence du phénotype de la lapine sur l'évolution du poids des lapereaux sous la mère. *3^{ème} Forum National Agrovétérinaire Du 13 Mai au 15 Mai 2014.*

Abdelli-Larbi O., Berchiche M., Bolet G. 2014. Effet de la qualité du nid, de la couleur du pelage et de la saison de mise bas sur la mortalité et le poids des lapereaux en phase d'allaitement. *7^{ème} Journées de Recherche sur les Productions Animales Tizi-Ouzou les 10 et 11 Novembre 2014.*

Abdelli-Larbi O., Berchiche M., Zerrouki N. 2015. Influence du comportement maternel, de la saison de mise bas sur la Mortalité et le Poids des Lapereaux en phase d'Allaitement. *Colloque national « Biodiversité Animale des écosystèmes Naturels et Cultivés » de Tizi-Ouzou, 2015 Les 9, 10 et 11 novembre 2015.*

RÉSUMÉ

Dans le but de caractériser globalement la taille de la portée, la mortalité, la croissance, le phénotype et le sex-ratio des lapereaux de la naissance au sevrage, 896 portées (6254 lapereaux) issues de lapines de population locale algérienne ont fait l'objet d'un suivi sur une période de quatre années consécutives, en population fermée. Les lapins ont été élevés dans un clapier à l'ITMAS de Tizi-Ouzou (Algérie) dans des cages grillagées disposées en flat deck placées dans un bâtiment aménagé avec des conditions d'ambiance non contrôlées. L'effet de certains facteurs liés à la lapine (la couleur de la robe, le rang de mise bas, la qualité du nid) et des facteurs liés à l'environnement (l'année et la saison de mise bas) a été évalué sur la taille des portées, la croissance et la mortalité des lapereaux. La mortinatalité et la mortalité naissance-sevrage (sur 355 portées), le poids de la portée, le poids individuel du lapereau et la taille de portée de 590 portées (3795 lapereaux) à la naissance, 7, 14, 21 et 28 jours ont été analysés. La couleur de la robe de la mère (2 niveaux: blanc ou coloré), l'état physiologique à la saillie (allaitantes ou non allaitantes), le rang de mise bas (1, 2, 3, 4-5, 6-8, 9 et +), l'année de mise bas (4 années consécutives), la saison de mise bas (3 saisons: Février-mai, Juin-Septembre et Octobre-décembre) et la qualité du nid (trois niveaux : sans poils, faible quantité de poils et beaucoup de poils) ont été utilisés comme principaux facteurs fixes dans une analyse factorielle. Le lapin de population locale se caractérise par un poids moyen individuel de 54g à la naissance et 404g à 30 jours, un GMQ de 10,24 g/j entre la naissance et 24 jours et de 19,02 g/j entre 24 et 30 jours. Une forte mortalité des lapereaux a été enregistrée à la naissance (16,31%) et de la naissance au sevrage (39,80%). Parmi les facteurs de variation étudiés, l'effet du phénotype de la lapine est confirmé, en effet, les lapines colorées sont plus prolifiques que les blanches: 5,59 vs 5,09 sevrés/portée ($P=0,016$); mais les lapereaux nés des femelles blanches ont un poids individuel plus élevé au sevrage: 391g vs 362g ($P = 0,006$). Cependant, la mortinatalité et la mortalité naissance-sevrage ne sont pas influencées par le phénotype de la lapine. La parité de la lapine n'a pas d'effet sur le poids de la portée, ni sur le poids individuel, ni sur la taille de la portée à la naissance. Cependant, il influence le poids de la portée et la taille des portées de 7 jours d'âge jusqu'à 28 jours en faveur de la 2ème et 3ème parité ($P<0,02$). La parité la lapine n'influe pas sur la mortalité et la croissance des lapereaux, mais quand elle est associée à l'état physiologique de la lapine à la saillie, l'effet est significatif sur la taille de la portée à la naissance. La qualité du nid fait varier la mortalité à la naissance et entre la naissance et le sevrage ($P=0,001$). La période de naissance influence la taille des portées ($P<0,001$), de la naissance jusqu'au sevrage en faveur de la période fraîche : 5,92 sevrés /portée vs 5.05 ou 5.04 pour les deux autres périodes. De l'âge de 7 jour jusqu'au sevrage, le poids de la portée est plus élevé pour la période Février-mai ($P < 0,02$) et représente 0,87g par portée à 28 jours. Le poids de la portée est similaire pour les deux autres périodes quelque soit l'âge. Par ailleurs, la saison de mise bas n'a pas d'effet sur le poids individuel de naissance jusqu'au sevrage.

Mots clés: lapereau, poids, mortalité, phénotype, parité, saison, population locale

PRE-WEANING GROWTH PERFORMANCE AND MORTALITY OF KITS OF A LOCAL ALGERIAN RABBIT

ABSTRACT

In this study, 896 litters (6254 kits) from a local Algerian population of rabbits were monitored over a period of four consecutive years in a closed population, to comprehensively characterize the litter size, mortality, growth, phenotype and the sex ratio of kits from birth to weaning. The rabbits were raised in a rabbit hutch in Tizi-Ouzou (Algeria) in wire cages placed in a building equipped with uncontrolled ambient conditions. The effect of some factors related to the rabbit (the coat color, the parity, the nest quality) and the environmental factors (year and kindling season) was evaluated according to the litter size, the growth and the mortality of kits. The Stillbirth and the birth-weaning mortality of 355 litters, the litter weight, the individual weight of rabbit and the litter size of 590 litters (3795 kits) at birth, 7, 14, 21 and 28 days were analyzed. the mother's coat color (2 levels: white or colored), the physiological state in projection (breastfeeding or no breastfeeding) and parity (1, 2, 3, 4-5, 6-8 9 and up), the kindling year (four consecutive years) and the kindling season (3 seasons: Feb-May, June-September and October-December), the nest quality (three levels: hairless , with a small amount of hair and with a lot of hair) were used as stationary main factors in factor analysis. The local population of rabbits is characterized by an average individual weight of 54g at birth and 404g at 30 days, and an average daily gain of 10.24 g/day between birth and 24 days and 19.02 g / d between 24 and 30 days. A high mortality of young rabbits was registered at birth (16.31%) and from birth to weaning (39.80%). Among the change factors studied, the phenotype of the rabbit is confirmed). Indeed, colored rabbits are more prolific than white females: 5.59 vs 5.09 weaned/litter ($P=0.016$); but the kits that were born from white females have a higher individual weight at weaning: 391g vs 362g ($P=0.006$). However, the stillbirth and the birth-weaning mortality are not influenced by the does phenotype. The parity order of does has no effect on the litter weight, the individual weight and the litter size at birth. However, it influences the litter weight and the litter size from 7 days of age up to 28 days for the second and third parity ($P < 0.02$). The effect of parity on the kits mortality and the kits growth are not significant, but combined with does physiological state, the effect is noted on the litter size at birth. The nest quality varies mortality at birth and between birth and weaning ($P = 0.001$). Birth season influences litter size ($P < 0.001$) from birth to weaning for the spring season: 5.92 weaned/litter or 5.04 vs 5.05 for the other two seasons. From 7 days until weaning, the litter weight was higher for Feb-May season ($P < 0.02$) and represented 0.87g per litter at 28 days. The litter weight was similar for the other two seasons (insignificant differences) regardless of the age. Furthermore, the kindling season has no effect on the individual birth weight until weaning.

Keywords: Kits, weight, mortality, phenotype, parity order, season, local population

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Model conceptuel général d'un système d'élevage cunicole (Feugier, 2006).....	14
Figure 2 : Evolution du poids du lapereau de la naissance au sevrage (Lebas, 2002)	24
Figure 3 : Vue de l'extérieur et de l'intérieur du clapier de l'ITMAS de Boukhalfa.....	45
Figure 4 (a, b, c et d) : Phénotype des animaux utilisés	46
Figure 5 (a, b et c) : Trois niveaux définis de qualité du nid.....	48
Figure 6 : Nombre de portées pesées en fonction de l'âge des lapereaux durant la période de suivi	50
Figure 7 : Droites de régression linéaire du poids moyen individuel des lapereaux en fonction de l'âge	51
Figure 8 : Nombre de portées utilisées pour l'étude des caractéristiques des lapereaux sous la mère	53
Figure 9 : Récapitulatif de l'étude de la variation du poids et de la taille de la portée et du poids individuel du lapereau	55
Figure 10 : Récapitulatif de l'étude de la variation des mortalités des lapereaux.....	57
Figure 11 : Mortalité naissance sevrage en fonction de l'âge du lapereau	67
Figure 12 : Evolution du poids des lapereaux de la naissance au sevrage	68
Figure 13 : Taille de la portée et poids individuel des lapereaux en relation avec le phénotype de la mère	74
Figure 14 : Taille de portée au sevrage en fonction de l'année de mise bas.....	77
Figure 15 : Mortinatalité et mortalité naissance-sevrage des lapereaux en fonction de la qualité du nid.....	88

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Production de viande de lapin dans le monde (tonnes) entre 1990 et 2010 (Szendrö <i>et al.</i> , 2012).....	17
Tableau II: Températures extérieures du bâtiment d'étude relevées par la station météorologique de Tizi-Ouzou (minimales, moyennes et maximales) en °C.....	44
Tableau III : Caractéristiques de la portée sous la mère	60
Tableau IV: Mortinatalité et mortalité des lapereaux sous la mère en fonction de la taille de la portée (l'ensemble des portées=896).....	63
Tableau V: Mortinatalité et mortalité des lapereaux sous la mère en fonction de la taille de la portée (Portées ayant au moins un né vivant=590).....	65
Tableau VI : Phénotype au sevrage des lapereaux issus des différents croisements parentaux (%).....	69
Tableau VII: Sex-ratio des lapereaux au sevrage en fonction des croisements parentaux selon le phénotype	70
Tableau VIII: Effet du phénotype de la lapine sur la taille de portée, le poids de la portée et le poids individuel (Moyenne des moindres carrés \pm erreur standard).....	73
Tableau IX: Effet de l'année de mise bas sur la taille de portée, le poids de la portée et le poids individuel (Moyenne des moindres carrés \pm erreur standard).....	75
Tableau X: Effet de la saison de mise bas sur la taille, le poids de la portée et le poids du lapereau (moyenne des moindres carrés \pm erreur standard).....	79
Tableau XI: Effet de la parité sur la taille de portée et le poids du lapereau (Moyenne des moindres carrés \pm erreur standard).....	82
Tableau XII: Effet du phénotype de la lapine sur la taille de portée, la mortinatalité et la mortalité naissance-sevrage (Moyenne des moindres carrés \pm erreur standard).....	84
Tableau XIII : Effet de la qualité du nid (à la mise bas) et l'interaction avec le phénotype et avec la saison de mise bas sur la mortalité des lapereaux (moyennes estimées).....	87
Tableau XIV : Effet de l'état physiologique combiné à la parité de la lapine sur la taille de portée, la mortinatalité et la mortalité naissance-sevrage	90
Tableau XV : Effet de la saison de mise bas sur la taille de portée, la mortinatalité et la mortalité naissance-sevrage	92

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le lapin, *Oryctolagus cuniculus*, est élevé en basse-cour et en élevage rationnel. Les principaux atouts du lapin de chair sont indiqués par Lebas *et al.* (1984 et 1996), après les travaux de recherches des décennies 1970 et 1980. Cette espèce est connue pour sa bonne prolificité et sa production annuelle importante de viande. L'évaluation de ses performances en élevage rationnel en France, selon Coutelet (2015), sont en moyenne de 52,3 lapins produits/femelle/an soit 137,2 kg de viande/femelle/an. Cet herbivore monogastrique est capable de bien valoriser les fourrages, c'est un bon transformateur de protéines végétales en protéines animales de haute valeur biologique, il peut fixer 20% de protéines alimentaires qu'il absorbe, sous forme de viande riche en protéines à haut rendement, assez pauvre en lipides et d'une valeur diététique intéressante (Dalle Zotte, 2014).

Deux pratiques de la cuniculture se distinguent; l'une correspond à l'élevage rationnel où tous les facteurs de production sont réunis et qui bénéficie des avancées scientifiques, l'autre concerne l'élevage ne réunissant pas tous les facteurs de production notamment l'approvisionnement en reproducteurs améliorés et à un degré moindre la disponibilité d'aliments industriels de bonne qualité nutritionnelle.

En Algérie, la cuniculture n'a pas bénéficié de tous les facteurs de production lors des programmes de développement mis en œuvre. En effet, le développement de la cuniculture en Algérie comme dans les pays du Maghreb, est généralement basée sur l'exploitation de reproducteurs de population locale (Berchiche *et al.*, 2000 et Zerrouki *et al.*, 2014) et l'utilisation d'un aliment industriel de moindre qualité nutritionnelle (Berchiche *et al.*, 2012). Ce type de cheptel a nécessité l'acquisition de connaissances sur les aptitudes biologiques, zootechniques et l'adaptation aux conditions de production locales des animaux.

Le lapin local, en Algérie, a fait l'objet de travaux de recherche pour sa caractérisation (Daoud-Zerrouki, 2006; Mefti-Korteby, 2012 et Cherfaoui-Yami, 2015). En outre, les éleveurs professionnels de la région de Tizi-Ouzou exploitent les reproducteurs de population locale et effectuent des croisements aléatoires avec les descendants de l'hybride commercial (Belhadi *et al.*, 2002 et Cherfaoui *et al.*, 2013). Cette pratique de la cuniculture est souvent confrontée à de faibles performances de croissance des lapereaux et à une forte mortalité, notamment entre la naissance et le sevrage (Zerrouki *et al.*, 2007 et Mefti-Korteby *et al.*, 2010).

La croissance et la mortalité du lapereau sous la mère peuvent varier, d'une part, par son propre potentiel de croissance et de viabilité (effet direct), d'autre part, par l'influence de sa

mère par son état physiologique lors de la fécondation (allaitante ou non), sa parité, sa capacité laitière ainsi que par son comportement à la mise bas.

Les facteurs de variation de la viabilité et la croissance des lapereaux en phase d'allaitement ont été cernés dans les travaux de Rashwan et Marai (2000); Rodel *et al.* (2009) et Combes *et al.* (2013a et b) en élevage rationnel.

Compte tenu de la situation de la cuniculture en Algérie, nos investigations sont orientées sur l'étude des caractéristiques des portées de lapines de population locale dans un élevage conduit en conditions de production locales.

Les reproducteurs exploités en Algérie présentent plusieurs couleurs de robe (blancs ou colorés). Le lapin blanc est soit de type albinos ou de type himalayen. Quant aux lapins colorés, ils regroupent les autres types de coloration du pelage. En absence de reproducteurs améliorés, de nombreux agriculteurs préfèrent le lapin blanc. L'un des objectifs de cette étude est de valider cette préférence pour ce type de lapin pendant une période suffisamment longue, ce qui nous permet d'évaluer également l'effet de la saison. Le facteur phénotype (couleur de robe) pourrait, en effet, constituer un domaine de recherche exploitable pour tenter de remédier à la faible productivité au sein de l'élevage local.

Nos différents essais seront mis en œuvre pour étudier les effets de quelques facteurs de variation sur la viabilité et la croissance des lapereaux sous la mère. En ce sens, nous allons considérer l'influence des facteurs liés à l'animal : le type génétique, l'état physiologique, la parité et la qualité du nid confectionné par la lapine ; de facteurs environnementaux comme la saison de mise bas. Cette orientation est motivée par les conclusions des travaux antérieures portant sur la caractérisation du lapin local.

Notre travail est structuré en deux parties principales. La première sera consacrée à une synthèse des connaissances sur l'élevage du lapin de chair ainsi que la croissance et la viabilité du lapereau. La seconde, après avoir indiqué le matériel et la méthodologie utilisés, exposera les résultats en trois volets: les caractéristiques de la portée, les principaux facteurs de variation étudiés d'abord de la croissance puis de la mortalité des lapereaux de la naissance au sevrage. Enfin, nous discuterons les principaux résultats obtenus afin d'envisager des perspectives stratégiques pour limiter les mortalités et d'améliorer le poids du lapereau au sevrage. Une conclusion générale clôturera nos travaux.

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I: LA CUNICULTURE

Compte tenu de notre thème de recherche, nous avons axé l'étude bibliographique sur l'élevage du lapin, la croissance et la viabilité des lapereaux en période d'allaitement.

La filière cunicole a connu des avancées scientifiques importantes depuis la décennie 1980. Les résultats des différentes recherches ont fait l'objet de nombreuses publications dans des revues spécialisées (Cuni-Science et WRS) et de rencontres scientifiques dans le domaine de la cuniculture (WRC, JRC). Cette partie constitue une synthèse des connaissances sur la cuniculture en général et sur le lapereau au nid en particulier.

1. Elevage du lapin de chair

L'élevage du lapin est très répandu, particulièrement dans les régions méditerranéennes. Cet animal présente d'intéressantes particularités physiologiques. La femelle polytoque, dont l'ovulation est induite par l'accouplement, est connue pour sa prolificité, avec des périodes de gestations et de lactations de courte durée (Theau-Clément, 2005). La prolificité de cette espèce est un atout précieux, 51.8 lapereaux sont produits par femelle et par an (Jentzer, 2009). Les avantages sont étroitement liés au comportement alimentaire et reproductif du lapin, ainsi qu'à sa rentabilité économique. Le lapin est capable de bien valoriser les fourrages et transforme les protéines végétales, peu ou pas consommées par l'homme, en protéines animales de haute valeur biologique. En outre, le lapin présente une faculté d'adaptation à des milieux variés.

Dans les conditions d'une production utilisant l'ensemble des connaissances acquises pour l'élevage des différentes espèces, le lapin peut fixer 20% des protéines alimentaires qu'il absorbe et les transforme en viande comestible (Lebas, 1970). Cette dernière présente des qualités nutritionnelles et diététiques reconnues, riche en protéines et pauvre en lipides (peu de cholestérol), riche en minéraux mais pauvre en sodium et source d'oméga3. Sa teneur élevée en sélénium est un atout supplémentaire puisque le sélénium couplé à la vitamine E limite le stress oxydant et les peroxydations lipidiques (Combes et Dalle Zotte, 2005). Toutes ces caractéristiques font du lapin de chair une espèce d'intérêt économique indéniable. Son élevage peut représenter une source de protéines importante surtout dans les pays en voie de développement où le déficit est plus élevé.

La production cunicole demeure, toutefois, modeste comparée à d'autres productions animales et ne représente, par exemple, que 1,2 % de la viande produite en Europe (Mirabito, 2007). La consommation de viande de lapin est limitée à quelques pays, la France

et certains pays limitrophes (notamment l'Espagne, l'Italie et la Belgique) et la Chine où cette production s'est beaucoup développée.

Pour réussir et rentabiliser un élevage, il est nécessaire de prendre en compte tous les facteurs de production avec leurs interactions, en particulier faire un choix raisonné des reproducteurs, de l'alimentation, du bâtiment avec son équipement et de la conduite d'élevage.

Dans un élevage de lapin, les femelles reproductrices élèvent leurs lapereaux en maternité jusqu'au sevrage, ces derniers sont ensuite transférés en engraissement jusqu'à l'âge de l'abattage. La conduite de l'élevage est assurée par l'éleveur qui incarne la composante décisionnelle.

Pour optimiser les performances d'un élevage cunicole, l'éleveur intervient à différents niveaux qu'il doit savoir combiner : la reproduction, la génétique, l'alimentation, la prophylaxie, le renouvellement et le logement (Figure 1).

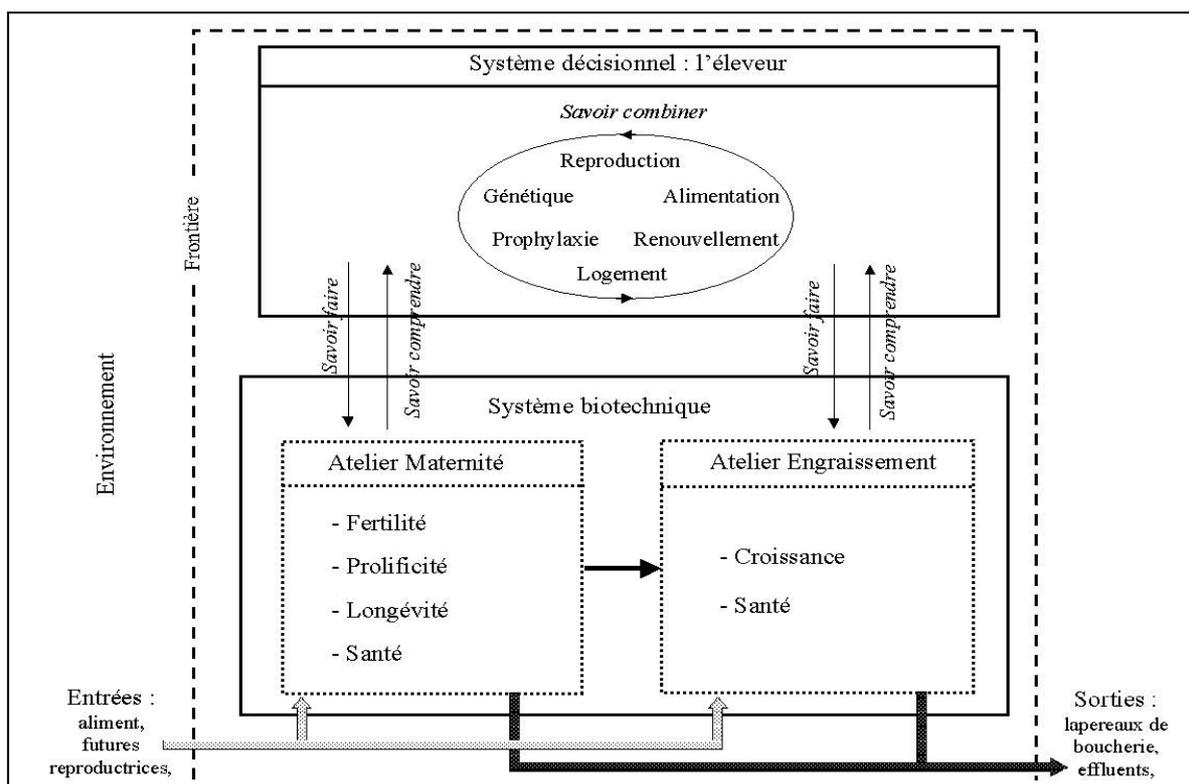


Figure 1 : Model conceptuel général d'un système d'élevage cunicole (Feugier, 2006)

L'environnement du système d'élevage cunicole influence la stratégie d'élaboration de la production, et donc les moyens d'accéder à la performance souhaitée (Feugier, 2006).

Les femelles peuvent accepter l'accouplement, pour la première fois, vers l'âge de 10 à 12 semaines, mais cet accouplement n'entraîne pas encore l'ovulation (Lebas, 2002). Vu l'absence de cycle œstrien, il est difficile de définir l'âge à la puberté qui dépend particulièrement de la race. En effet, la précocité sexuelle est meilleure chez les races de petit ou moyen format (4 à 6 mois) que celle de grand format. Elle dépend, également, du développement corporel; la précocité est d'autant plus grande que la croissance a été rapide (synthèse de Theau-Clément, 2005).

2. Développement et organisation de la cuniculture

La cuniculture intensive s'est développée à partir des années 1960. Cette rationalisation de la production a permis l'apparition d'élevages spécialisés pouvant concentrer plusieurs centaines de lapines mères. Contrairement au mode de production traditionnel où l'atelier lapins apportait un complément de revenus à l'exploitation agricole, la cuniculture est de plus en plus l'activité principale des exploitations pratiquant l'élevage rationnel (Lebas, 2010).

Le passage de l'élevage au sol et l'élevage traditionnel dans des abris variés à l'élevage rationnel en bâtiment avec toutes les conditions maîtrisées a permis au lapin d'exprimer ses capacités de reproduction et de production. Les performances de reproduction étant très influencées par les conditions d'élevage, elles seront plus ou moins élevées selon les facteurs maîtrisés.

Les élevages rationnels ont intégré dans leurs techniques d'élevage une partie des connaissances acquises en alimentation, en physiologie, en pathologie, en zootechnie, mais aussi en génétique (De Rochambeau, 1989). En ce sens, des schémas d'amélioration génétique du lapin de chair se font dans des unités spécialisées qui fournissent ensuite ces reproducteurs améliorés à des multiplicateurs. Enfin, ces derniers fournissent des femelles de renouvellement aux élevages rationnels, les lapereaux naissant y sont engraisés.

La filière cunicole a connu une forte rationalisation technique depuis les années 1970, en particulier en France, où des chercheurs (l'INRA) ont mis en œuvre un programme de recherche sur la production du lapin. Les éleveurs et les expérimentateurs adoptent l'insémination artificielle pour le cheptel reproducteur et la conduite en bande. Le rythme utilisé est un rythme à 42 jours. Dans ce système de production, les femelles appartenant à une même bande suivent un cycle de reproduction synchronisé. Elles sont toutes inséminées ou sevrées le même jour. Cette optimisation des techniques d'élevage, associée à

l'amélioration génétique des animaux et de l'amélioration de l'aliment ont fortement contribué à accroître les performances de l'élevage cunicole (Coutelet, 2013).

En France, par exemple, parallèlement à cette spécialisation, la taille moyenne des élevages a quasiment triplé entre 1984 et 2006, passant de 169 à 485 lapines mères (Braine et Jentzer-Azard, 2007). Cependant, ces dernières années, un ralentissement de production cunicole est constatée ainsi qu'une envolée des prix des matières premières (aliment), en effet, selon Coutelet (2014), le nombre moyen de lapines par élevage, est passé de 582 à seulement 602 entre 2007 et 2010.

La production de viande de lapin a beaucoup évolué à l'échelle mondiale, elle est estimée à 939 000 tonnes de viande correspondant à 70 millions de femelles à la fin des années 1990 (Colin et Lebas, 1994 et 1996). L'Europe assure 75% de la production mondiale et la Chine assure la majorité de la production restante (FAO, 2000). L'élevage du lapin est presque inexistant dans la majorité des Pays du Proche-Orient. Des foyers d'élevage existent dans quelques régions d'Amérique Centrale, en Asie du Sud-est et en Afrique. En 2009, la Chine devient le premier pays producteur de viande de lapin avec une production de 700 000 tonnes, vient ensuite le Venezuela avec 244 000 tonnes, l'Italie avec 240 000 tonnes et la Corée avec 93 000 tonnes. Selon les statistiques de la FAO (2011), la production mondiale de viande de lapin est passée à 1.6 million de tonnes de carcasses, soit une progression de 24% par rapport à l'année 2000 (Tableau I), essentiellement due à l'essor de la production chinoise (Szendrő *et al.*, 2012).

Tableau I: Production de viande de lapin dans le monde (tonnes) entre 1990 et 2010 (Szendrő *et al.*, 2012)

pays	1990	1995	2000	2005	2010	% en 2010
Monde	939.561	1.108.679	1.285.381	1.485.145	1.692.962	100
Chine	96.000	268.000	370.000	510.600	669.000	39.5
Italie	184.000	209.800	212.416	225.000	255.400	15.1
Egypte	49.680	62.400	69.600	69.840	69.840	4.1
Espagne	71.230	110.882	103.596	70.524	66.200	3.9
France	93.016	91.199	84.600	53.222	51.665	3.1
République Tchèque	-	33.534	38.500	40.848	37.800	2.2
Allemagne	38.749	36.037	33.800	32.772	37.500	2.2
Russie	-	11.200	6.500	8.475	13.500	0.8
Ukraine	-	19.400	13.900	13.457	13.500	0.8
Bulgarie	2.578	5.015	6.735	6.000	8.300	0.5
Grèce	4.990	8.200	8.300	7.930	7.400	0.4
Argentine	7.040	7.040	7.150	7.150	7.260	0.4
Algérie	7.000	7.000	7.000	7.000	7.500	0.4
Hongrie	17.200	11.380	14.000	9.710	5.404	0.3

Globalement, dans les pays d'Afrique du Nord, les élevages commerciaux sont peu représentés. Cependant, il convient de signaler que l'Egypte est le principal pays producteur de lapin à l'échelle rationnelle (Revue de Oseni *et* Lukefahr, 2014). En Algérie comme dans les pays voisins du Maghreb, la production cunicole est faible. En effet, la production nationale de viande de lapin est estimée à seulement de 7000 à 7500 tonnes/an (Chiffres rapportés par Szendrő *et al.*, 2012). De ce fait, il est incontestable que la cuniculture demeure encore une activité très restreinte malgré les divers avantages qu'elle présente. L'importation des races pures ou des lapins hybrides d'Europe manifestent des difficultés d'adaptation aux conditions locales d'élevage, notamment les fortes chaleurs pendant la période estivale. En ce sens, l'exploitation du lapin de population locale, mieux adapté au milieu, peut constituer une alternative pour promouvoir le développement de cette activité.

3. Elevage cunicole en Algérie

Actuellement, deux principaux types d'élevage coexistent en Algérie: l'élevage traditionnel et l'élevage rationnel. Le secteur traditionnel est constitué de très petites unités à vocation vivrière et le secteur rationnel comprenant de grandes ou moyennes unités orientées vers la commercialisation de leurs produits.

3.1. Elevage fermier ou traditionnel

En Algérie, la cuniculture à l'échelle fermière existe depuis longtemps au niveau rural. Les premiers travaux sur ce type de production animale sont conduits lors de la décennie 1990 (Berchiche et Lebas, 1994), d'autres études sont réalisées plus tard par Djellal *et al.* (2006). Ce type d'exploitation est constitué de nombreux petits élevages de 5 à 8 lapines, localisés en milieu rural ou à la périphérie des villes; leur orientation principale est l'autoconsommation (Saidj *et al.*, 2013). L'élevage traditionnel ou fermier est fréquent selon Boumahdi-Merad *et al.* (2015) dans une enquête réalisée dans des régions du Nord et du Sud de l'Algérie et soulignent que plus de 45% des exploitations ont plus de 4 femelles reproductrices.

Le type génétique utilisé est le lapin de population locale qui n'est soumis à aucune sélection. Le phénotype, le format et la couleur du pelage ainsi que les performances des animaux sont très hétérogènes (Zerrouki *et al.*, 2005a). Les animaux sont, en général, logés dans de vieux locaux aménagés avec les moyens traditionnels. L'alimentation est, presque exclusivement à base d'herbes et de sous-produits agricoles. Cet élevage n'est pas spécifique à l'Algérie; il est similaire à celui rencontré dans les pays voisins selon les travaux de Jaouzi *et al.* (2006) au Maroc et de Kennou *et Lebas* (1990) en Tunisie et de Khalil (1998) en Egypte.

La faible productivité de ce type d'élevage est à l'origine du passage de la cuniculture traditionnelle à la cuniculture rationnelle vers la décennie 1980-1990. La promotion de cet élevage est initiée par l'exploitation de reproducteurs hybrides de type Hyplus, introduits de France, rapportent Berchiche *et al.* (2012).

3.2. Elevage rationnel

En Algérie, malgré les tentatives de développement de la filière cunicole, la production demeure marginale par rapport à celle d'autres productions animales. Les essais de développement de l'élevage du lapin à un niveau rationnel ont échoué en raison de nombreux

facteurs, dont la méconnaissance de l'animal, l'absence d'un aliment industriel adapté et l'absence de technicité des éleveurs.

A la fin de la décennie 1980, les offices régionaux d'aviculture (ORAC, ORAVIO, ORAVIE) ont entamé la rationalisation de la cuniculture en introduisant des reproducteurs de souches hybrides « Hyplus » et en introduisant des techniques modernes de production. L'échec de cette introduction a incité les pouvoirs publics à valoriser le lapin local, mais celui-ci présente les performances de production et de croissance modestes et peu encourageantes.

Des programmes de recherche ont été initiés au niveau de l'université Mouloud Mammeri et de l'Institut technique des élevages (ITELV) pour la caractérisation du lapin local en conditions rationnelles et le contrôle de ses performances (Berchiche *et al.*, 2000; Belhadi, 2004; Zerrouki *et al.*, 2005a et b; Zerrouki *et al.*, 2007 ; Mefti-Korteby *et al.*, 2010 et Cherfaoui *et al.*, 2013). Ces travaux ont permis de caractériser un lapin local avec un poids adulte assez faible et hétérogène et une forte mortalité des lapereaux. Néanmoins, cette population est caractérisée par sa rusticité et une bonne adaptation aux conditions climatiques locales.

3.3. Production et recherche cunicole en Algérie

L'une des particularités de la production cunicole algérienne actuelle est la coexistence de deux systèmes de production : un système traditionnel issu de petits élevages familiaux et un système rationnel qui se substitue progressivement à la production traditionnelle.

La part de l'élevage traditionnel reste encore importante mais cette production est rarement prise en compte dans les statistiques agricoles car elle échappe aux enquêtes et recensements et est peu considérée dans la commercialisation de la viande de lapin.

La production nationale annuelle de viande de lapin est estimée à seulement 8000 tonnes/an selon la F.A.O. (2014). De ce fait, il est incontestable que la cuniculture reste encore une activité très restreinte malgré les divers avantages qu'elle présente.

La production cunicole rationnelle est concentrée au centre du pays notamment dans la région de Tizi-Ouzou et de Blida où des programmes de recherche universitaires sont mis en œuvre dans le but de développer cette filière. Pour répondre aux problèmes de l'indisponibilité des animaux reproducteurs de qualité, un programme de création d'une souche synthétique initié par l'institut technique des élevages en collaboration avec la SAGA

de l'INRA de Toulouse (Gacem et Bolet, 2005; Gacem *et al.*, 2008 et Bolet *et al.*, 2012) suscite beaucoup d'intérêt de la part des chercheurs et des éleveurs.

En Algérie, les programmes de recherche dans le domaine de la cuniculture ont permis de caractériser les reproducteurs de population locale et d'exploiter sa rusticité et de mettre en évidence ses principales carences à savoir sa faible productivité par lapine et par an et la croissance lente du lapereau. Ces faibles performances peuvent être reliées à un manque de technicité des éleveurs et à une mauvaise qualité des facteurs de production (animaux reproducteurs, aliment et bâtiment). L'utilisation d'aliment industriel de qualité nutritionnelle nécessite une amélioration. Des progrès sont souhaités dans le domaine de la génétique, ce qui conduirait à l'approvisionnement des éleveurs en reproducteurs améliorés.

La faible prolificité au sevrage qui caractérise les lapines de la population locale est accentuée par la forte mortalité des lapereaux à la naissance et durant la période naissance-sevrage évaluée à 16% et 13% respectivement par Zerrouki *et al.* (2003).

Zerrouki *et al.* (2005a) expliquent la faible prolificité enregistrée chez cette population par une forte mortalité durant la seconde moitié de la gestation qui pourrait être principalement liées aux mauvaises conditions d'élevage.

Il est nécessaire de mettre en œuvre des programmes de sélection rigoureux ayant pour objectif, l'accroissement de la productivité numérique annuelle par femelle, tout en conservant ses qualités d'adaptation aux variations climatiques. Les performances des populations de lapin étudiées en Algérie, rapportées par Zerrouki *et al.* (2014) dans une comparaison entre la lapine de population locale, de population blanche et de la souche synthétique, affirment que les lapines de souche synthétique sont plus lourdes et plus prolifiques et également adaptées aux conditions d'élevage locales.

CHAPITRE II : CARACTÉRISTIQUES DE LA CROISSANCE DU LAPERAU SOUS LA MERE

La croissance est souvent appréciée par l'évolution du poids de l'individu en fonction du temps. Elle est sous contrôle de lois physiologiques précises, mais peut varier sous l'effet de facteurs génétiques (race) ou non génétiques (alimentation et environnement). Le poids du jeune lapereau est déterminé, d'une part, par son propre potentiel de croissance (effet direct), d'autre part, par l'influence de sa mère. L'état physiologique lors de la fécondation (allaitante ou non allaitante), la parité, la capacité laitière ainsi que le comportement de la lapine après la mise bas constituent les effets maternels qui influent sur la croissance de la portée (Garreau et De Rochambeau, 2003).

1. Croissance prénatale

La différenciation sexuelle commence au 16^{ème} jour de gestation. La multiplication des cellules germinales primordiales a lieu entre le 10^{ème} et le 26^{ème} jour. Le nombre de cellules germinales est toujours plus important dans l'embryon mâle que dans l'embryon femelle de même âge. A la fin de la gestation, la vitesse de croissance est très élevée chez le fœtus, alors qu'au début, le poids et la taille augmentent faiblement, même si les divisions mitotiques sont intenses (Fortun et Lebas, 1994). L'embryon a une croissance très importante à partir du 12^{ème} jour de gestation et le fœtus a une croissance de type exponentiel. Le poids du lapereau à la naissance est variable avec un coefficient de variation de 15 à 20% (Lebas, 1982).

Le poids du fœtus est associé au développement du placenta fœtal (Argente *et al.*, 2008). Une augmentation du poids des fœtus et des placentas maternel et fœtal est associée à une augmentation du nombre de vaisseaux sanguins à chaque site d'implantation (Argente *et al.*, 2003, 2008). A chaque point de jonction entre un fœtus et la paroi utérine, se forme un placenta dans lequel, on distingue une partie maternelle irriguée par les vaisseaux sanguins de la mère, et une partie fœtale irriguée par les vaisseaux sanguins du fœtus. Au 25^{ème} jour de gestation, les sites d'implantation avec un seul vaisseau sanguin ont un poids de fœtus plus faible et un placenta plus léger que des sites ayant 4 vaisseaux sanguins ou plus (Argente *et al.*, 2003).

La vascularisation utérine dépend de plusieurs facteurs comme, la position du fœtus, la longueur de l'utérus et le nombre de fœtus développés de l'implantation à la naissance.

A la fin de la gestation, le nombre d'embryons implantés et le nombre de fœtus détermine la taille de la portée. Il est connu que la position du fœtus dans l'utérus (près de l'ovaire, près du corps utérin, ou près du col utérin) affecte le développement fœtal chez le lapin (Argente *et al.*, 2008). Au 25^{ème} jour de gestation, Argente *et al.* (2003) ont découvert que les

plus petits fœtus étaient situés au milieu de l'utérus, ils pesaient 7% de moins que ceux situés près du col utérin ou près de l'ovaire. Les fœtus situés dans le corps de l'utérus ont moins d'espace que ceux situés aux deux extrémités. Les placentas fœtal et maternel les plus lourds sont situés au fond de l'utérus, probablement dû à l'importance de l'espace utérin pour les fœtus et à l'importance de l'afflux sanguin dans cette partie de l'utérus, comme décrit par Argente *et al.* (2003 et 2008). La même constatation a été faite, auparavant, par Lebas (1982) et Poigner *et al.* (2000). Plusieurs travaux ont porté sur l'effet de la position *in utero* du lapereau sur son poids à la naissance (Lebas, 1982 ; Argente *et al.* 2003 et Bautista *et al.*, 2015). En effet, selon ces auteurs, le site d'implantation du fœtus dans la corne utérine affecte le poids individuel à la naissance mais aussi au sevrage, les animaux qui occupent les extrémités de la corne utérine ont un poids plus élevé que ceux occupant la position intermédiaire.

A partir de son implantation, le fœtus est alimenté à travers le placenta, mais aussi, au cours du dernier tiers de la gestation. En ingérant le liquide amniotique, non seulement le lapereau y trouve des éléments nutritifs, mais aussi des immunoglobulines. Comme l'épithélium intestinal de l'embryon est perméable aux grosses molécules protéiques, ces immunoglobulines se retrouvent avant même la naissance dans la circulation sanguine des lapereaux (Gallois *et al.*, 2005 et Combes *et al.*, 2013b).

Chez les lapins, le poids fœtal est inversement lié à la taille de la portée au début et en fin de gestation. Une augmentation du nombre d'embryons implantés est associée à une diminution de la moyenne du poids du placenta maternel, du placenta fœtal et des fœtus de 0,03, 0,18 et 0,29 g, respectivement au 25^{ème} jour de gestation (Argente *et al.*, 2003).

2. Croissance postnatale

Tous les auteurs s'accordent pour mettre en évidence une relation négative, chez le lapin, entre la taille de portée à la naissance et le poids moyen des lapereaux au sevrage (De Rochambeau, 1989 ; Bolet *et al.*, 1996 ; Argente *et al.*, 2003). Il est connu que la taille de la portée influence le poids à la naissance, mais aussi la croissance de la naissance au sevrage (Poigner *et al.*, 2000) ainsi que les performances de reproduction de la future femelle reproductrice (Rommers *et al.*, 2001). Le poids à la naissance montre une forte corrélation entre le type génétique et le poids au sevrage.

L'état corporel des lapereaux au moment de la naissance dépend de facteurs maternels : le développement des lapereaux pendant la période fœtale, l'aptitude de la lapine à élever sa

portée et de sa production de lait, des capacités des lapereaux à interagir avec sa mère dans un contexte de compétition au sein de la portée. Le jeune lapereau doit également surmonter l'étape du sevrage.

Les lapereaux nouveau-nés sont généralement très efficaces, puisqu'ils parviennent à ingérer jusqu'à 25% de leur poids en lait (5 à 10 g le jour de la naissance). Il n'est cependant pas rare qu'un à deux lapereaux par portée ne prennent pas de lait lors d'un allaitement, soit 10-15% des lapereaux à J1 (Coureaud *et al.*, 2007).

La compétition pour l'accès au lait est étroitement liée à l'hétérogénéité des poids des lapereaux au sein de la portée fortement (Bolet *et al.*, 1996). Les tailles de portée les plus importantes donnent des poids les plus faibles au sevrage (Belhadi *et al.*, 2002).

Poigner *et al.* (2000) ont rapporté que, plus le poids de naissance d'une femelle est élevé plus la taille de ses portées est grande et ce, pendant les six premiers cycles de reproduction consécutifs.

La croissance du lapereau est pratiquement linéaire avec un gain moyen quotidien de 11 à 13g par jour au sein d'une portée de 10 lapereaux, durant les trois premières semaines, puis, à partir du 25^{ème} jour, sa croissance s'accélère pour atteindre 35 à 38g de gain moyen par jour quand la part du solide dans l'alimentation devient conséquente (Figure2). Au cours d'un allaitement, un lapereau multiplie son poids de naissance par 20 (Lebas, 1969 ; Lebas, 2002).

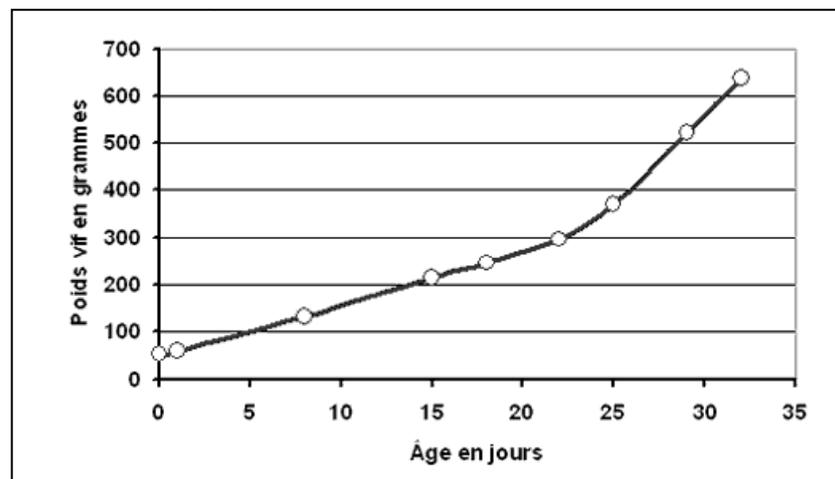


Figure 2 : Evolution du poids du lapereau de la naissance au sevrage (Lebas, 2002)

L'alimentation des lapereaux de la naissance jusqu'à 17 ou 18 jours est exclusivement lactée. C'est seulement à partir de 18-20 jours que les lapereaux commencent à ingérer de l'aliment sec (Fortun-Lamothe *et al.*, 2001 et Gidenne *et* Fortun-Lamothe, 2002). Le lapereau

Chapitre II : Caractéristiques de la croissance du lapereau sous la mère

passé, ainsi, d'une seule tétée par jour à une multitude de repas solides et liquides (25 à 30 repas par 24 heures). Lors des deuxième et troisième semaines de vie, les lapereaux commencent à consommer les pelotes fécales laissées dans le nid par la mère, en plus de la diminution progressive de la consommation de lait. Au-delà de 25 jours d'âge des lapereaux, la production de lait de la mère décroît. À partir de la quatrième semaine, l'ingestion du solide et de l'eau devient prédominante par rapport à celle du lait (Fortun-Lamothe *et al.*, 2001).

La croissance des lapereaux est corrélée à la valeur laitière de la mère; elle dépend fortement de l'effet maternel par la taille de la portée et l'aptitude laitière de la mère à couvrir les besoins de ses lapereaux (Bolet *et al.*, 1996). Ces mêmes auteurs rapportent un effet positif du nombre de lapereaux nés sur l'induction de la production laitière pendant les deux premières semaines. Par contre, cet effet est négatif sur la croissance des lapereaux de la naissance au sevrage.

Le nombre d'études portant sur les besoins nutritionnels des lapereaux avant le sevrage est limité contrairement à celles traitant les besoins nutritionnels des lapins après le sevrage, et leurs liens avec la santé digestive ont fait l'objet de nombreux travaux (synthèse de Gidenne *et al.*, 2013). Les résultats obtenus suggèrent que les femelles reproductrices et les lapereaux avant le sevrage ont des besoins en énergie et en fibres antagonistes. Ainsi, les jeunes lapereaux ont des besoins en aliments riches en fibres contrairement aux lapines mères, dont les besoins énergétiques sont élevés (>2500 kcal/kg) notamment, quand elles sont gestantes.

Les besoins en nutriments chez le lapereau évoluent avec l'âge. Le lait est riche en lipides (13%) et protéines (12%), et faible en lactose (Maertens *et al.*, 2006). À l'inverse, les granulés solides contiennent beaucoup de glucides (80%). Autour du 25^{ème} jour, la quantité de protéines apportée par les granulés atteint celle apportée par le lait, puis la dépasse dans les jours qui suivent. Les lipides, eux, proviennent essentiellement du lait jusqu'au sevrage. Alors que l'apport de glucides est quasi nul jusqu'à 17 jours (< 0,3 g/j), il devient notable à partir de 21 jours sous la forme de fibres et d'amidon. Cependant, les protéines du lait et les graisses constituent la source principale d'énergie jusqu'au sevrage (Coureaud *et al.*, 2008).

La production de lait cesse 2-3 j avant la mise bas suivante (Lebas, 1972 et Fortun-Lamothe *et al.*, 1999). En conditions d'élevage, le sevrage est généralement réalisé entre J28 et J35. En conditions naturelles, la lactation peut durer de 4 à 6 semaines, si les ressources alimentaires sont suffisantes pour la mère et que celle-ci n'est pas gestante; si la femelle est gestante, les lapereaux peuvent être sevrés dès l'âge de trois semaines (Coureaud *et al.*, 2008).

Chapitre II : Caractéristiques de la croissance du lapereau sous la mère

Le poids des lapereaux au sevrage ne devrait pas être inférieur à 550g pour une souche moyenne (Lebas, 2002). Zerrouki et al. (2007) estiment le poids au sevrage à 475g. Cependant, khalil et khalil (1991) rapportent que le poids au sevrage des lapereaux de la souche Bouscat et Giza white avoisine les 400g.

Le poids des lapereaux au sevrage est un critère très important, ainsi les lapereaux sevrés à 28 jours d'âge pesant 200-300g ont un taux de mortalité post-sevrage d'environ 30%. Un taux de 25% et 20% respectivement pour les poids 400-500g et plus.

Dans tous les cas, Savietto *et al.* (2012) ont proposé un seuil minimum pour le poids des femelles à la naissance (>57g), qui leur permet d'atteindre le début de leur vie reproductive dans des conditions corporelles favorables (+3% de gras péri rénal), et qui pourrait maximiser le potentiel de reproduction pendant les premiers cycles de reproduction (+8% de lapereaux nés totaux). Cependant, aucun effet du poids de naissance sur la qualité de sperme sur le long terme n'est observé (Martinez-Paredes *et al.*, 2015).

Les périodes pré et post-natale sont des phases importantes pour assurer le futur succès de la reproduction chez le lapin. Mais, c'est surtout au cours de la phase de lactation que le lapereau assure des performances de reproduction. Ainsi, les pratiques de standardisation du poids de portée à la naissance sont nécessaires pour optimiser les performances des femelles et des mâles futurs reproducteurs.

3. Variation de la croissance du lapereau

La croissance pré-sevrage du lapereau est sous la dépendance de plusieurs facteurs ; des facteurs génétiques associés au patrimoine génétique du lapereau et des facteurs liés à la mère (capacités utérines, capacités lactières, statut physiologique...) et des facteurs exogènes liés à l'effet du milieu résultant des conditions dans lesquelles est mis le patrimoine génétique pour produire (saison, alimentation.....). La prolificité et la croissance des lapereaux semblent être aussi affectées par différents facteurs tels que : la saison, le sexe et la parité (Lazzaroni *et al.*, 2012).

3.1. Effet des facteurs génétiques

La variabilité génétique, entre races et intra races, des caractères de croissance, est très élevée. Cependant, les corrélations génétiques entre la vitesse de croissance et le poids corporel au sevrage est très élevée (Poujardieu, 1986).

A l'intérieur d'une race ou d'une souche, la variabilité génétique est due aux effets génétiques directs et maternels. Bolet (1994) et Bolet *et al.* (2001) observent une forte productivité et des poids moyens des portées au sevrage plus élevés (975g) chez les races moyennes. Ils notent, cependant, une corrélation négative de la taille de portée à différents âges avec les poids. La vitesse de croissance (gain de poids corporel moyen quotidien dans un intervalle donné de temps) est moyennement à fortement héritable.

Zerrouki *et al.* (2007) signalent un faible taux de croissance des lapereaux de population locale et attribuent cela aux mauvaises conditions d'élevage.

Khalil et Khalil (1991) rapportent la présence d'un effet du mâle sur le gain de poids et le poids des lapereaux observés chez la race Bouscat.

Le progrès génétique est cumulable dans le temps, de génération en génération les progrès réalisés vont s'additionner, ce qui permet d'obtenir des lapins de plus en plus performants. Les effets génétiques peuvent être plus marqués au sevrage qu'à la naissance. Les héritabilités directes du poids au sevrage est de 0.11 selon Garreau et De Rochambeau (2003).

Les résultats de l'étude de Garreau *et al.* (2008) sur le poids à la naissance ont confirmé l'intérêt de l'intégration de ce critère et motivé sa mise en œuvre dans le schéma de sélection de la souche Hyla. Ainsi, deux critères de sélection ont été ajoutés en 2009. Le poids du lapereau à la naissance et l'homogénéité des poids intra-portée. Après trois générations de sélection, le progrès génétique est significatif sur les critères sélectionnés avec une amélioration équivalente des effets génétiques directs sur le poids au sevrage et représentant au total 6 % de la moyenne du caractère.

De ce fait, Bolet *et al.* (2012) ont mis en évidence la supériorité de la souche synthétique (ITELV2006) produit issu du croisement de la lapine local algérienne et la souche INRA2666, pour les caractères de croissance.

Une sélection sur le poids du lapereau à la naissance est efficace et a permis d'obtenir un progrès génétique de 1,85g en 4 ans. La méthode comporte des contraintes importantes avec notamment la pesée individuelle de tous les lapereaux à un jour fixe. Ce critère de sélection est maintenu avec les pondérations actuellement utilisées (Loussouarn *et al.*, 2013).

3.2. Effets maternels

L'environnement créé par la mère conditionne la survie et la croissance du jeune lapereau par de nombreux aspects. L'effet maternel est déterminé par le milieu utérin, son état physiologique lors de la période de reproduction, le numéro de la portée, la taille de portée, la production laitière, l'allaitement et le comportement de la mère après mise bas (Rouvier et Brun, 1990).

L'effet du nombre total de fœtus et de lapereaux nés est évident; s'il a un effet positif sur l'induction de la production lactée, il a en revanche, et surtout, un effet négatif sur la croissance des fœtus et ultérieurement, des lapereaux de la naissance au sevrage. L'effet maternel défavorable sur le poids n'est pas lié à l'espace utérin disponible, mais au nombre total de fœtus. Il est donc permis de penser que cet effet est lié à un apport nutritionnel insuffisant dû au nombre de fœtus que la lapine doit «nourrir» pendant la gestation (Bolet *et al.*, 1996). L'augmentation de la prolificité doit donc s'accompagner d'une meilleure couverture des besoins de la lapine gestante. Après le sevrage aussi, des différences de poids individuels sont liées à la position du lapereau dans la corne de l'utérus. En outre, le poids des lapereaux à la naissance et au sevrage sont corrélés négativement avec la taille de la portée (Argente *et al.*, 2006).

La lapine peu être simultanément gravide et allaitante, plusieurs auteurs s'accordent sur le fait que les femelles non allaitantes au moment de la saillie donnent les meilleures performances de prolificité et de croissance pré sevrage (Garcia et Perez, 1989; Theau-Clément et Poujardieu, 1994 ; Fortun-Lamothe et Bolet, 1995). Cette variation est expliquée par des différences entre les besoins nutritionnels de l'utérus et de la glande mammaire. En effet, cela engendre un déficit nutritionnel chez le fœtus, qui se traduit par une croissance fœtale réduite de 20% à 28 jours d'âge et une baisse du poids moyen du lapereau à la naissance (4,5%). De même, Castellini *et al.* (2010) affirment que la dégradation de l'état corporel des lapines peut avoir une incidence sur les performances de viabilité et de croissance des lapereaux.

La parité influence significativement la croissance des lapereaux jusqu'au sevrage, les lapereaux issus de lapines nullipares sont significativement plus légers, comparés aux lapereaux issus de primipares ou de multipares (Bignon *et al.*, 2013).

Une dégradation de l'homogénéité des portées est liée à l'augmentation du nombre de lapereaux par portée, ainsi, les résultats de l'étude de Garreau *et al.* (2008) sur le poids à la

naissance ont confirmé l'intérêt de l'intégration de ce critère et motivé sa mise en œuvre dans le schéma de sélection.

Le poids total de la portée à la naissance augmente avec la taille de la portée, alors que le poids moyen du lapereau diminue. Cette observation a conduit à modifier les critères de sélection des souches de façon à prendre en compte le poids individuel du lapereau, à la naissance ou au sevrage, dont l'héritabilité est assez élevée (Garreau *et al.*, 2008; Lenoir *et al.*, 2011 et Loussouarn *et al.*, 2011). Les lapereaux au sein de la portée sont en compétition d'un point de vue confort thermique pour la place au sein du nid mais également pour l'accès au lait. Selon Gidenne *et al.* (2013), la compétition pour l'accès au lait est étroitement liée à l'hétérogénéité des poids des lapereaux au sein de la portée. Le poids des lapereaux au sein de la portée varie fortement et des lapereaux de poids critique (<35g) se retrouvent plus fréquemment dans les portées de grande taille (>10).

Selon Bautista *et al.* (2013), les lapereaux les plus lourds occupent une position centrale dans le nid leur assurant un confort thermique supérieur, une capacité à obtenir une quantité de lait plus élevée et présentent, de ce fait, des chances de survie supérieures. La maîtrise de l'homogénéisation des poids de portée est donc un facteur qu'il faut prendre en compte pour améliorer le poids des lapereaux.

Le comportement maternel autorisant la tétée ainsi que la quantité et la qualité du lait distribué ont une influence déterminante sur le poids des jeunes lapereaux. Pendant les trois semaines qui suivent la naissance, les jeunes lapereaux ont une alimentation exclusivement lactée (Lebas, 1969). La production laitière des lapines est l'un des facteurs essentiels qui conditionne la croissance des lapereaux de la naissance jusqu'au 21^{ème} jour (Lebas, 1994). La quantité de lait produite par la mère détermine la croissance pré et post-sevrage de ses lapereaux. Zerrouki *et al.* (2005b) ont également souligné que la quantité de lait produite au cours de la lactation et la quantité de lait consommée par les lapereaux varient avec le nombre de lapereaux. La production quotidienne de lait, selon ces mêmes auteurs, croît de 30 à 50g les deux premiers jours après la mise bas pour atteindre 200 à 250g vers la fin de la troisième semaine de lactation, voire 300g par jour pour les souches les plus laitières.

3.3 Effet de l'alimentation

Les premiers travaux effectués sur la relation alimentation et croissance des lapereaux datent de la fin de la décennie 1960 publiés par Lebas (1969). Les lapereaux sous la mère ont une alimentation strictement lactée durant les 3 premières semaines d'âge, dès la 4^{ème}

Chapitre II : Caractéristiques de la croissance du lapereau sous la mère

semaine, l'aliment complémentaire prend un rôle prépondérant par rapport au lait et représente 58% de matière sèche ingérée. La croissance des lapereaux jusqu'à 21 jours d'âge dépend de la quantité de lait consommée ($r=0.89$). A partir de 3 semaines d'âge, le poids au sevrage est en corrélation beaucoup plus forte avec l'aliment ingéré qu'avec la quantité de lait consommée (Lebas, 1970). Entre 22 et 35 jours d'âge, la consommation d'aliment granulé se développe très rapidement, mais elle présente une variabilité importante entre les portées. Le comportement nocturne d'ingestion semble installé dès que le lapereau débute l'ingestion d'aliment solide. La cæcotrophie débute entre 22 et 28 jours, ce qui suggère qu'une consommation minimum d'aliment solide est nécessaire à son déclenchement, probablement via un développement de l'activité microbienne caecale (Orengo et Gidenne, 2007).

L'alimentation a un effet direct et primordial sur le niveau de la croissance et sur l'état de santé des lapereaux. Avant le sevrage, la croissance des lapereaux dépend essentiellement de la production laitière de la mère. La quantité et la qualité du lait déterminent le poids des lapereaux au sevrage, selon Garreau et De Rochambeau (2003). Le taux de protéines dans l'alimentation des lapines mères influe sur la vitesse de croissance des lapereaux.

Durant les 2 premières semaines de vie, le lapereau est totalement dépendant de son ingestion de lait (10 à 25 g/jour/lapereau) pour assurer son développement. De la naissance à 3 semaines d'âge, la couverture des besoins énergétiques est assurée à 95% par la digestion des lipides du lait (Gallois *et al.*, 2008). L'ingestion d'aliment solide débute à partir de 17 jours d'âge, elle est dépendante de la mobilité du lapereau pour accéder à la mangeoire de la mère. Cette ingestion de granulé ne devient significative qu'à partir de 19-21 jours ($>2\text{g/jours/lapereau}$), mais le profil d'ingestion nocturne classique (18h à 9h) ne se met réellement en place qu'à partir de 35 jours d'âge (Orengo et Gidenne, 2007).

L'effet de l'alimentation est surtout plus marqué selon l'état physiologique (gestation, allaitement) de la femelle. Fortun-Lamothe et Mariana (1998) et Fortun-Lamothe *et al.* (2005) recommandent un aliment riche en amidon en début de lactation pour limiter le déficit et la mobilisation corporelle. Par contre, en fin de lactation, un aliment riche en fibres et pauvre en amidon favorise la préparation nutritionnelle des jeunes sans trop pénaliser les femelles. Gallois *et al.* (2003) dans leurs travaux sur l'influence de l'âge (21 vs 35 jours) au sevrage sur les performances de croissance des lapereaux, constatent que les lapereaux sevrés à 21 jours compensent l'absence de lait par une ingestion plus élevée de granulé (+57%) entre 21 et 35 jours, mais présentent des poids plus faibles que les animaux sevrés à 35 jours.

CHAPITRE III : MORTALITE DES LAPEREAUX

La viabilité des lapereaux revêt une importance vitale pour l'éleveur. Des pertes de 25 à 50% de l'effectif initial sont observées entre la naissance et l'abattage. Mais, c'est entre la naissance et le sevrage que l'éleveur enregistre la majorité des pertes, par disparition, soit de quelques lapereaux, soit de la portée entière (Lebas, 1974; Coudert, 1982; Zerrouki *et al.*, 2003).

Le lapereau avant d'être sevré, présente des fragilités, mais dispose également de capacités d'adaptation biologique qu'il convient de mettre à profit. La mortalité précoce chez le lapin est élevée, indépendamment d'objectif de l'élevage.

1. Mortalité prénatale des lapereaux

La mortalité prénatale des lapereaux représente la mortalité embryonnaire et fœtale. Elle a lieu durant la gestation et réduit considérablement la taille de portée à la naissance. Les défauts d'implantation correspondent à la mortalité embryonnaire précoce, de 0 à 7 jours de gestation et les défauts de survie à 14 jours correspondent à la mortalité à mi-gestation (Theau-Clément et Poujardieu, 1994 ; Fortun-Lamothe et Bolet, 1995).

La survie embryonnaire et fœtale dépend à la fois du taux d'ovulation et de son étalement dans le temps, de la qualité des ovocytes et leur taux de fertilisation. Elle dépend également des milieux oviductal et utérin (Blasco *et al.*, 2005 et Argente *et al.*, 2008).

La survie et le développement des fœtus sont étroitement liés aux nutriments apportés par le placenta (Argente *et al.*, 2003; Argente *et al.*, 2008). Les embryons mal irrigués ont une plus grande probabilité de mortalité et un poids plus faible que des embryons mieux irrigués. C'est pourquoi l'alimentation vasculaire intra utérine qui joint chaque site d'implantation semble avoir un effet important sur le développement des fœtus et son placenta, tout comme sur la viabilité du fœtus (Argente *et al.*, 2008).

Chez la lapine de population locale algérienne, Zerrouki *et al.* (2007) rapportent une faible mortalité embryonnaire, cependant, Belabbas *et al.* (2011) estiment la mortalité embryonnaire et fœtale précoce élevées (22%) pour la même population.

2. Mortalité des lapereaux de la naissance au sevrage

2.1. Mortalité périnatale

La mortalité périnatale ou mortinatalité est définie comme étant le nombre de lapereaux retrouvés morts à la naissance et c'est le rapport entre le nombre des nés-morts et celui des

naissances. La mortalité qui survient à la naissance est principalement liée à la disparition des lapereaux les plus légers (Poigner *et al.*, 2000 et Szendrö, 2000).

Dans les élevages commerciaux français (réseau RENACEB qui représentent 85% des élevages cunicole français), Lebas (2010) rapporte une mortalité de 5,6% en 2009.

La mortalité périnatale des lapereaux est soumise à de grandes variations, elle se situe généralement autour de 7.5% (Lebas *et al.*, 1996). Coureaud *et al.* (2007) estiment que 14 % des lapereaux n'ont pas accès à la première tétée (colostrum), sachant que les tétées des 2-3 premiers jours sont critiques pour la survie du lapereau.

Dans les travaux de caractérisation du lapin local en Algérie, Zerrouki *et al.* (2007) enregistrent un taux de mortalité de 7,3% des nés totaux pour le lapin de la population blanche. Par ailleurs, Gacem *et al.* (2008) rapportent un taux supérieur (13,8 %) chez le lapin de la souche synthétique.

2.2. Mortalité de la naissance au sevrage

La mortalité pendant la période d'allaitement se situe en moyenne entre 8 et 12% (Lebas *et al.*, 1991). Dans les élevages français contrôlés le taux de mortalité sous la mère avoisine les 20%, selon Guerder (2002).

La mortalité enregistrée sous la mère, la première semaine d'âge des lapereaux, est de 13,3% selon Poigner *et al.* (2000). Un taux de mortalité de 8,4% a été obtenu la première semaine pour un taux de mortalité sous la mère de 15,4% par Planinc *et al.* (2011).

La mortalité qui survient dans les jours qui suivent la mise-bas est principalement liée à la disparition des lapereaux les plus légers (Poigner *et al.*, 2000; Szendrö, 2000; Perrier *et al.*, 2003). La maîtrise de l'homogénéité des poids de portée est donc un facteur qu'il faut prendre en compte pour améliorer la viabilité des lapereaux.

Marai et Rashwan (2004) rapportent un taux de mortalité avant le sevrage élevée (33%) dans un environnement subtropical.

Chez la lapine locale algérienne, Zerrouki *et al.* (2003) signalent une mortalité des lapereaux élevée de l'ordre de 13,3 %.

Les pertes des lapereaux ont des causes diverses, en dehors des problèmes pathologiques. Les facteurs génétiques, le poids à la naissance, la taille de la portée, la parité, le comportement de la mère à la mise bas, la production laitière ainsi que la saison de mise bas sont des facteurs souvent incriminés dans la mortalité des lapereaux.

La mortalité précoce chez le lapin est élevée, cela ne peut être expliqué uniquement par des facteurs génétiques, en effet, la mortalité avant le sevrage varie de moins de 10 jusqu'à 100% au sein des populations avec le statut génétique similaire (Rashwan et Marai, 2000). Cette forte variation suggère clairement que les facteurs liés à l'alimentation, à la gestion de l'élevage peuvent avoir un impact sur la santé et la mortalité des lapereaux.

3. Variation de la mortalité des lapereaux

3.1. Effet du type génétique

La valeur phénotypique pour un caractère donné est sous la dépendance de deux effets, les effets génétiques associés au patrimoine génétique et les effets du milieu dans lequel est placé ce patrimoine pour se reproduire. Chez le lapin, les aptitudes phénotypiques varient beaucoup entre races ou souches.

Pour un caractère donné, l'hétérosis est définie comme la supériorité de la population croisée par rapport à la moyenne des valeurs des deux populations parentales (Brun et Baselga, 2005). En cuniculture, les caractères de reproduction, en particulier, la viabilité des lapereaux montrent en général un effet d'hétérosis important (10 à 20%). La valeur de cet effet est établie sur la base de résultats moyens. L'hétérosis varie selon le caractère considéré (Verrier *et al.*, 2009).

Hulot et Matheron (1981) et Bolet *et al.* (2001) ont mis en évidence la complémentarité entre la souche INRA 2066 à intensité d'ovulation élevée et la souche INRA 1077, qui par ses effets maternels positifs assure une bonne viabilité embryonnaire. La survie embryonnaire dépend à la fois des effets directs et des effets maternels.

Plusieurs auteurs ont décrit les caractéristiques des souches ou des populations existantes dans différents pays tels que : Bolet et Saleil (2002) pour les souches INRA, Khalil (2002), pour les races égyptiennes, Barkok et Jaouzi (2002) pour une population locale du Maroc.

De Rochambeau *et al.* (1994) et Bolet (1994) rapportent de faibles valeurs d'héritabilité de la taille de portée à la naissance et au sevrage chez la souche Néo-Zélandaise ($h^2 = 0,03$ et $0,07$ respectivement).

Si les effets d'hétérosis directs sont rarement significatifs, les effets d'hétérosis maternels sur les tailles de portées dépassent fréquemment 10% (Verrier *et al.*, 2009), ces valeurs élevées s'expliquent autant par la distance génétique entre les souches parentales.

Le croisement entre deux races ramène systématiquement les fréquences alléliques vers des valeurs intermédiaires. Par ce biais, le croisement permet une augmentation de la variabilité génétique, ce qui peut permettre le redémarrage d'une sélection (Garreau *et al.*, 2008).

3.2. Effets maternels

Les effets maternels contribuent à la valeur phénotypique de l'individu par une influence assimilable à un effet du milieu (Hulot et Matheron, 1981). Ainsi, une partie de la variabilité qui existe entre les performances des lapereaux est due à ces facteurs.

L'âge de la lapine et son état physiologique (allaitante-gestante ou allaitante non gestante) influence la mortalité des lapereaux sous la mère. Coudert (1982), au sein des élevages français, a signalé que la mortalité des jeunes lapereaux diminue avec l'âge de la mère. L'effet de l'état d'allaitement dépend du stade de lactation et du nombre de lapereaux allaités. La simultanéité de la gestation et de la lactation entraîne une compétition entre les besoins nutritionnels pour la production de lait et ceux pour le développement de l'utérus gravide qui se réalise au détriment de la viabilité fœtale comme le rapportent Fortun-Lamothe et Lebas (1994). Ces mêmes auteurs observent une baisse des performances de prolificité chez les femelles allaitantes à savoir une augmentation de la mortalité après la naissance et considèrent l'allaitement comme un facteur défavorable sur le déroulement d'une nouvelle gestation notamment sur la survie embryonnaire. Les meilleures performances sont obtenues sur des femelles saillies en post-sevrage, en relation avec un meilleur statut énergétique et hormonal (Xiccato *et al.*, 2005).

Par ailleurs, Zerrouki *et al.* (2004) affirment que l'état d'allaitement des lapines n'influe pas sur la mortalité naissance sevrage des lapereaux.

La mortalité pré sevrage est en relation avec le rang de mise bas, elle est importante pendant les trois premières portées par rapport aux suivantes. Les faibles tailles de portées enregistrées dans les premières mises bas sont liées à une mortalité et à une mortalité naissance-sevrage plus élevées chez les primipares par rapport aux multipares (Afifi *et al.* 1992).

Hulot et Matheron (1981) et Bolet *et al.* (2007) rapportent également un effet significatif du rang de mise bas sur les composantes de la prolificité des lapines en France. De même, Kpodekon *et al.* (2006) notent, chez le lapin au Bénin, que plus le rang de mise bas augmente (1^{er} au 12^e rang), plus la mortalité est élevée (11 à 19 %)

Dans leur revue, Rashwan et Marai (2000) signalent un taux de mortalité des lapereaux sous la mère plus élevé chez les jeunes lapines et que cette mortalité est significativement plus élevée chez les primipares que chez les multipares. Poigner *et al.* (2000), Kpodekon *et al.* (2006) interprètent cette augmentation du taux de mortalité des lapereaux nés vivants par une insuffisance de la production laitière de la lapine.

Szendrö *et al.* (1991) et Hamilton *et al.* (1997) rapportent que la négligence maternelle, le cannibalisme et une mauvaise qualité du nid sont des causes régulièrement évoquées dans la mortalité naissance-sevrage des lapereaux.

La quantité de poils présente dans la boîte à nid montre des différences possibles entre les races et les fluctuations saisonnières, d'éventuelles corrélations entre la quantité de poils arrachés par la mère et les critères techniques de production ont été rapportées par Szendrö *et al.* (1991). Un développement correct de l'instinct maternel se caractérise également par l'absence ou la faible incidence de comportements aberrants tels que l'écrasement des lapereaux nouveau-nés par la mère (González-Redondo et Zamora-Lozano, 2008). Parfois, la femelle met bas, soit sans préparation du nid, soit en dehors du nid, ce qui a pour conséquence un cannibalisme souvent lié au stress de la lapine. Il est à signaler que les fortes mortalités et mortalités naissance-sevrage sont souvent associées à la mauvaise construction du nid (González-Redondo, 2010).

Une des toutes premières actions préventives en vue d'éviter le cannibalisme, consiste pour l'éleveur, à choisir un programme d'alimentation rationnelle capable d'éliminer toute carence. Il convient notamment d'assurer un apport en vitamines ainsi qu'en sels minéraux et plus précisément, en calcium et en phosphore, en vue de compenser les pertes importantes que subit l'organisme maternel pour la production d'un lait particulièrement riche permettant aux lapereaux de doubler leur poids au cours des premiers six jours de leur vie (Lebas, 2002).

La mortalité des lapereaux sous la mère dépend aussi des qualités maternelles principalement des capacités laitières des lapines qui influencent d'une manière significative la mortalité de lapereaux entre la naissance et le sevrage. Il existe une corrélation faible mais significative entre la viabilité des lapereaux à 7 jours et même à 28 jours d'une part et la production laitière par lapereau de 2 premiers jours qui suivent la mise-bas d'autre part (Lebas, 1974 ; Rashwan et Marai, 2000 et Zerrouki *et al.*, 2003).

En dépit de la vulnérabilité des lapereaux liée à leur relative immaturité, aux besoins alimentaires spécifiques, le lapereau dispose d'un certain nombre d'aptitudes comportementales et physiologiques qui lui permettent d'améliorer sa survie. La réponse à la phéromone mammaire, le comportement de coprophagie au nid, l'adaptation de son système digestif à la transition alimentaire constituent certains de ses atouts (Combes *et al.*, 2013b).

4. Facteurs liés à la portée

4.1. Effectif de la portée

La taille de portée représente un caractère d'importance économique chez le lapin, mais l'efficacité de la sélection pour la taille de portée est limitée par sa faible rentabilité. L'augmentation de la taille de la portée tend à accroître la mortalité avec 9,2 % vs 15,3% respectivement pour les portées de 8 et de 12 lapereaux et la mortalité la plus importante (63 %) est enregistrée durant la première semaine, selon Perrier *et al.* (2003).

Selon Bolet *et al.* (2007), Garreau *et al.* (2008), Layssol-Lamour *et al.* (2009) et Lenoir *et al.* (2011), l'homogénéité de la portée à la naissance est l'un des critères de sélection des souches commerciales. Cette sélection s'accompagne d'une réponse corrélée favorable sur la viabilité des lapereaux à la naissance et entre la naissance et le sevrage. Dans les lignées sélectionnées pour améliorer l'homogénéité des portées, la longueur et l'extensibilité de la corne utérine, ainsi que la distance entre fœtus sont significativement supérieures. Cette amélioration de l'espace disponible est susceptible de réduire cet effet de la position intra-utérine qui augmente l'hétérogénéité des portées.

4.2. Poids de la portée à la naissance

Le poids néonatal et l'impact de la première tétée influencent la survie et la croissance des lapereaux. Un faible poids à la naissance réduit les chances de survie uniquement pour des lapereaux qui ne tètent pas initialement (Coureaud *et al.*, 2000 et Coureaud *et al.*, 2003).

Coudert *et al.* (2003) et Maertens *et al.* (2006) rapportent une étroite corrélation entre le poids des lapereaux à la naissance et leur viabilité. En outre, selon, Poigner *et al.* (2000), la qualité des interactions mère-jeunes lapereaux pendant la première heure après la mise bas et la capacité de la lapine à fournir le colostrum contribuent à la survie des petits. Le colostrum est riche en composés protéiques et lipidiques, contient plus de lactose que plus tard dans la lactation et est riche en immunoglobulines nécessaires à la survie et au bien être du lapereau nouveau-né (Gyovai *et al.*, 2012),

La mortalité des jeunes lapereaux est associée à l'hétérogénéité des poids intra portée. De nouveaux développements méthodologiques ont permis de mettre au point des modèles statistiques pour la mise en œuvre de la sélection. Cette méthode permet de sélectionner une population pour un niveau de performances optimal en réduisant la variabilité des caractères autour de l'optimum, appliquée à l'INRA de Toulouse (France) avec la mise en place d'une

expérience de sélection divergente sur la variabilité des poids à la naissance des lapereaux (Garreau *et al.*, 2008).

5. Effet de l'alimentation et de la saison de mise bas

5.1. Effet de l'alimentation

L'alimentation des lapereaux est exclusivement lactée dans les premières semaines de vie (Lebas, 1969; Fotun-Lamothe *et al.*, 2005 et Hassan, 2005). Leur survie dépend donc de leur capacité à localiser rapidement la tétine maternelle lors de l'unique allaitement quotidien (Lebas, 2002). Le lait synthétisé, sécrété par la mamelle est adapté quantitativement et qualitativement aux besoins du ou des lapereaux. Lebas (1989) montre que la présence d'acides gras essentiels dans l'alimentation des lapines est importante pour que celles-ci restent en bonne santé et assurent une bonne production, une bonne taille de portée à la naissance et bonne viabilité des lapereaux.

L'une des voies de recherche pour la mise au point d'un aliment spécifique pour les lapereaux sous la mère est de fournir au microbiote caecal un substrat à base de fibres rapidement fermentescibles, afin de stimuler son implantation et son activité, dans le but de l'amener plus rapidement à un état stable, et de stimuler l'immunité digestive. Enfin, le système d'alimentation mère-jeune séparé pourrait également être utilisé dans le cadre d'une supplémentation en probiotiques (Combes *et al.*, 2013b).

L'ingestion d'aliment solide débute à partir de 17 jours d'âge, cette ingestion de granulé ne devient significative qu'à partir de 19-21 jours (Orengo et Gidenne, 2007). En parallèle, la cæcotrophie débute après 22 jours d'âge et se met en place à 28 jours d'âge (autour du sevrage). A partir du 25^{ème} jour, la part du solide dans l'alimentation devient conséquente. Au cours de cette période, le lait de la lapine est totalement ingéré. Cependant, l'ingestion du solide et de l'eau devient prédominante par rapport à celle du lait. La distribution d'un aliment riche en lignines (6,4% vs 4,5%) avant le sevrage permet de diminuer la mortalité (2,6% vs 6,1%) pendant l'engraissement selon Fortun-Lamothe *et al.* (2005).

Par ailleurs, lorsque des femelles sont nourries avec un aliment très riche en protéines (>18%), la production laitière augmente. On formule l'hypothèse que le lapereau aurait alors plus de mal à digérer le lait fourni en trop grande quantité, ce qui provoquerait des diarrhées (Boucher *et al.*, 2005).

Le sevrage précoce (21 jours) est aujourd'hui pratiqué mais les résultats ne sont pas satisfaisants d'un point des performances de croissance et de la mortalité des lapereaux, en revanche, l'alimentation précoce, se situant avant 21 jours, sans interruption de l'apport de lait pourrait permettre de sécuriser le sevrage, selon Coureaud *et al.* (2008).

5.2. Effet de la saison de mise bas

Les effets liés à la saison sont ceux inhérents principalement à la température. L'effet négatif des températures élevées (dans les climats chauds) sur les performances zootechniques du lapin, aussi bien en engraissement qu'en maternité, a été signalé par plusieurs auteurs (Finzi., 1990 ; Khalil et Khalil, 1991 ; Marai *et al.*, 2002). Les fortes températures affectent aussi bien la viabilité embryonnaire que la viabilité de la naissance au sevrage. Le lapin est résistant au froid, il présente au contraire une très faible capacité thermorégulatrice contre la chaleur et cela constitue un facteur limitant bien connu pour la cuniculture des pays à climat chaud

(Finzi *et al.*, 1992).

Lazzaroni *et al.* (1999) ont noté que la saison a une influence significative et signalent un effet négatif des températures et de l'humidité relative estivales sur la viabilité des lapereaux à la naissance et au sevrage, respectivement de 5,1 % et de 25,6%, alors qu'en automne, la mortalité au sevrage est moins importante (13,6%).

L'effet de la saison de mise bas sur le taux de mortalité naissance-sevrage a également été observé par Belhadi *et al.* (2002) et Zerrouki *et al.* (2003), ce taux est significativement plus élevé en hiver et en automne. La survie des lapereaux durant cette période est favorisée par la faible taille de portée avec un taux élevé en automne et en hiver (21,5 et 18%) par rapport aux périodes printanières et estivales (10,7% et 9,9%).

Le confort thermique du nid est en effet un élément déterminant de la survie des lapereaux. Il convient donc d'assurer à la femelle des conditions d'élevage qui permettent de réaliser ce comportement (Combes *et al.*, 2013b).

Le lapin est aussi sensible aux très faibles taux d'humidité mais aussi aux fortes variations journalières d'humidité et qu'une atmosphère très humide provoque des difficultés respiratoires et augmente les risques de certaines maladies (Finzi, 1990).

L'effet de la saison de mise bas sur le taux de mortalité à la naissance est également observé par Kpodekon *et al.* (2006) au Sud du Bénin avec un taux plus élevé (16,9%) en grande saison

de pluie (printemps), et un taux plus faible (10,4%) en petite saison de pluie (hiver), ainsi qu'il est de 15,2% et 14,4% respectivement pour l'été et l'automne.

Pour des raisons économiques, l'amélioration de la survie des lapereaux avant sevrage constitue un enjeu majeur pour la filière cunicole.

En conclusion, l'objectif essentiel de l'élevage du lapin, en Algérie, est de produire de la viande dans les meilleures conditions de rentabilité. Dans le système de production cunicole, la conduite d'élevage est un élément de base du fonctionnement et de l'organisation de la production. Selon l'objectif et les moyens disponibles, l'élevage peut être traditionnel ou rationnel.

La production de viande de lapin à un niveau rationnel nécessite la disponibilité et la maîtrise des différents facteurs de production (animaux reproducteurs sélectionnés, aliments complets granulés, ambiance contrôlée dans les bâtiments d'élevage).

La rentabilité économique d'un élevage cunicole dépend, entre autre, du taux de mortalité et de la croissance présevrage des lapereaux. Les taux de mortalité les plus élevés s'observent de la naissance au sevrage et varient fortement selon des facteurs endogènes et/ou exogènes. Il apparaît que l'amélioration des conditions d'élevage peut réduire le taux de mortalité et par conséquent, augmenter la productivité numérique au sevrage. Pour les portées de grande taille, une réduction du nombre de lapereaux de la portée par la pratique d'adoption peut améliorer les poids au sevrage et réduire la mortalité des lapereaux en période d'allaitement.

ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE IV : MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cette étude porte sur la contribution à l'acquisition des connaissances sur l'élevage de lapin de population locale en conditions de production locale. Cette investigation est motivée par l'engouement actuel pour le développement de la cuniculture en Algérie, en général et dans la région de Tizi-Ouzou, en particulier.

Des travaux antérieurs sur la caractérisation du lapin local ont été effectués en station expérimentales par Daoud-Zerrouki (2006) ; Mefti-korteby (2011) et Cherfaoui-Yami (2015) et des observations sur le terrain par des scientifiques par Belhadi et *al.* (2004), Saidj et *al.* (2010) et par des éleveurs professionnels. Ces observations indiquent une forte mortalité des lapereaux sous la mère, un poids faible à la naissance et de faibles performances de croissance des lapereaux. Les perspectives de ces études sont la recherche d'amélioration des performances de reproduction et de croissance du lapin local.

Les objectifs de nos recherches sont l'évaluation de la croissance et de la mortalité des lapereaux sous la mère et leurs facteurs de variations dans les conditions de production suivantes:

- un bâtiment aménagé du type élevage rencontrés chez les éleveurs de la région, avec des conditions d'ambiance non contrôlées,
- des reproducteurs disponibles avec deux phénotypes (blanc ou coloré),
- un aliment granulé mixte disponible sur le marché,

Peu de travaux ont fait l'objet d'investigations sur les caractéristiques des portées de la lapine locale dans les conditions d'élevage algériennes ainsi que l'impact des certains facteurs liés à l'animal et à l'environnement.

1. Matériel

1. 1. Lieu d'étude, bâtiment d'élevage et équipements

Le suivi des lapereaux sous la mère a été effectué dans un clapier pédagogique de L'ITMAS (Institut Technologique Moyen Agricole Spécialisé) de Boukhalfa, région située à 5km de la ville de Tizi-Ouzou et à une centaine de kilomètres de la capitale (Alger). La wilaya de Tizi-Ouzou est limitée au Nord par la méditerranée, au sud par la wilaya de Bouira, à l'Est la wilaya de Bejaia et à l'Ouest par la wilaya de Boumerdes. Sa superficie est de 2958 km². La région présente un climat humide avec une pluviométrie importante en hiver et chaud et sec en été.

L'expérimentation a débuté au mois de septembre 2006 et s'est poursuivie jusqu'au mois de juillet 2010.

Trois saisons de quatre mois chacune ont été définies en fonction des températures observées au cours de ces périodes. L'objectif de la définition des saisons est d'encadrer les quatre mois les plus chauds allant du mois de Juin au mois de Septembre que nous avons désigné par « été ». La période allant du mois de Février au mois de Mai est désignée par « l'avant été » et la période allant du mois d'Octobre au mois de Janvier par « l'après été ». Les températures (Minimum, moyenne et maximum) pour chaque saison sur les quatre années de suivi sont résumées dans le tableau II.

Tableau II: Températures relevées par la station météorologique de Tizi-Ouzou (minimales, moyennes et maximales) en °C (ONM de Tizi-Ouzou)

Saisons Temp. °C Années	Avant été (Février-Mai)			Été (Juin-Septembre)			Après été (Octobre-Janvier)		
	Mini.	Moy.	Maxi.	Mini.	Moy.	Maxi.	Mini.	Moy.	Maxi.
2006	11,5	16,9	22,4	19,9	26,8	33,8	11,5	16,6	22,0
2007	11,1	15,8	20,5	19,7	26,3	33,1	9,9	14,5	19,2
2008	10,4	15,8	23,4	19,9	26,5	33,2	10,2	14,5	18,7
2009	9,9	15,3	20,7	20,3	27,1	33,9	11,1	15,9	20,4
2010	10,8	15,9	20,8	18,9	25,9	33,0	11,1	15,9	20,7

Le bâtiment d'élevage ou clapier de l'ITMAS est un hangar en préfabriqué qui présente une structure en bois, soutenue sur une plateforme en ciment. Le plafond est également fait en bois; matériau isotherme qui permet de réduire les excès de température. Le toit est couvert par des tôles métalliques qui empêchent la pluie de pénétrer. L'aération du bâtiment se fait à travers de nombreuses fenêtres. Une rangée d'arbres borde le clapier, du coté Nord-Ouest, ce qui atténue légèrement l'effet des fortes chaleurs (Fig.3a, 3b et 3c).

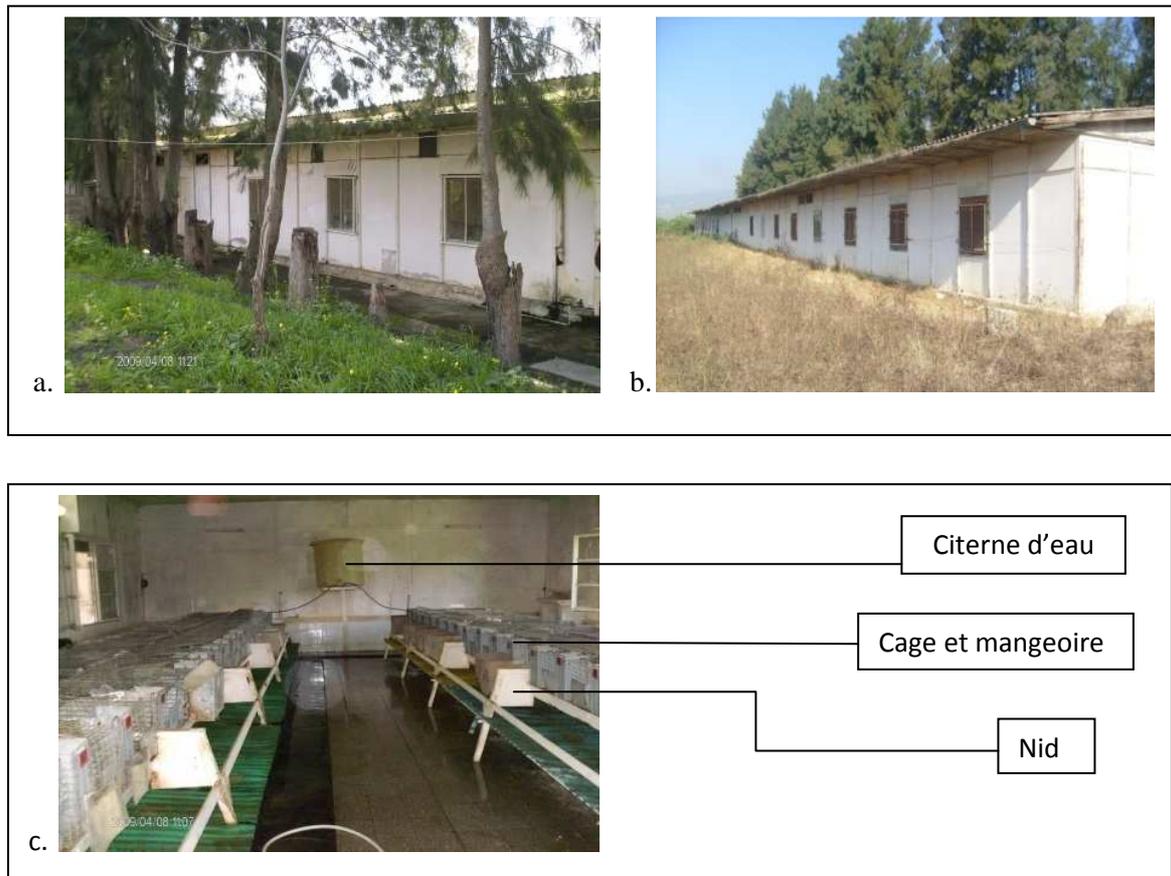


Figure 3: Vue de l'extérieur et de l'intérieur du clapier de l'ITMAS de Boukhalfa

a. Vue extérieure du clapier coté Nord-Ouest ; **b.** Vue extérieure du clapier coté Sud-est ; **c.** Vue intérieure de la maternité

Les animaux sont logés dans les deux blocs du bâtiment, un pour la maternité, l'autre pour l'engraissement. Le suivi s'est déroulé au niveau de la maternité d'une dimension de 6m×5m×3m. Les 80 cages sont disposées en Flat Deck (un seul niveau), chaque cage est munie d'une mangeoire et d'une boîte à nid en bois en cas de mise bas (Figure 3c). Durant toute la période de suivi, les conditions de température et d'hygrométrie à l'intérieur du clapier ne sont pas contrôlées (absence de chauffage en hiver et d'humidificateurs en été). L'éclairage du clapier est également naturel.

Le clapier est muni d'un pédiluve rempli d'un mélange d'eau et d'eau de javel pour la désinfection des chaussures. Le nettoyage du clapier se fait quotidiennement avec vérification des mangeoires et des boîtes à nid. Chaque semaine, les poils au niveau des cages sont brûlés au chalumeau. Un grand nettoyage du clapier est effectué régulièrement (une fois par mois).

1. 2. L'animal

L'élevage est installé depuis Janvier 1997 avec des animaux qui proviennent d'un élevage cunicole de Boulimat (Bejaïa) situé à environ 125 km du chef-lieu de Tizi-Ouzou. Ces animaux se caractérisent par une hétérogénéité dans leur phénotype ; des blancs (albinos et himalayen). Le type albinos présente un pelage blanc uni et des yeux rouges (Figure 4a). Le type himalayen ou californien (Figure 4b) a un pelage blanc avec les oreilles et le museau noirs (Arnold *et al.*, 2005).

Dans le phénotype coloré, plusieurs couleurs de robe sont distinguées (noir, gris, marron..) des exemples sont illustrés par les figures 4c et 4d.

Durant les années 1970, l'Algérie a importé quelques individus de lapins de races pures (Néo Zélandais, Californien, Fauve de bourgogne), élevés à la coopérative agricole de Draa-Ben-Khedda. Dans les années 1980, un autre programme est lancé, le cheptel de la coopérative agricole est issu des programmes de développement de la filière cunicole. L'importation de l'hybride «Hyplus» a été initiée au Centre par l'ORAC, à l'Ouest par l'ORAVIO et à l'Est par l'ORAVIE. L'absence de renouvellement à partir des lignées parentales, les croisements anarchiques et le remplacement de ces reproducteurs par des sujets de la population locale a donné un cheptel hétérogène dont sont issus les animaux suivis dans notre étude expérimentale.



Figure 4 : Phénotypes des animaux utilisés
a : Type albinos b : Type himalayen c et d : Type coloré

2. Méthodes

2.1. Conduite d'élevage

Les lapines sont mises à la reproduction à un poids moyen de 3kg et un âge qui varie entre 4 et 5 mois. Elles sont conduites en saillie naturelle, qui se fait généralement en début de matinée dans la cage du mâle. Lorsque la femelle n'est pas réceptive, elle est ressaillie de nouveau 3 ou 4 jours plus tard. La gestation est vérifiée par palpation abdominale 12 jours après l'accouplement; si elle est négative, les lapines sont accouplées de nouveau le jour même. Le rythme de reproduction adopté est le semi intensif qui consiste à ressaillir les femelles 10 à 12 jours après la mise bas. Il est à noter que les lapines qui ne sont pas saillies après plusieurs présentations au mâle ne sont pas systématiquement réformées.

En cas de saillie fécondante, les boîtes à nid sont placées 2 à 3 jours avant la date présumée de la mise bas, ce qui permet à la femelle de préparer son nid. Le comportement de la femelle à la mise bas (préparation du nid) joue un rôle important dans la survie de la portée. Lors de notre suivi, la paille et les copeaux de bois sont fournis à la femelle au moins 2 ou 3 jours avant la mise bas. Après la parturition, les femelles ont un libre accès au nid. Un contrôle de l'effectif et du poids de la portée est effectué deux fois par semaine jusqu'au sevrage. Les lapereaux sont sevrés en moyenne entre 28 et 32 jours, selon la disponibilité des cages d'engraissement. Au sevrage, le poids, le sexe et le phénotype des lapereaux sont notés avant d'être transférés dans la cellule d'engraissement.

Toutes ces informations sont enregistrées sur 2 types de fiches : fiche femelle et fiche de contrôle du poids de la portée (Annexes 1 et 2).

Un aliment unique est distribué à volonté aux deux catégories de lapins (reproducteurs et en engraissement), il est de nature granulé fabriqué au niveau de la SARL « production locale » à Bouzaréah (Alger). Il est constitué essentiellement de 25% de maïs, 36% de luzerne déshydratée, 26% de son de blé, 12% de tourteaux de soja et 1% de CMV (Complexes Minéraux-Vitamines). Les formulations sont réalisées en fonction de la disponibilité sur le marché local sachant que les matières premières utilisées en alimentation du lapin (luzerne, tourteau de soja, maïs) sont, quasiment, toutes importées.

2.2. Périodes d'élevage et contrôles effectués

Un cheptel expérimental a été mis en place à partir de la population locale décrite ci dessus, et suivi de Septembre 2006 à Juillet 2010, en population fermée. Un nombre de 209 lapines (138 blanches et 71 colorées) accouplées avec 43 mâles ont été suivis. Les femelles sont de parités différentes, composées d'un mélange de nullipares, primipares et multipares.

Un plan de croisement selon le phénotype des parents a été adopté en évitant toute consanguinité. Les quatre croisements selon le phénotype sont présentés comme suit : BlancXBlanc, BlancXColoré, ColoréXBlanc et ColoréXColoré (X : croisement).

Sur toute la durée d'étude, un total de 896 portées issues de ce cheptel est enregistré, les tailles de portée varient de 0 à 12 lapereaux vivants. Sur l'ensemble des portées, 590 ont fait l'objet de mesures pondérales de la naissance au sevrage. En fait, ce groupe de portées exclut les mises bas du début de contrôle, période au cours de laquelle les mesures de poids n'ont pas été effectuées.

2.3. Mesures effectuées sur les portées

Les reproducteurs exploités sont de divers phénotypes. Nous avons scindé le troupeau en deux lots : un lot de phénotype blanc (albinos et himalayen) et un second lot de phénotype coloré.

Les mesures réalisées lors de l'expérimentation sont :

- la quantité de poils arrachée par la femelle pour préparer le nid, trois niveaux (Fig.5) ont été pris en compte : absence de poils, faible quantité de poils et beaucoup de poils.



Figure 5: Trois niveaux définis de qualité du nid

a. Nid sans poils

b. Nid avec quantité faible de poils

c. Nid avec beaucoup de poils

- L'enregistrement du nombre de nés totaux, de nés vivants et de mort-nés (qui correspond au jour du contrôle) puis un suivi des effectifs est effectué jusqu'au sevrage ;
- La pesée de la portée deux fois par semaine de la naissance jusqu'au sevrage ayant lieu entre 28 et 32 jours selon la disponibilité des cages d'engraissement.
- Enregistrement du nombre de sevrés par portée ;
- Enregistrement de la couleur de la robe des lapereaux au sevrage ;
- Détermination du sexe des lapereaux au sevrage.

Les variables calculées sont :

- le taux de mortinatalité et le taux de mortalité naissance-sevrage.

La mortinatalité est le rapport entre le nombre de lapereaux trouvés morts lors du premier contrôle (le jour de la mise bas dans les élevages bien tenus) et le nombre total de lapereaux nés (vivants + morts).

$$\text{Taux de mortinatalité} = \frac{\text{Nombre de nés totaux} - \text{nombre de nés vivants}}{\text{Nombre de nés totaux}} \times 100$$

La mortalité Naissance-sevrage est le pourcentage moyen de la mortalité entre la naissance et le sevrage observée pour les lapereaux nés vivants

$$\text{Taux de mortalité naissance-sevrage} = \frac{\text{Nombre de nés vivants} - \text{Nombre de sevrés}}{\text{Nombre de nés totaux}} \times 100$$

- Le nombre de nés totaux, nés vivants et morts nés par mise bas
- Le poids moyen individuel à la naissance obtenu en divisant le poids de la portée à la naissance sur le nombre de nés vivants : **PMi=PPi / NVi**.

- le nombre de lapereaux sevrés par mise bas.
- La croissance des lapereaux est obtenue par les poids des portées divisés par le nombre de lapereaux, de la naissance jusqu'au sevrage.
- Le nombre de lapereau par phénotype au sevrage
- Le nombre de lapereaux par sexe au sevrage.

Les pesées sont enregistrées à l'aide d'une balance électronique de 10kg de portée, permettant de réaliser des mesures avec une précision de ±1g.

2. 4. Effets considérés

Les effets retenus pour l'analyse statistique des paramètres de croissance et de mortalité des lapereaux sont :

- Le phénotype avec deux niveaux : blanc et coloré.
- La saison de mise bas : 3 niveaux (Avant été, été et après été) ; avant l'été (de Février à Mai), l'été (de Juin à Septembre) et après été (d'Octobre à Janvier).
- L'année de mise bas : quatre niveaux ; 2007, 2008, 2009 et 2010 ;
- Le numéro de portée : l'ordre de portée est défini par 6 niveaux : portée 1 ; portée 2 ; portée 3 ; portée 4-5; portée 6, 7 et 8 ; portée 9 et plus ;

-La taille de portée : deux ensembles de portées ont été pris en compte d'une part, les 896 portées enregistrées à la mise bas (ensemble du fichier) et d'autre part, les 590 mises bas pour lesquelles le poids des lapereaux et la taille de portée ont été contrôlés au cours de la lactation. Pour les deux ensembles, les 7 classes ont été constituées comme suit : 1 à 3, 4-5, 6, 7, 8, 9-10, 11 à 14 lapereaux nés totaux.

- L'état physiologique au moment de la saillie est définie par cinq niveaux ; nullipares, primipares non allaitantes, primipares allaitantes, multipares non allaitantes et multipares allaitantes ;

- La qualité du nid (comportement maternel) distingué par trois niveaux ; niveau I (absence de poils) ; niveau II (peu de poils) ; niveau III (beaucoup de poils) selon la quantité de poils arrachée par femelle pour confectionner le nid.

Le nombre de portées pesées en fonction de l'âge du lapereau durant toute la durée de suivi est résumé sur la figure 6.

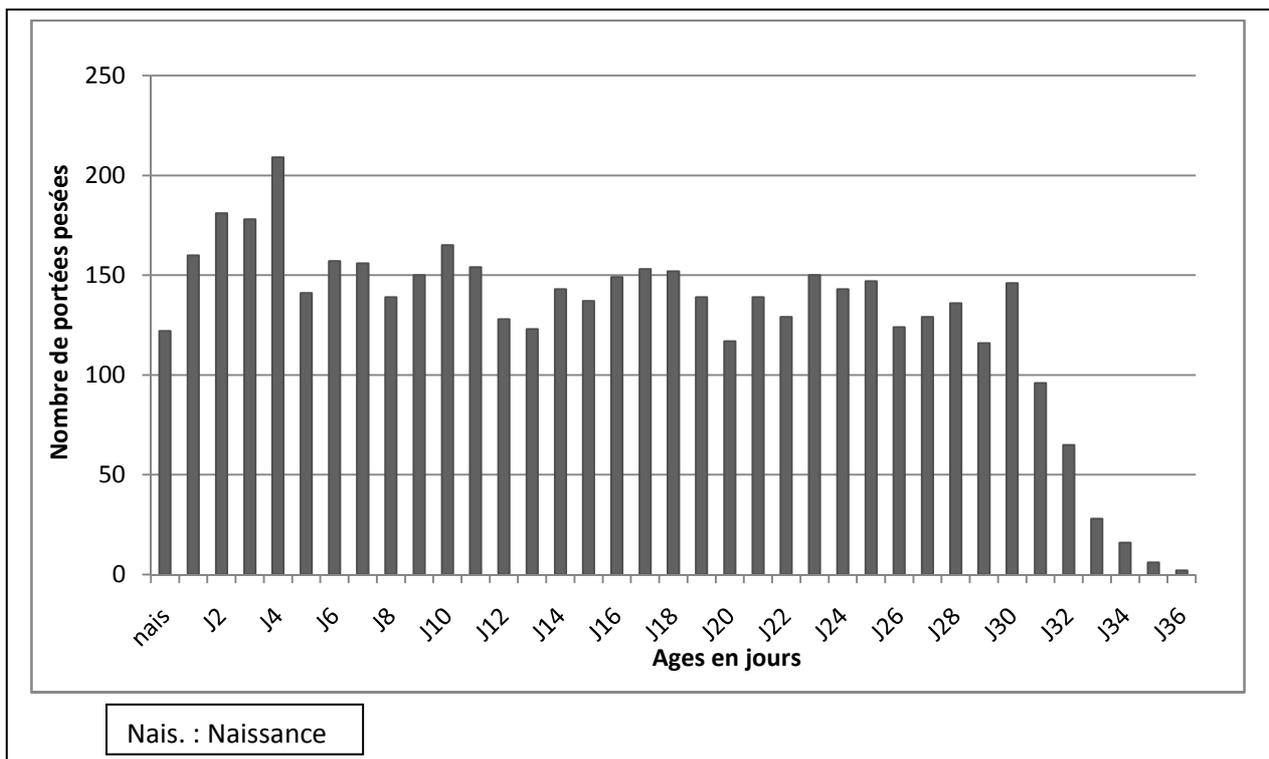


Figure 6: Nombre de portées pesées en fonction de l'âge des lapereaux durant la période de suivi

2.5. Traitements statistiques des résultats

Les traitements statistiques ont été réalisés à l’aide du logiciel SAS (2001, Version 8.2). Toutes les données recueillies et retenues ont été traitées pour obtenir une valeur moyenne et une dispersion (écart type et coefficient de variation). Une analyse de variance a été effectuée pour mettre en évidence les effets de certains facteurs liés à l’animal et/ou à l’environnement sur la mortalité et la croissance des lapereaux sous la mère.

Pour l’évolution du poids, tout au long de l’étude, le poids de chaque lapereau a été calculé par la division du poids de la portée par la taille réelle de la portée. Différentes régressions ont été calculées entre le poids individuel du lapereau et l’âge réel au moment de la pesée (Figure7). Les deux meilleures droites de régressions linéaires obtenues entre 0 et 23 jours et entre 24 et 30 jours ont été utilisées pour estimer le poids individuel et le poids de la portée à des âges standards de 7, 14, 21 et 28 jours (Annexes 4a, 4b, 4c et 4d). Comme mentionné précédemment, la pesée de la portée est effectivement effectuée 7 à 10 fois entre 0 et 32 jours, à différents moments, mais avec des intervalles qui ne dépasse pas 7 jours.

Les équations de la régression linéaire obtenues permettent d’estimer le poids du lapereau à différents âges sans recourir aux pesées quotidiennes (Lebas, 1970).

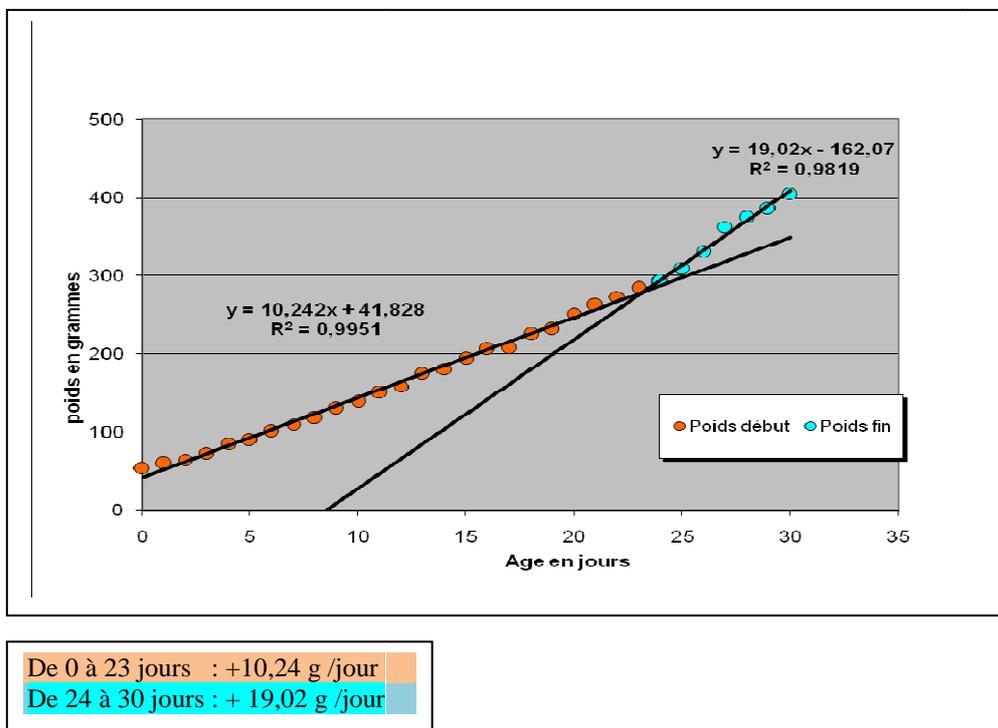


Figure 7: Droites de régression linéaire du poids moyen individuel des lapereaux en fonction de l’âge

Ainsi, le poids individuel à un âge standard de 7, 14, 21 et 28 jours a été estimé comme étant la moyenne de 1 à 3 poids efficacement mesurés autour de l'âge normal ± 3 jours, augmenté ou réduit du taux de croissance moyen durant cette période selon l'une des deux équations mentionnées ci-dessus. Pour la portée, l'estimation du poids à l'âge standard, c'est le poids individuel estimée multipliée par le nombre moyen de lapereaux présents au moment de la pesée. Pour le poids à la naissance, 112 portées ont été réellement pesées le jour de la naissance et ont été utilisés dans le calcul, car l'extrapolation à partir d'un poids contrôlée 3-5 jours plus tard avec l'équation mentionnée ci-dessus, a été considéré comme non convenable pour estimer le véritable poids à la naissance.

Le poids à différents âges entre la naissance et le sevrage a été mesuré pour 590 portées correspondant à 3795 lapereaux nés vivants. Les femelles ont été classées en fonction de deux phénotypes: "phénotype blanc", albinos et himalayen (124 lapines) et toutes les autres couleurs de robes sont classées comme «Phénotype coloré» (69 lapines). Le nombre de mâles utilisés est de 10 de chaque phénotype (blanc et coloré). En outre, pendant la première année de l'étude, les femelles ont été saillies par des mâles de phénotype inconnu (informations non enregistrées), qui représente 17% du nombre total des mises bas enregistrées.

2.5.1. Analyse statistique des mesures effectuées sur la portée

L'objectif de cette étude est de caractériser les performance de mortalité et de croissance des lapereaux en phase d'allaitement en élevage local où les conditions environnementales ne sont pas maîtrisées, où l'animal est nourri avec un aliment mixte disponible sur le marché et surtout des animaux sans aucune sélection préalable, élevés en population fermée. Les caractéristiques globales prises en compte sont ; la taille de portée, l'évolution des mortalités et du poids des lapereaux de la naissance au sevrage. Le phénotype (couleur du pelage) et le sexage des lapereaux, issus des différents croisements, au moment du sevrage.

Le cheptel suivi est constitué de 896 portées pour la mortinatalité et la mortalité naissance-sevrage. Parmi les 896 portées 560 ont fait l'objet d'un suivi de la croissance en phase d'allaitement. Nous avons noté la qualité du nid pour 394 portées, le phénotype des lapereaux pour 334 portées et le sexage pour 340 portées (Figure 8).

Les tailles de portée sont réparties comme suit : 1 à 3, 4 et 5, 6, 7, 8, 9 et 10, 11 à 14 lapereaux nés totaux. Étant donné que le nombre de portées avec moins de 4 lapereaux nés vivants est faible, ils ont été combinés en un groupe désigné comme groupe "1-3" et les portées avec plus de 10 lapereaux nés vivants apparaissaient rarement et ont été regroupés dans le groupe «11+»).

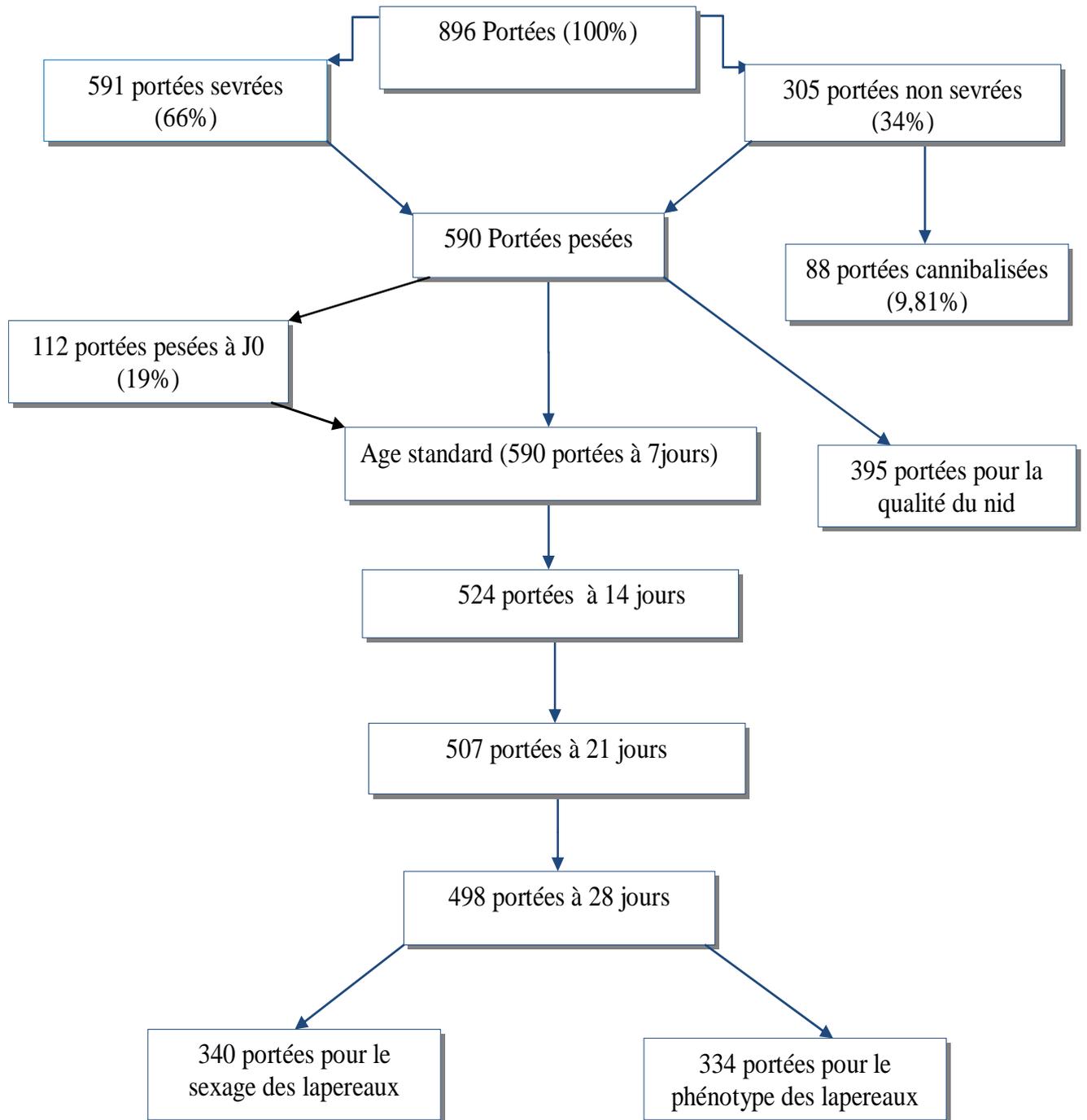


Figure 8 : Nombre de portées utilisées pour l'étude des caractéristiques des lapereaux sous la mère

Sur les différents échantillons, des tests statistiques ont été effectués en fonction des paramètres analysés.

Après toutes ces analyses, nous avons retenu les valeurs moyennes et leur dispersion : écart-type sous la forme $M \pm SEM$ suivies des coefficients de variation. Quant aux résultats en pourcentage, le test du χ^2 est utilisé pour comparer les valeurs deux à deux.

2.5.2. Analyse statistique de la croissance des lapereaux

L'objectif de cette partie est d'étudier l'effet du phénotype de la lapine (limité à la couleur de la robe gérée par le locus C), la parité et la période de mise bas sur la taille de la portée, le poids de la portée et le poids individuel à la naissance et à des âges standards de 7, 14, 21 et 28 jours (Figure 9). La parité a 6 niveaux: 1, 2, 3, 4-5, 6-8, 9 et plus.

Les portées sans lapereaux vivants le jour de la première pesée ont été exclues. L'analyse des données est réalisée en utilisant le programme SAS (2001) à la procédure mixte pour la taille et le poids des portées ainsi que le poids individuel à des âges standards. Dans une première étape, les effets fixes pris en considération sont le phénotype du père et de la mère, l'année et la saison de mise bas, la parité de la femelle et toutes les interactions 2x2. Le phénotype père a trois niveaux: albinos, coloré et de phénotype inconnu. Le phénotype de la mère a deux niveaux : blanc ou coloré. La saison a également 3 niveaux de facteur : « l'avant l'été », « l'été » et « l'après été ».

Etant donné que le phénotype du père et les interactions phénotype père-phénotype mère ne sont pas significatives, dans une deuxième étape, le modèle mixte est appliqué à tous les paramètres analysés avec le phénotype de la mère, la parité, l'année et la saison de mise bas comme facteurs fixes et le numéro de la mère comme facteur aléatoire. Dans le texte et les tableaux, les performances moyennes seront présentées séparément pour chaque facteur fixe, sous forme de moyennes des moindres carrés \pm l'écart-type des moindres carrés, correspondant au modèle statistique mixte retenu. En cas d'effet significatif, les moyennes ont été classées par le test de Duncan.

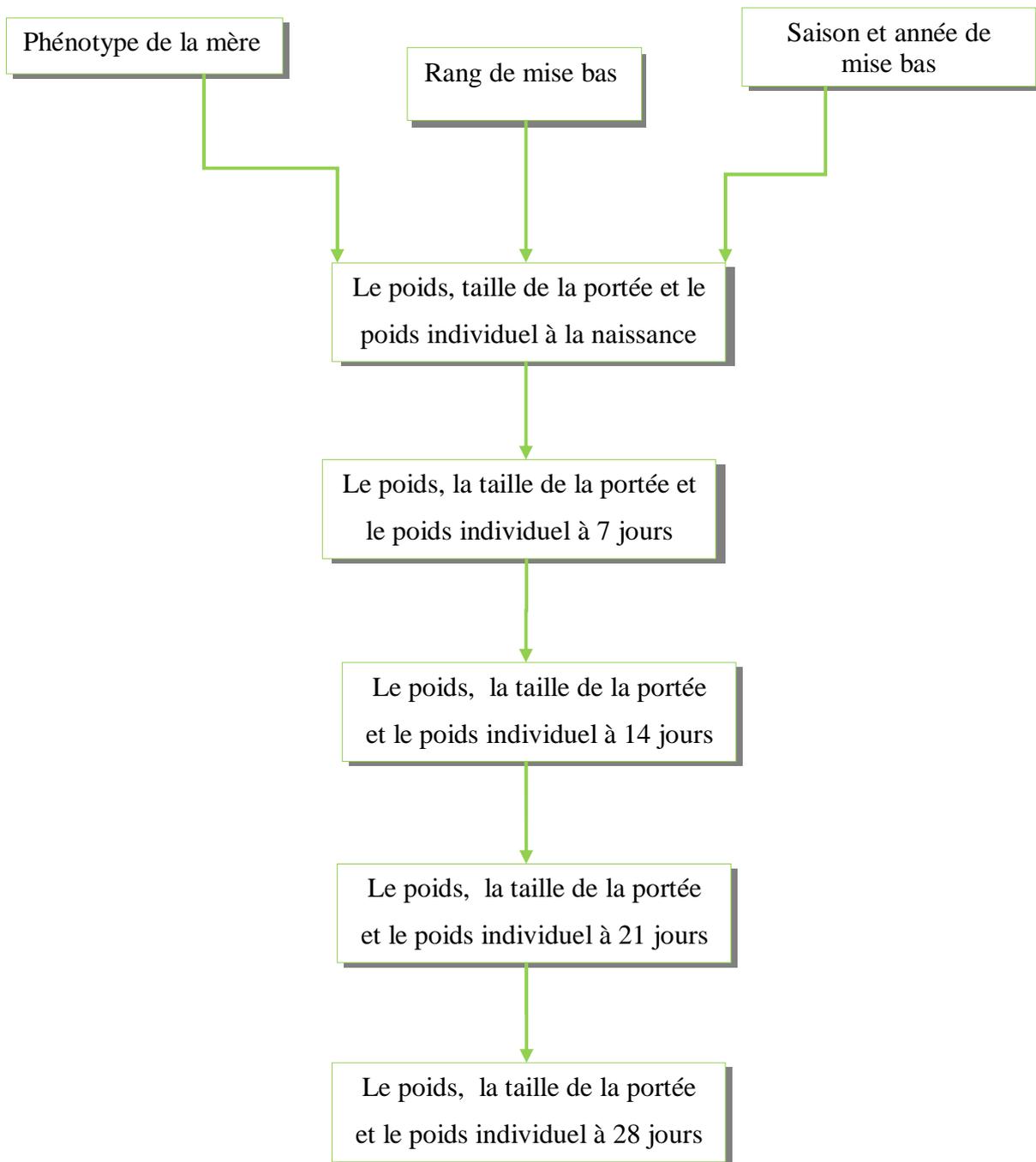


Figure 9: Récapitulatif de l'étude de la variation du poids et de la taille de la portée et du poids individuel du lapereau

2.5.3. Analyse statistique de la mortalité des lapereaux

L'objectif de cette partie est d'étudier l'effet du phénotype, l'état physiologique de la lapine, la qualité du nid et la saison de mise bas sur la taille de la portée, la mortalité et la mortalité naissance-sevrage des lapereaux.

Dans une première étape, le modèle statistique comprend les effets fixes du phénotype (couleur du pelage) à deux niveaux: blanc ou coloré de la femelle, du mâle, la saison de mise bas avec trois niveaux : La parité des femelles a six niveaux: 1, 2, 3, 4-5, 6-8, 9 et plus. Le numéro des femelles (193 lapines incluses dans le modèle) est considéré comme un facteur aléatoire à cause des répétitions de portées, l'année de mise bas (2006-2010) intra-saison, l'état physiologique de la femelle à la saillie avec cinq niveaux : nullipares allaitante, primipare allaitante non gestante, primipare allaitante gestante, multipare allaitante non gestante et multipare allaitante gestante et les interactions entre tous les facteurs, deux à deux.

Dans une deuxième étape, les effets non significatifs sont rejetés, ce qui nous permet d'utiliser l'ensemble des données avec un modèle statistique, y compris les effets fixes définis ci-dessus par la couleur de la robe des lapines, la qualité du nid, la saison de mise bas, l'année de mise bas dans la saison, la parité et l'état physiologique de la femelle au moment de la saillie (allaitante ou non allaitante) (Figure 10); il comprend aussi l'effet aléatoire de la lapine au sein de la couleur de la robe, qui est également utilisé comme effet résiduel pour tester la signification de l'effet de couleur de la robe.

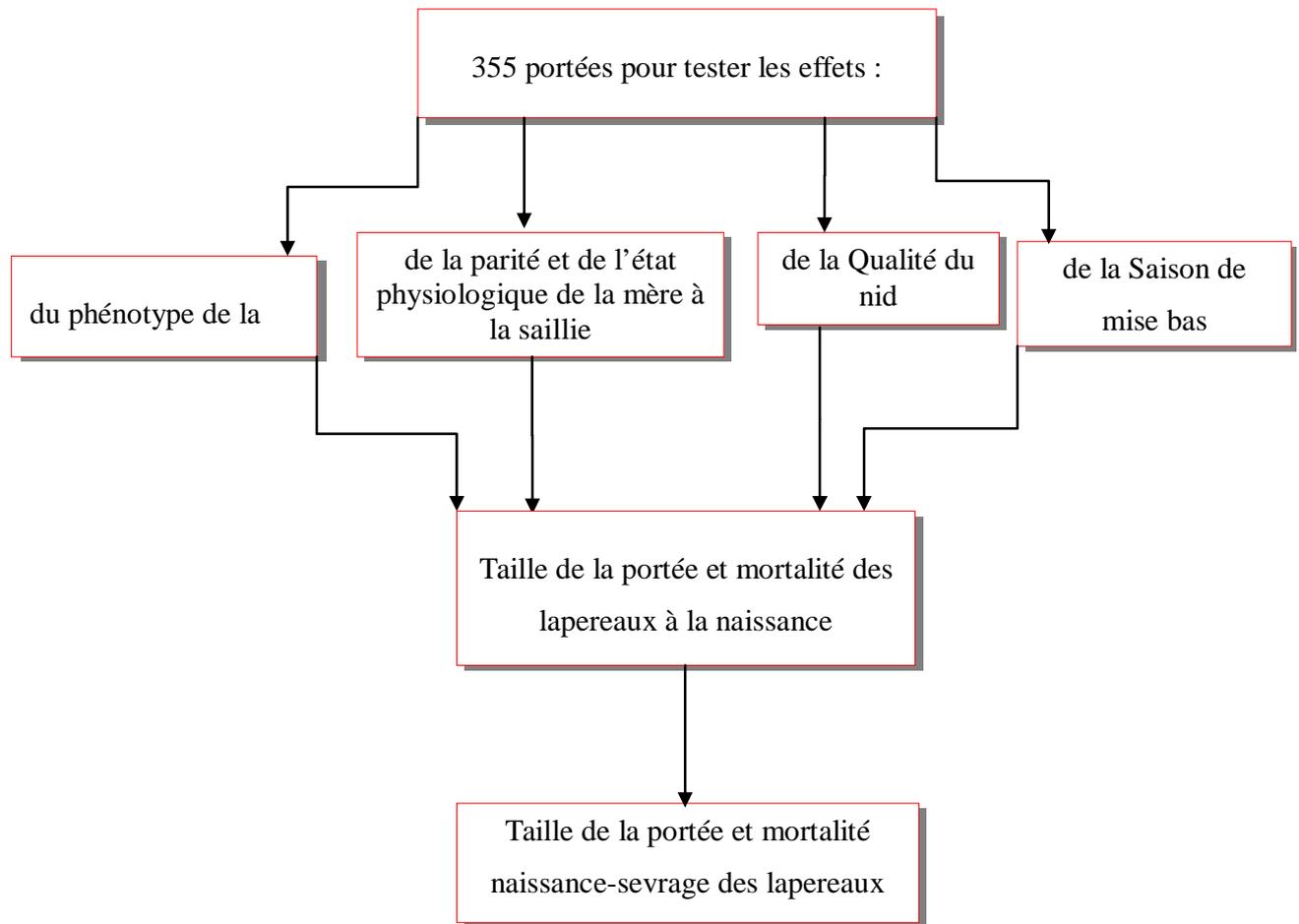


Figure 10 : Récapitulatif de l'étude de la variation de la mortalité des lapereaux

RESULTATS ET DISCUSSIONS

1. Caractéristiques de la portée

1.1. Taille et poids des portées

Les tailles moyennes des portées à la naissance et au sevrage sont représentées dans le tableau III. Nos résultats montrent que les femelles sont peu prolifiques notamment au sevrage. Sur l'ensemble des mises bas enregistrées (896) et analysées, les moyennes obtenues sont de $6,98 \pm 2,43$ nés totaux, $5,84 \pm 3,10$ nés vivants et $3,56 \pm 3,06$ lapereaux sevrés. Le taux de sevrage obtenu est de $66 \pm 47\%$. En tenant compte des portées ayant au moins un né vivant, le nombre moyen de sevrés est de $5,34 \pm 2,05$.

Les valeurs des coefficients de variation (34% pour les nés totaux, 35% pour les nés vivants et 84% pour nombre de sevrés) témoignent d'une grande hétérogénéité de cette population. L'absence de sélection, l'absence d'homogénéisation des portées et les mauvaises conditions d'élevage seraient à l'origine de cette faible prolificité et de ces fortes variations.

La taille des nés totaux et nés vivants est légèrement inférieure à celle obtenue par Zerrouki *et al.* (2005a) avec 7,2 nés totaux et 6,2 nés vivants chez la lapine locale, celle de Zerrouki *et al.* (2008) avec 7,14 nés totaux et 6,67 nés vivants et celle de Cherfaoui *et al.* (2013) avec 7,05 nés totaux et 6,16 nés vivants chez la lapine de population blanche.

Un projet d'amélioration du lapin local a été initié par l'ITELV en collaboration avec l'INRA de Toulouse (France) avec la création de la souche synthétique ITELV2006. En effet, Gacem *et al.* (2009) ont réussi à obtenir 9,5 nés totaux et 8,74 nés vivants par portée dans des conditions d'élevage mieux contrôlées. En outre, dans une comparaison entre la lapine locale, la lapine blanche et la lapine de la souche synthétique, Zerrouki *et al.* (2014) ont rapporté une prolificité de la souche synthétique significativement plus élevée que celle des 2 populations locales avec +2,1 et +2,8 nés totaux, +2,1 et +2,6 nés vivants en comparaison avec la lapine blanche et la lapine locale.

Comparée au lapin local des pays voisins, tels que la Tunisie et le Maroc, nos résultats sont plutôt similaires. Du fait des conditions d'élevage proches, Kennou et Bettaib (1990) ont obtenu une moyenne de 6,32 nés totaux et 6,20 nés vivants, en Tunisie et Jaouzi *et al.* (2006) ont rapporté une moyenne de 6,23 nés vivants par portée, au Maroc.

Tableau III : Caractéristiques de la portée de lapereaux sous la mère

Variables	Nombre d'observations	Moyenne±Ecart type	Mini.	Maxi.	Coef. de variation%
Nés totaux /portée	896	6,97±2,43	1	14	34
Nés vivants/portée	896	5,84±2,06	0	13	35
Mort-nés/portée	896	1,13±2,06	0	12	182
Sevrés/mise bas	883	3,56±3,06	0	11	85
Taux de sevrage (%)	883	66±47	0	100	71
Age au sevrage (j)	463	30,35±1,84	26	39	06
Sevrés/portée	591	5,34±2,05	1	10	38
PMPN (g)	112	395,71±138,59	30	695	35
P.ind Naissance (g)	112	54,41±11,00	30	85	20
Nb lap Naissance	112	7,37±2,46	1	14	33
PMP à 7j (g)	590	641,48±229,98	57,40	1309,50	35
PMI 7 j (g)	590	111,39±39,75	37,02	775,60	35
Nb lap 7 j	590	6,06±2,31	1	12	38
PMP à 14 j (g)	524	987,37±328,29	100,60	1842	33
PMI 14 j (g)	524	181,57±54,31	77,34	493,45	29
Nb lap 14 j	524	5,82±2,24	1	11	38
PMP à 21 j (g)	507	1345,28±432,78	232,80	2818	32
PMI 21 j (g)	507	263,44±89,53	135,71	635	33
Nb lap 21 j	507	5,68±2,23	1	10	39
PMP 28 j (g)	498	1874,61±616,94	386	4150	32
PMI 28 j (g)	498	370,04±112,98	164,50	866,50	36
Nb lap 28 j	498	5,50±2,16	1	10	39
Cannibalisme	896	9,50±0,29%	0	1	31

PMPN: Poids Moyen portée à la naissance, PMP: Poids Moyen Portée, PMI: Poids Moyen individuel, Nb lap: Nombre de lapereaux, j : jour, Pind : poids individuel du lapereau

En considérant l'ensemble des portées, nous avons constaté que le nombre moyen de sevrés est très faible, il représente près de la moitié de la moyenne des nés totaux. La mortalité de quelques lapereaux ou des portées entières est à l'origine de cette faible prolificité au sevrage. La moyenne des sevrés par portée ayant au moins un né vivant ($5,34 \pm 2,05$) est proche de celle enregistrée par Zerrouki *et al.* (2005a) ; Zerrouki *et al.* (2007) ; Mefti-Kortebay *et al.* (2010) et Cherfaoui *et al.* (2013) sur cette même population. Cependant, Gacem *et al.* (2009) obtiennent une moyenne de 7,08 sevrés pour la souche synthétique, résultat encourageant pour développer la production du lapin en Algérie.

Nos valeurs de prolificité au sevrage sont meilleures que celles obtenues en Tunisie par Kennou et Lebas (1990) avec 3,88 sevrés par portée, en Egypte par Khalil (2002) avec 3,8 chez le Baladi Black. Par ailleurs, la valeur obtenue sous les conditions marocaines par Jaouzi *et al.* (2004) est meilleure, avec 6,8 lapereaux sevrés par portée.

Comparée aux souches françaises, la prolificité de nos lapines s'avèrent faible et inférieure à celles des femelles sélectionnées de race Néo-zélandaise et Californiennes dans les travaux de Pujardieu et Theau-Clément (1995) en saillie naturelle. Ces auteurs ont obtenu une moyenne de nés totaux de 8,19, de nés vivants de 7,72 et de sevrés de 6,60 chez une souche A1077, dans des conditions d'élevage contrôlées.

Le poids de la portée et le poids individuel à la naissance est de $395,71 \pm 138,59$ g et de $54,41 \pm 11$ g respectivement. Le poids du lapereau à la naissance est similaire à celui obtenu par Gacem *et al.* (2009) pour les lapereaux de la souche synthétique. Il est, cependant, meilleur que celui enregistré par Zerrouki *et al.* (2007) ; Moulla et Yakhlef (2007) qui est de l'ordre de 51g et de 49,28g respectivement pour la même population.

Dans certains pays où les conditions d'ambiance sont similaires aux nôtres, le poids du lapereau à la naissance a une valeur plus faible que celle que nous avons obtenue. En effet, Hajj *et al.* (1998) ont rapporté 45g pour le lapin local au Liban et Saleh *et al.* (2005) 40,3g pour le Baladi black en Egypte. En comparaison avec le poids individuel des souches sélectionnées pour leurs performances pondérales, Gidenne *et al.* (2013) rapportent une valeur de 71,5g.

Par ailleurs, le poids de la portée enregistré dans notre étude est de 395,71g, il est relativement important et se situe entre le poids de la portée chez la souche synthétique et celui de la portée chez la population blanche, rapportées par Zerrouki *et al.* (2014) avec respectivement 452,4g et 399,3g.

Au sevrage (30 jours), le poids moyen individuel enregistré est de 404 g, qui se rapproche de la valeur enregistrée par Zerrouki *et al.* (2008) pour les lapereaux de la population locale avec 450g. Cependant, le poids obtenu au sevrage est plus faible en comparaison avec les poids obtenus par Belhadi *et al.* (2002) qui rapportent un poids individuel de 599g. La valeur obtenue dans notre étude est faible par rapport à celle obtenue chez des races ou des souches sélectionnées pour leur performance de croissance. En effet, Poujardieu et Theau-Clément (1995) ont enregistré un poids moyen au sevrage de 629 g quant à Lazzaroni *et al.* (1999), le poids au sevrage est de 946 g chez le lapin local, gris de Carmagnola (Italie). De même, Bolet *et al.* (2001) ont rapporté un poids au sevrage de 826 g et 925 g, respectivement, pour la souche C77 et le lapin argenté de Champagne.

1.2. Evaluation des taux de mortalité

La moyenne des mort-nés par portée est de $1,13 \pm 2,06$ (Tableau III), avec un coefficient de variation très élevé, ce qui confirme la très grande variabilité de la mortalité des lapereaux de la population étudiée. La mortinatalité et la mortalité naissance-sevrage ont été calculées en tenant compte de la taille de la portée.

La taille des portées varie entre 1 et 14 lapereaux par portée (Tableau IV). Les taux de mortinatalité obtenus sont élevés et sont de l'ordre de 16,31 vs 7,55% pour respectivement l'ensemble des portées (896) et les portées avec au moins un né vivant (590).

Nous avons enregistré une forte mortalité naissance-sevrage de l'ordre de 39,80 pour l'ensemble des portées (896) et 30,84% pour les portées ayant au moins un lapereau né vivant (590). Le phénomène de cannibalisme représente $9,50 \pm 0,29\%$ de l'ensemble des portées.

Alors que la mortinatalité se réduit significativement et assez régulièrement lorsque la taille de portée s'accroît de 4-5 lapereaux à 9-10 lapereaux nés totaux, la mortalité naissance-sevrage ne présente pas de relation simple avec l'augmentation de la taille de portée à la naissance.

1.2.1. Mortinatalité

Le taux de mortinatalité enregistré (Tableau IV) est élevé (16,31 %). Cette valeur aurait été inférieure si les visites du clapier se faisaient quotidiennement. En effet, nous avons considéré comme mort-nés les lapereaux retrouvés morts le jour de la première visite, sauf pour les 112 portées dont les informations sont effectivement enregistrées le jour même de la mise bas. La mortinatalité globale des lapereaux de cette population est élevée et varie en fonction de la taille de la portée. Elle est inversement proportionnelle à la taille de la portée ;

exception faite pour la taille de portée de 11 à 14 lapereaux. Le nombre réduit d'observations pour cette classe (portée de 11 à 14 lapereaux) serait à l'origine de cette importante mortalité. Nos valeurs sont plus élevées que celles rapportées par Belhadi *et al.* (2002), Berchiche et Kadi (2002) avec un taux de 9,34% et 12,77% respectivement, mais similaires à celle enregistrée par Zerrouki *et al.* (2005) avec 16%.

Le taux de mortalité enregistré par Fellous *et al.* (2012) n'est que de 5,02 % sur la même population, mais dans de meilleures conditions d'élevage.

Sur les lapines locales tunisiennes, Kennou et Lebas (1990) enregistrent une mortalité plus importante de l'ordre de 24%. Cependant, en Egypte, Khalil (2002) note 7% de mortalité pour la race Baladi rouge et Ouyed *et al.* (2007) obtiennent 18,3% pour la race Géant de Bouscat.

Tableau IV: Mortinatalité et mortalité des lapereaux sous la mère en fonction de la taille de la portée (l'ensemble des portées=896)

Taille de portée à la naissance	Nombre d'observations	mortinatalité	mortalité sous la mère
1-3	77 (08,59%)	29,07% a	37,70%
4-5	155 (17,29%)	28,35% a	36,22%
6	126 (14,06%)	21,69% b	40,20%
7	139 (15,51%)	17,88% c	34,67%
8	156 (17,41%)	11,78% d	44,78%
9-10	181 (20,20%)	9,24% e	37,47%
11-14	62 (6,91%)	18,08%cb	46,72%
Probabilité Khi ² global		P<0,0001	P<0,0001
Moyenne générale		16,31%	39,80%
Nombre de lapereaux		6254	5234

a, b, c: les moyennes n'étant pas suivies de la même lettre sont significativement différentes à P <0,05.

Dans un élevage contrôlé, la mortalité à la naissance ne doit pas dépasser 8%, selon, Briens (2011), ce taux représente un seuil d'alerte et rapporte que la mortinatalité dans les élevages cunicole français est de 5,6%.

Le taux de mortinatalité obtenu dans notre étude reste largement supérieur à la valeur de 7,5% recueillie par Coutelet (2015) dans les élevages rationnels français. Il faut noter, par ailleurs, que l'une des causes de mortinatalité évoquée par les auteurs est souvent le faible poids à la naissance. Les lapereaux les plus légers sont susceptibles de mourir très vite ou, s'ils survivent, d'être plus sensibles aux maladies (Poigner *et al.*, 2000). Il est possible, en homogénéisant le poids des portées par des transferts de lapereaux, d'augmenter les chances de survie des plus chétifs (Perrier *et al.*, 2003).

1.2.2. Mortalité entre la naissance et le sevrage

Sur l'ensemble des portées, la mortalité naissance-sevrage est évaluée à 39,80% (Tableau IV). Il s'agit d'une forte mortalité due, d'une part, aux cas de cannibalisme qui représentent 9,5%, d'autre part aux mauvaises conditions d'élevage et à l'hétérogénéité des portées. Sur les portées ayant au moins un né vivant, la mortalité naissance-sevrage est évaluée à 30,84% (Tableau V). La plus forte mortalité a été enregistrée entre 7 et 14 jours (13,01% des nés vivants), contrairement à la littérature qui rapporte en général, une mortalité plus importante entre 0 et 7 jours (Lebas, 1974 ; Delaveau, 1982, Zerrouki *et al.*, 2003).

Kadi *et al.* (2005) enregistrent une mortalité importante à la naissance (17%) qui caractérise le lapin de population locale algérienne et estiment que près de 64% de ces mortalités sont enregistrées durant la première semaine après la mise bas, particulièrement, durant les trois premiers jours (71.8% des mortalités enregistrées durant cette semaine). La majeure partie de ces pertes semble s'expliquer par le faible poids des lapereaux à la naissance (49.5g).

Le taux de mortalité naissance-sevrage augmente lorsque la taille des portées est plus importante : l'adoption de lapereaux en surnombre par une autre mère permet de leur assurer une meilleure viabilité.

L'effet de la taille de la portée sur la mortalité des lapereaux de la naissance au sevrage a été également rapporté par Lebas (2002) ; Zerrouki *et al.* (2003) et Kpodekon *et al.* (2006).

Tableau V: Mortinatalité et mortalité des lapereaux sous la mère en fonction de la taille de la portée (Portées ayant au moins un né vivant=590)

Taille de portée à la naissance	Nombre de portées	Mortinatalité	Mortalité Nais-Sevrage	Mortalité cumulée (base nés vivants)			
				0 – 7 j	0 – 14 j	0 – 21 j	0 – 28 j
1 à 3	36 (06,10%)	13,33%	29,49%	3,85%	20,51%	29,49%	30,77%
4 et 5	88 (14,91%)	8,87%	23,24%	5,95%	14,86%	19,73%	25,14%
6	83 (14,06%)	9,84%	30,96%	8,91%	24,50%	26,73%	30,07%
7	95 (16,10%)	6,77%	26,29%	4,52%	17,90%	23,39%	27,74%
8	110 (18,64%)	7,73%	37,56%	10,34%	26,97%	31,16%	33,74%
9 et 10	133 (22,54)	5,25%	30,35%	10,74%	19,95%	24,89%	27,71%
11 à 14	45 (07,62)	9,57%	44,49%	18,14%	34,13%	38,44%	43,20%
Probabilité Chi²		=0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Moy.gle		7,55%	32,23%	9,76%	22,77%	27,34	30,84%
Nombre de lapereaux		4289	3965	3965	3965	3965	3965

a, b, c: les moyennes n'étant pas suivies de la même lettre sont significativement différentes à P <0,05.

La mortalité cumulée pendant la période observée est de 30.84% à 28 jours (tableau V). Le fractionnement de la mortalité moyenne de 0 à 28 jours entre les différentes semaines donne un nombre de lapereaux morts significativement différent entre les premières périodes (mort-nés, 0-7 jours, 7-14 jours, 14-21 jours et 21-28 jours) respectivement 9,76% vs 13,01% ($P < 0,001$) ; 9,76% vs 4,57% ($P < 0,001$) ; 9,76% vs 3,51% ($P < 0,001$) ; 13,01% vs chacune des 3 autres semaines : ($P < 0,01$) ; 4,56% vs 3,50% ($P = 0,017$).

La mortalité des lapereaux au cours de la période d'allaitement augmente à mesure que la taille de la portée augmente. Cela est dû au fait que les lapereaux d'un faible poids à la naissance dans les grandes tailles de portées doivent rivaliser pour la tété (Szendrő *et al.*, 1996; Rashwan et Marai, 2000, González-Mariscal, 2001). Cependant, selon Bautista *et al.* (2003), les grandes tailles de portée ont l'avantage d'augmenter leur chance de survie du à l'amélioration de l'efficacité thermique qui contribue à maintenir le nid suffisamment chaud.

La mortalité périnatale des lapereaux est plus élevée que celle décrite dans la littérature, elle est potentiellement soumise à de grandes variations et se situe généralement autour de 7,5% (Lebas *et al.*, 1996). La mortalité pendant la période d'allaitement est également élevée, que le taux de mortalité des lapereaux jusqu'au sevrage atteint 39,8% des nés totaux, une valeur proche de celle obtenue par Parer *et al.* (1987) chez les lapins sauvages (38,9%). Cette mortalité avant le sevrage est nettement supérieure à celle rapportée par Rashwan et Marai (2000) avec une moyenne de 20%.

La mortalité moyenne cumulée dans les trois premières semaines est d'environ 27,34%, largement supérieure à celle obtenue par Poigner *et al.* (2000), dans les trois premières semaines avec 3,3%.

Dans notre étude, les pertes dans la dernière semaine avant le sevrage est relativement faible, nous avons enregistré 3,50% (Figure11).

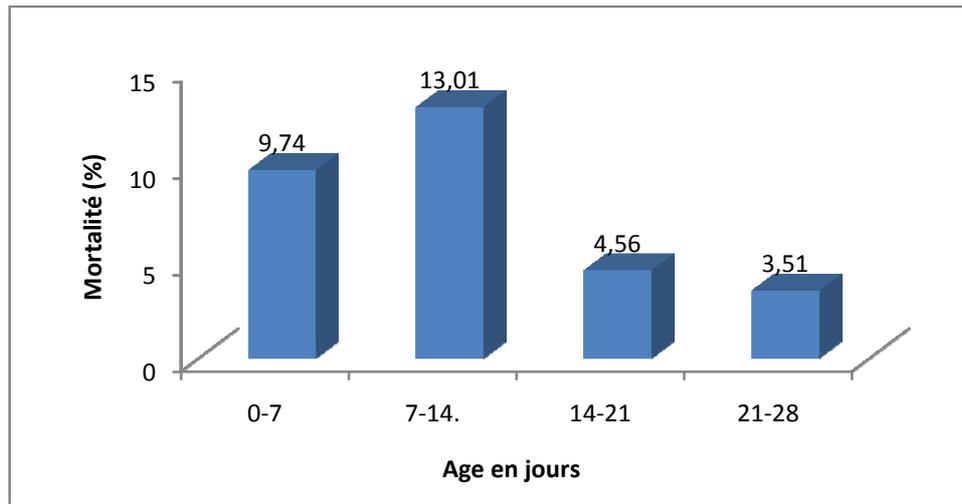


Figure 11 : Mortalité naissance sevrage en fonction de l'âge du lapereau

A remarquer toutefois que, les effectifs à 7, 14, 21 et 28 jours sont des effectifs estimés d'après la taille de portées observée lors des pesées pratiquées à jours "variables" au cours de chaque semaine. En moyenne, 70,1% des lapereaux entre la naissance et le sevrage sont morts avant 14 jours (22,77 / 32,23 Fig. 11).

1.3. Evolution du poids moyen des lapereaux durant la période naissance-sevrage

Les poids des lapereaux enregistrés durant la période naissance-sevrage nous ont permis de réaliser une courbe des poids moyens sur 35 jours. Nous avons obtenu une courbe dont l'allure traduit une évolution linéaire similaire (Figure12) à celle décrite par Lebas (2000). Pendant les trois premières semaines (0-24 jours), nous avons enregistré un gain moyen quotidien de 10.24g / j ($R^2 = 0,995$) et qui augmente rapidement avec 19,02 g / j ($R^2 = 0,982$) de 24 à 30 jours.

A 7, 14 et 21 jours, les poids moyens individuels sont de 110g, 181g et 257g respectivement. Ces poids sont relativement faibles par rapport aux normes rapportées par Delaveau (1982) qui sont respectivement de 152g, 265g, 372g et aux mêmes âges. Toutefois, les valeurs obtenues sont plus importantes que celles obtenues en Egypte par Khalil et Khalil (1991) avec un poids à 21 jours de 222g et 205g pour la race Bouscat et Giza White respectivement.

A partir de 24 jours d'âge, la croissance s'accélère pour atteindre un gain moyen quotidien de 19,0 g / j, du fait que les lapereaux, outre l'alimentation strictement lactée pendant les trois premières semaines, commencent à consommer des aliments solides (Lebas, 2002).

Au moment du sevrage (30 jours), le poids moyen obtenu est de 404g. La valeur du poids au sevrage de cette population est faible par rapport à celle obtenue avec des races ou des lignées sélectionnées pour leurs performances de croissance.

Poujardieu et de Theau-Clément (1995) ont enregistré un poids moyen au sevrage de 629g et Lazzaroni et *al.* (1999) qui a étudié la population locale du lapin « Gris de Carmagnola » (en Italie) a obtenu un poids au sevrage de 946g. Bolet et *al.* (2007) ont rapporté un poids au sevrage de 826g et 925g respectivement pour la souche C77 et le « Champagne d'Argent ».

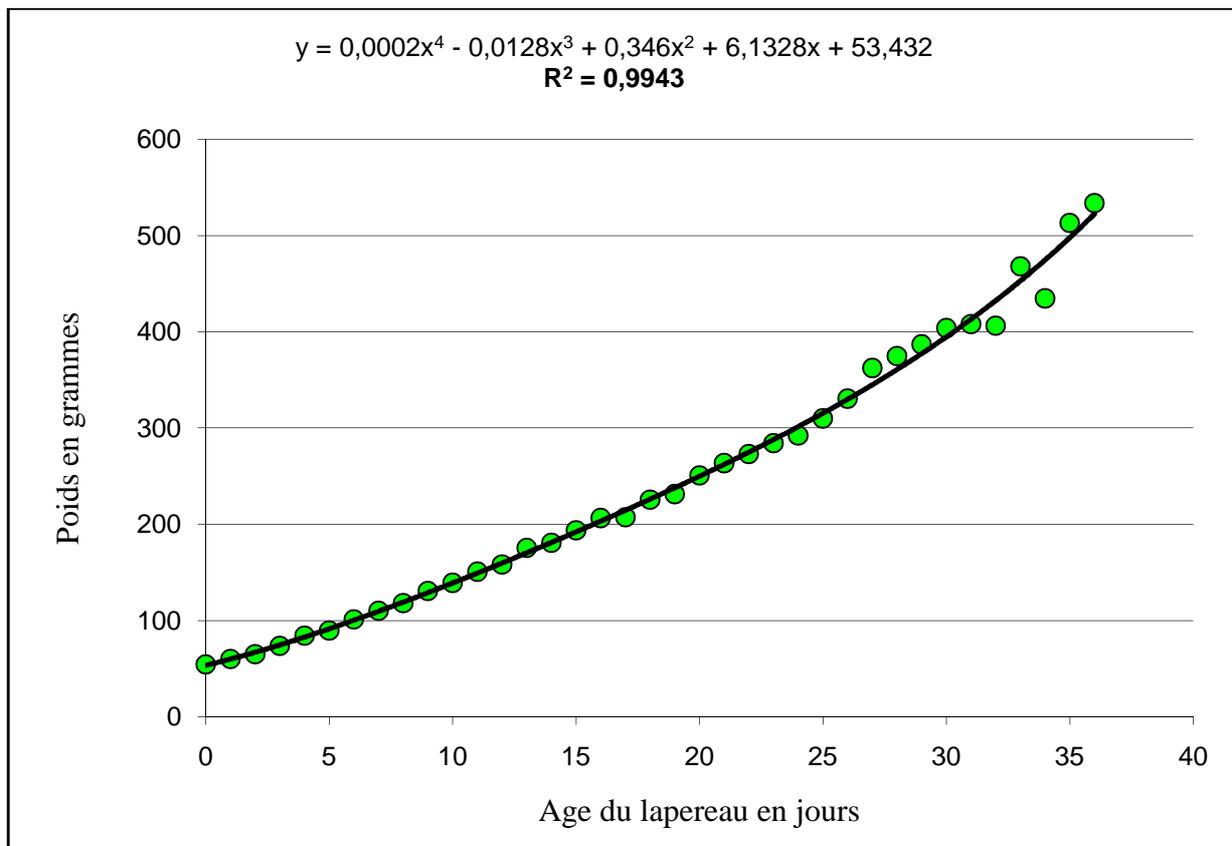


Figure 12 : Evolution du poids des lapereaux de la naissance au sevrage

A l'issue de cette analyse, il ressort que les lapereaux de cette population se caractérisent par des performances de croissance moyenne.

1.4. Phénotype des lapereaux

La notion du phénotype (couleur du pelage) n'a pas fait objet de travaux publiés sur le lapin local en Algérie. Les résultats obtenus au sevrage à partir des différents croisements parentaux en fonction du phénotype rappellent les proportions mendéliennes de la F1.

Dans les portées issues d'une femelle Colorée et d'un mâle Blanc (combinaison=**CB**), 49,7% de lapereaux blancs et 50,3% de lapereaux colorés ont été enregistrés (Tableau VI). Ces résultats sont compatibles avec l'hypothèse que les femelles colorées sont toutes hétérozygotes coloré/blanc (gènes Cc). Par contre, dans les portées issues d'une femelle Blanche et d'un mâle Coloré (combinaison=**BC**), la proportion de lapereaux blancs est significativement plus élevée: 57,2% contre 42,8% de lapereaux colorés (P = 0.033).

Nous pouvons donc supposer que la des lapereaux hétérozygotes élevés par des lapines homozygotes blanches est moins bonne que celle de leurs frères et sœurs homozygotes blancs. En effet, si une partie des mâles colorés accouplés aux femelles blanches (gènes cc) étaient homozygotes colorés (gènes CC), et une autre partie était hétérozygotes (gènes Cc), c'est la proportion de lapereaux colorés qui aurait due être plus élevés que celle des lapereaux blancs et non l'inverse comme observé dans notre cas.

Tableaux VI: Phénotype au sevrage des lapereaux issus des différents croisements parentaux (%)

Phénotype Mère X Père	BXB	Taux (%)	CXC	Taux (%)	BXC	Taux (%)	CXB	Taux (%)
Effectifs (lapereaux)	531		453		439		380	
Phénotype blanc	531	100	127	28	251	57	189	49
Phénotype coloré	0	0	326	72	188	43	191	51

B. Blanc ; C. Coloré X : Croisement

Les différentes combinaisons de phénotypes parentaux aboutissent à un mélange de phénotype des lapereaux. D'après notre analyse, dans les portées issues de mâles et de femelle tous colorés, la proportion de lapins blancs est compatible avec la proportion théorique de 1/4 de lapins blancs (gènes cc) et 3/4 de lapins colorés (gènes CC, Cc et cC) avec des proportions respectives de 28 et 72%, correspondant à l'accouplement de mâles et de femelles d'une F1 issus d'animaux homozygotes blanc et coloré (cc et CC). Les portées issues du croisement des mâles et des femelles tous blanc ont le phénotype blanc (100%) qui correspond au phénotype albinos ou himalayen.

Les portées issues du croisement des mâles blanc avec des femelles colorées présentent les proportions 49% de lapereaux blanc et 51% de lapereaux colorés. Les portées issues du croisement des mâles colorés avec des femelles blanches présentent les proportions 57% de

lapereaux blancs et 43% de lapereaux. Les résultats des deux derniers croisements correspondent à des propositions voisines de 50%-50%.

1.5. Sex-ratio des lapereaux en relation avec le phénotype des parents

Le sex-ratio n'a pas été noté à la naissance par recommandation de ne pas trop manipuler les lapereaux. Au sevrage, l'équilibre des mâles et des femelles observé sur l'ensemble de l'essai ; 52,05% de mâles et 47,95% de femelles (Tableau VII) ne diffère pas significativement de la proportion théorique de 50% - 50% (P = 0,215). Des proportions similaires ont été obtenues par certains auteurs qui ont signalé un sex-ratio à la naissance proche de l'équilibre mâle/femelle, Anderson *et al.* (1962) ont obtenu un sex-ratio de 51,4% - 48,6%, Prud'hon (1975) 50,3 % - 49,7%, et Lebas (1982) 52,4% - 47,6% chez le new zélandais. Cependant, Afifi *et al.* (1989) ont obtenu un sex ration en faveur des femelles avec 38,7% - 61,3% au sevrage.

Les différentes combinaisons de phénotypes parentaux n'ont pas d'effet significatif différentiel sur la proportion de lapereaux mâles et de lapereaux femelles (P = 0,573).

De même pour les lapereaux issus de la combinaison mâle et femelle colorés (54,7% de mâles et 45,3% de femelles) ne diffère pas statistiquement de la valeur théorique 50% - 50% (P = 0,154).

Tableau VII: Sex-ratio des lapereaux au sevrage en fonction des croisements parentaux selon le phénotype

Phénotype (Mère X Père)		BXB	CXC	BXC	CXB	Probabilité Khi ²
Effectif total (lapereaux)		555	457	452	369	0,154
Lapereau mâle	Effectifs	288	250	231	185	
	Fréquence (%)	51,89	54,70	51,11	50,14	
Lapereau femelle	Effectifs	267	207	221	184	
	Fréquence (%)	48,11	45,30	48,89	49,86	

Nous pouvons ainsi conclure que les performances globales de la population de lapin étudiée sont modestes, elle est caractérisée par une prolificité moyenne à la naissance, mais faible au sevrage, conséquence d'une mortalité à la naissance et une mortalité naissance-sevrage très élevée. Des performances de croissance moyennes avec un poids, à la naissance, meilleures que celui rapporté dans les travaux ayant caractérisé cette population. Le phénotype des lapereaux issus des différents croisements donne des proportions en rapport avec le blanc comme homozygote (cc) et des proportions correspondant au croisement d'un hétérozygote (Cc) avec l'homozygote (cc). Cette population se caractérise par un sex-ratio proche des proportions 50/50.

Plusieurs facteurs peuvent être incriminés, à savoir, la conduite de l'élevage, l'aliment distribué avec ses déficits et l'animal lui-même (absence de sélection) pour tenter d'expliquer cette faible prolificité.

Dans les parties qui suivent seront présentés certains facteurs pouvant être responsables des tailles de portées réduites et des faibles performances pondérales des lapereaux sous la mère.

2. Etude de quelques facteurs de variations de la croissance des lapereaux sous la mère

L'influence du phénotype de la lapine, de la parité et la période de mise bas sur la taille de la portée et la croissance des lapereaux pendant la période allant de la naissance au sevrage a fait l'objet d'une publication dans la revue WRS (Annexe 5).

2.1. Effet du phénotype de la lapine

Le tableau VIII résume la relation entre le phénotype de la lapine et certains paramètres de prolificité et de croissance (la taille de portée, le poids de la portée et le poids du lapereau). L'analyse des résultats obtenus confirment qu'à la naissance, les femelles blanches ont une taille de portée plus faible que celle de femelles colorées ($P < 0,01$), mais pour les portées pesées effectivement à 0 jour, la différence n'est pas significative ($P = 0,299$), probablement du au faible effectif (20%) de l'ensemble des portées étudiées. Par ailleurs, le poids individuel des lapereaux nés de femelles blanches sont numériquement plus lourd: 55,3 vs 51,8 g, bien qu'en raison du nombre d'observations réduit, la différence n'est pas significative ($P > 0,10$).

Sur la même population, Mazouzi *et al.* (2014) notent l'absence d'effet de la couleur de la robe de la lapine sur la réceptivité et la fertilité.

Divers travaux ont porté sur l'étude de la couleur de la robe (Robinson, 1958 et 1978; Cheeke *et al.*, 1987 et Fontanesi *et al.*, 2010), mais très peu de travaux ont mis en évidence

une relation entre le gène de la couleur et les performance de reproduction en général et la prolificité et la croissance des lapereaux en particulier. Lukefahr (1986) a émis l'hypothèse que le gène codant pour la couleur de la robe « C » pourrait être associé à une meilleure survie et de meilleures performances de croissance de lapereaux que les gènes récessifs au même locus « c ». Bolet *et al.* (2007) ont également rapporté une relation inexplicée entre le gène de la caséine κ et un effet défavorable du locus c ou allèle ch (albinos et himalayennes). En revanche, Gacem *et al.* (2009) ; Lebas (2010) notent une supériorité des lapines blanches par rapport aux lapines locales (colorées) et expliquent cette différence plutôt par leur origine génétique que par leur couleur de robe.

Tableau VIII: Effet du phénotype de la lapine sur la taille de la portée, le poids de la portée et le poids individuel (Moyenne des moindres carrés ± erreur standard)

	Poids moyen (g) et taille de portée	Phénotype de la Femelle		P
		Blanc	Coloré	
Taille de portée à la naissance	Effectifs	354	218	
	Nés totaux/portée	7,01 ± 0,15	7,60 ± 0,19	0,0111
	Nés vivants/portée	6,36 ± 0,16	7,10 ± 0,20	0,0019
Poids à la naissance (g)	Nombre de portées	69	43	
	Poids de la portée (NV)	396 ± 18	397 ± 20	0,9544
	Poids individuel	55,3 ± 1,6	51,8 ± 1,8	0,1214
	Taille de portée	7,29 ± 0,33	7,75 ± 0,35	0,2991
Poids à 7 jours (g)	Nombre d'observations	354	218	
	Poids de la portée	617±15	658 ± 19	0,0607
	Poids individuel	114,1± 2,0	108,0± 2,6	0,0474
	Lapereau / portée	5,65± 0,15	6,29± 0,19	0,0044
Poids à 14 jours (g)	Nombre d'observations	308	200	
	Poids de la portée	962 ± 21	988 ± 26	0,3954
	Poids individuel	190,9 ± 3,9	174,3 ± 4,9	0,0051
	Lapereau / portée	5,39 ± 0,14	5,93 ± 0,17	0,0091
Poids à 21 jours (g)	Nombre d'observations	298	194	
	Poids de la portée	1303 ± 29	1352 ± 36	0,2524
	Poids individuel	269,6 ± 5,4	252,8 ± 6,5	0,0327
	Lapereau / portée	5,23 ± 0,15	5,72 ± 0,18	0,0215
Poids à 28 jours (g)	Nombre d'observations	292	193	
	Poids de la portée	1828 ± 40	1889,±49	0,2946
	Poids individuel	390,8± 7,3	361,5 ± 8,8	0,0059
	Lapereau / portée	5,08 ± 0,15	5,59 ± 0,18	0,0159

De 7 jusqu'à 28 jours, l'effet de la couleur de la robe des lapines sur le nombre de lapereaux par portée est significatif ($P < 0,02$) en faveur des femelles colorées (Figure13). A 28 jours, l'avantage représente 0,51 lapereaux (+10%) dans les portées ayant au moins un lapereau vivant.

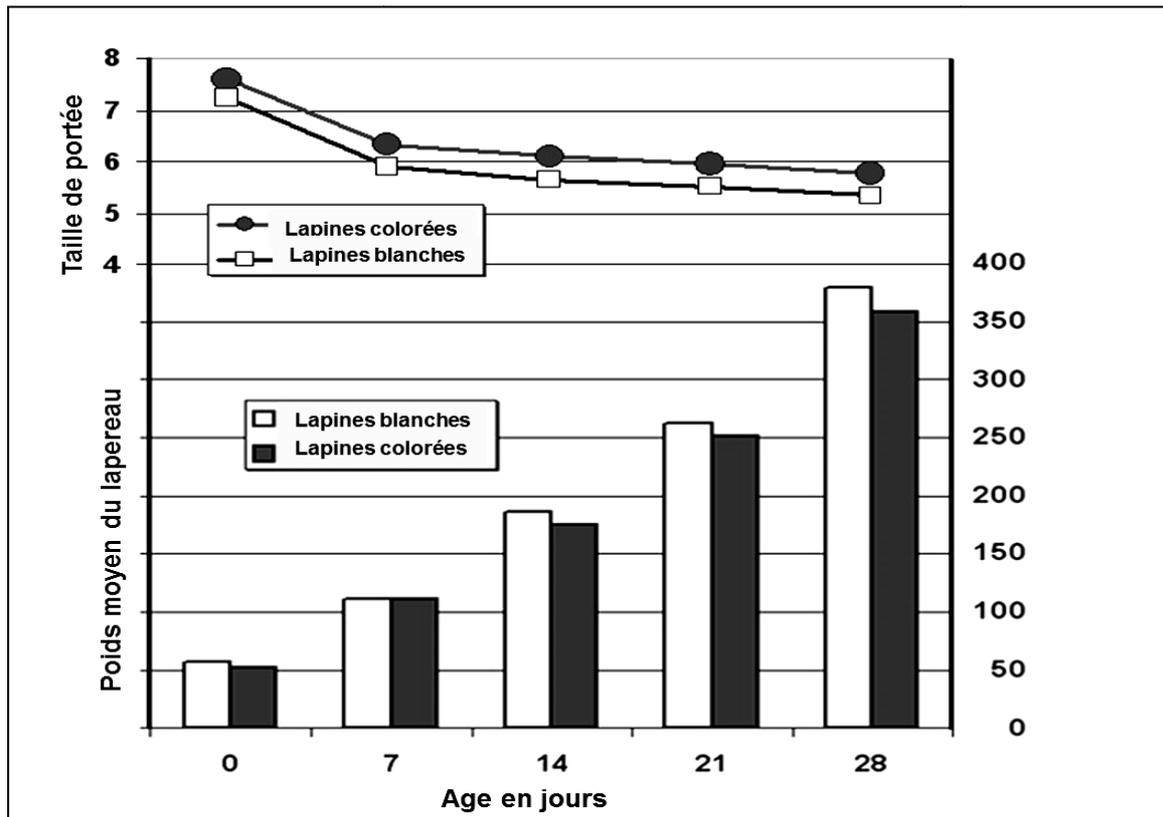


Figure 13: Taille de la portée et poids individuel des lapereaux en relation en fonction de l'âge du lapereau et du phénotype de la mère

Le poids de la portée n'est pas significativement affecté par le phénotype de la lapine. Néanmoins, les lapereaux issus de femelles blanches ont un poids individuel plus important (différences significatives de 7 à 28 jours) et le dernier avantage observé à 28 jours est de +8,3%. Nos résultats concordent avec ceux des travaux de Afifi et Khalil (1992) qui signalent que des différences génétiques pourraient être importantes au sevrage mais pas nécessairement à la naissance.

Ce critère pourrait représenter une alternative pour les éleveurs dans les programmes d'amélioration. D'autres études doivent porter sur l'effet du phénotype du mâle (père) avec un effectif plus important pour déterminer la relation entre le phénotype des parents et la taille de la portée d'une part, et les performances de croissance des lapereaux sous la mère, d'autre part. Une analyse sur un effectif de mâles plus important, nous permettra de déterminer l'effet des différents croisements selon le phénotype des parents.

2.2. Effet de l'année de mise bas et l'interaction avec le phénotype de la lapine

Les résultats de l'analyse de l'effet de l'année de mise bas sont consignés dans le tableau IX.

Tableau IX: Effet de l'année de mise bas sur la taille de portée, le poids de la portée et le poids individuel (Moyenne des moindres carrés ± erreur standard)

Année de mise bas	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Probabilité
Taille de portée à la naissance					
Nombre d'observations	90	205	171	106	
Nés totaux/portée	7,30 ± 0,29	7,26 ± 0,18	7,26 ± 0,19	7,38 ± 0,23	0,9750
Nés vivants/portée	6,62 ± 0,30	6,59 ± 0,19	6,75 ± 0,20	6,94 ± 0,24	0,7143
Poids à 0 jour (g)					
Nombre d'observations	13	37	27	35	
Poids de la portée	377 ± 37 a	362 ± 21 a	390 ± 24 a	457 ± 21 b	0,0233
Poids individuel à la naissance (g)	52,1 ± 3,3	52,7 ± 1,8	53,9 ± 2,1	55,7 ± 1,9	0,6451
Lapereau / portée	7,46 ± 0,68	7,06 ± 0,38	7,37 ± 0,43	8,19 ± 0,39	0,2126
Poids à 7 jours (g)					
Nombre d'observations	90	205	171	106	
Poids de la portée	591 ± 28 a	584 ± 18 a	669 ± 18 b	706 ± 23 b	<0,0001
Poids individuel	106,9 ± 3,6 ab	100,2 ± 2,4 a	114,4 ± 2,5 b	122,7 ± 3,0 c	<0,0001
Lapereau / portée	5,66 ± 0,28	6,01 ± 0,18	6,08 ± 0,19	6,11 ± 0,23	0,5710
Poids à 14 jours (g)					
Nombre d'observations	83	175	150	100	
Poids de la portée	934 ± 41 ab	873 ± 27 a	1032 ± 27 cb	1062 ± 33 c	<0,0001
Poids individuel	186,0 ± 7,0 ab	162,8 ± 4,8c	183,1 ± 4,8 b	198,4 ± 5,7 a	<0,0001
Taille de portée	5,15 ± 0,28	5,65 ± 0,18	5,98 ± 0,18	5,85 ± 0,23	0,0679
Poids à 21 jours (g)					
Nombre d'observations	83	163	147	99	
Poids de la portée	1300 ± 54b	1182 ± 37 c	1386 ± 36 ab	1442 ± 44 a	<0,0001
Poids individuel	274 ± 10 ab	230 ± 7 c	259 ± 7 b	282 ± 8 a	<0,0001
Taille de portée	5,01 ± 0,28	5,52 ± 0,19	5,73 ± 0,19	5,65 ± 0,23	0,1723
Poids à 28 jours (g)					
Nombre d'observations	83	158	145	99	
Poids de la portée	1830 ± 76b	1613 ± 51c	1937 ± 50 ab	2054 ± 61 a	<0,0001
Poids individuel	395 ± 14 a	333 ± 9 b	375 ± 9 b	402 ± 11 a	<0,0001
Taille de portée	4,95 ± 0,28	5,30 ± 0,18	5,54 ± 0,18	5,55 ± 0,22	0,2688

a, b, c: les moyennes n'étant pas suivies de la même lettre sont significativement différentes à P < 0,05.

2.2.1. Effet de l'année de mise bas

La taille de la portée n'est pas significativement affectée par l'année de production ($P > 0,05$) quelque soit l'âge pris en considération. Le poids de la portée, contrairement au poids individuel des lapereaux, est le plus faible au cours de la deuxième année d'observation et le plus élevé au cours de la quatrième année ($P < 0,001$). Cette différence est probablement une conséquence de la variation de conditions climatiques et nutritionnelles d'une année à l'autre

2.2.2. Effet permanent lapine

Le programme mixte utilisé pour étudier les effets fixes avec le numéro de la lapine comme facteur aléatoire sert aussi pour calculer une partie de la variance totale du phénotype expliquée par ce facteur aléatoire. Pour la taille des portées à la naissance, l'effet aléatoire de la lapine représente 11-12% de la variance totale. La proportion diminue ensuite pour atteindre 4,2% à 28 jours d'âge. L'évolution de la contribution relative de l'effet aléatoire femelle sur la variance totale est de même ramenée de 10 à 3,9% pour le poids de la portée depuis la naissance à 28 jours. Pour le poids individuel, l'effet aléatoire de la femelle est de 20,0% à 7 jours, mais il est réduit à seulement 3,1% à 28 jours. D'un point de vue pratique, il peut être admis qu'au sevrage (28 jours), l'effet aléatoire de la lapine a une contribution limitée à la variabilité des différents caractères étudiés (3,1 à 4,2% de la variance totale).

2.2.3. Interaction entre l'année de mise bas et le phénotype de la lapine

L'interaction entre l'année de mise bas et le phénotype de la lapine n'est pas significative pour le poids et la taille de portée ainsi que pour le poids individuel du lapereau, alors que, la différence entre les deux phénotypes est restée assez constante (Figure 14) pour la taille de la portée à 28 jours. L'ordre relatif des deux phénotypes pour le poids total de la portée à 28 jours a été inversé pour la 4^{ème} année d'observation, mais, il faut rappeler que l'effet phénotype n'est pas significatif à cet âge ($P = 0,295$, Tableau VIII).

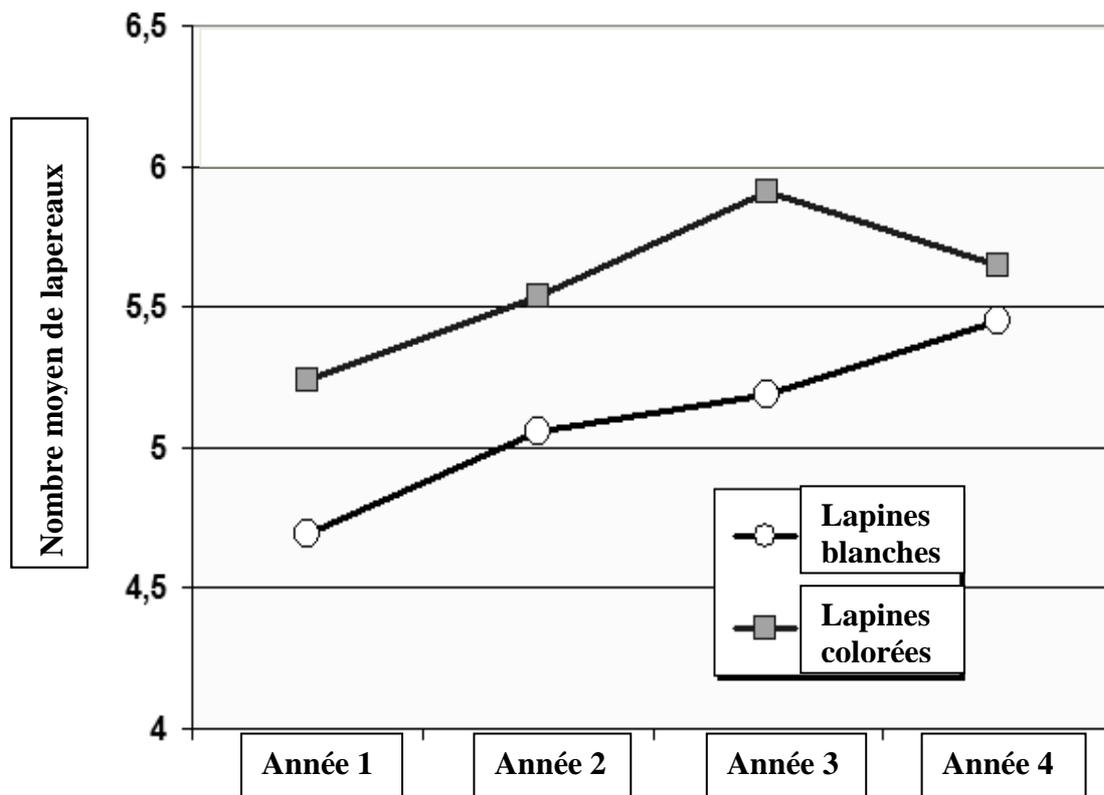


Figure 14: Taille de portée au sevrage en fonction de l'année de mise bas

La taille de la portée n'est pas affectée significativement par l'année de production ($P > 0,05$), quel que soit l'âge pris en considération (Tableau IX). Au contraire, les poids des portées ou les poids individuels des lapereaux sont les plus faibles au cours de la deuxième année de l'observation et les plus élevés au cours de la quatrième année ($P < 0,001$). Cette différence est probablement une conséquence de la variation de conditions climatiques et nutritionnelles d'une année à l'autre.

L'interaction entre l'année de mise bas et le phénotype de la lapine n'est pas significatif pour le poids individuel des lapereaux ou la taille des portées, alors que la différence entre les deux phénotypes demeure constante (Figure 14 pour la taille de la portée à 28 jours).

2.3. Effet de la saison de mise bas

Les résultats de l'analyse de l'effet de la saison de mise bas sur la taille de portée et les performances de croissance sont présentés dans le tableau X. Il est important de noter, que le plus grand nombre d'observations a été enregistré au cours des quatre mois précédant l'été (Février à mai) : 52% sur l'ensemble des portées ont été observées au cours de seulement un tiers de l'année. Pour les deux autres saisons, le nombre de portées enregistré est similaire.

D'après nos résultats, à la naissance, la saison a un effet significatif ($p \leq 0,05$) sur la taille et le poids des portées, avec les meilleurs résultats pour la période avant été (Février à mai). Cependant, la saison n'influence pas de manière significative le poids individuel des lapereaux. De l'âge de 7 jours jusqu'à 28 jours, la taille et le poids des portées sont significativement plus élevés pour la saison "avant l'été" ($P < 0,001$) que pour les deux autres saisons, sans diminution du poids individuel du lapereau.

Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par Zerrouki *et al.* (2005a) sur la même population de lapin, dans un élevage expérimental. Cependant, dans ce dernier cas, le poids individuel au sevrage est significativement réduit pour les lapereaux nés en été par rapport à ceux nés en hiver ou au printemps (434 vs 488 et 473 g).

Nos résultats sont conformes à celui obtenu par Afifi *et al.* (1985 et 1987) ou par Khalil et Khalil (1991) dans des conditions d'élevage égyptiennes.

Tableau X: Effet de la saison de mise bas sur la taille, le poids de la portée et le poids du lapereau (moyenne des moindres carrés ± erreur standard)

Poids moyen et taille de la portée	Saison de mise bas			Probabilité
	Avant été	Eté	Après été	
Taille de portée à la naissance				
Nombre d'obs.	298	131	143	
Nés totaux/portée	7, 61 ± 0, 15 a	7, 33 ± 0, 22 ab	6, 96 ± 0, 21 b	0, 0199
Nés vivants/portée	7, 10 ± 0, 15 a	6, 55 ± 0, 22 b	6, 52 ± 0, 21 b	0, 0221
Poids à 0 jours (g)				
Nombre d'obs.	55	22	35	
Poids de la portée	434, 0 ± 17, 4 a	370, 7 ± 27, 3 b	384, 4 ± 22, 8 b	0, 0958
Poids individuel à la naissance	53, 4 ± 1, 6	54, 9 ± 2, 4	52, 6 ± 2, 0	0, 7363
Lapereau / portée	8, 25 ± 0, 32	7, 02 ± 0, 50	7, 29 ± 0, 42	0, 0772
Poids à 7 jours (g)				
Nombre d'obs.	298	131	143	
Poids de la portée	687, 7 ± 14, 3a	591, 52± 21, 0 b	633, 5 ± 20, 2 b	0, 0002
Poids individuel	111, 1 ± 1, 9	109, 4 ± 2, 7	112, 7 ± 2, 6	0, 5916
Lapereau / portée	6, 49 ± 0, 15 a	5, 70 ± 0, 22 b	5, 72 ± 0, 21 b	0, 0005
Poids à 14 jours (g)				
Nombre d'obs.	275	119	114	
Poids de la portée	1069 ± 21a	921 ± 31 b	935 ± 31 b	<0, 0001
Poids individuel	183, 8 ± 3, 7	183, 0 ± 5, 3	180, 9 ± 5, 3	0, 8829
Lapereau / portée	6, 21 ± 0, 14 a	5, 43 ± 0, 21 b	5, 33 ± 0, 22 b	<0, 0001
Poids à 21 jours (g)				
Nombre d'obs.	271	111	110	
Poids de la portée	1464 ± 27 a	1263 ± 42 b	1256 ± 42 b	<0, 0001
Poids individuel	260, 6 ± 5, 1	267, 3 ± 7, 9	255, 7 ± 7, 9	0, 5207
Lapereau / portée	6, 11± 0, 14 a	5, 13 ± 0, 22 b	5, 18 ± 0, 22 b	<0, 0001
Poids à 28 jours (g)				
Nombre d'obs.	270	104	111	
Poids de la portée	2020 ± 38 a	1808 ± 61 b	1748 ± 59 b	<0, 0001
Poids individuel	370, 3 ± 6, 9	390, 9 ± 11, 2	367, 3 ± 10, 9	0, 1986
Lapereau / portée	5, 92 ± 0, 14 a	5, 05 ± 0, 22 b	5, 04 ± 0, 21 b	0, 0002

a, b, c: les moyennes n'étant pas suivies de la même lettre sont significativement différentes à P < 0,05.

Cependant, Ayyat *et al.* (1995) en Egypte ont observé un effet non significatif de la saison sur la croissance des lapereaux.

Il faut souligner, par ailleurs, qu'à l'âge de 28 jours, la différence de la taille de la portée entre la saison "avant l'été" et les deux autres saisons est plus importante que celle observée à la naissance: +0,87 vs +0,54 lapereau à la naissance sans modification du poids individuel des lapereaux par rapport à l'effet des deux autres saisons.

En climat tropical, Fayeye et Ayorinde (2010) rapportent que la saison de mise bas n'a pas d'effet significatif ($p > 0,05$) sur la taille de la portée et le poids moyen du lapereau à la naissance.

Selon Szendrő *et al.* (1999), le stress dû à la chaleur n'a pas d'effet sur la production laitière à 23°C. Cependant, à 30°C, la production quotidienne de lait est réduite de 29% (114g contre 161g/jour). Ce qui se traduit par de faibles performances de croissance des portées allaitées. Pour atténuer les effets de la saison, Szendrő *et al.* (2007) proposent une réduction de l'effet de la chaleur en gardant les lapins dans des cages plus aérées et de leur raser la partie supérieure du corps..

2.4. Effet de la parité

Les résultats de l'analyse de l'effet de la parité de la lapine sur la taille de portée et les performances de croissance sont résumés dans le tableau XI.

D'après nos résultats, à la naissance, l'ordre de parité de la lapine n'a pas d'effet significatif sur le poids de la portée et le poids individuel des lapereaux ni sur la taille de portée. Nos résultats concordent avec ceux obtenus par Singh *et al.* (2004) chez le lapin Angora, qui signalent que la parité ne modifie pas de façon significative les caractéristiques de naissance des portées.

Cependant, Zerrouki *et al.* en 2004, pour la population locale et Gacem *et al.* en 2009, pour la souche synthétique ont observé un effet de la parité sur le poids de la portée et le poids individuel à la naissance, plus faibles chez les lapines primipares comparativement à ceux des multipares âgées. De même, Rebollar *et al.* (2009) ont rapporté des poids individuels du lapereau plus légers chez les portées nées de lapines primipares.

Le poids et la taille de la portée sont influencés par l'ordre de la parité de la lapine à 7, 14, 21 et 28 jours en faveur de la 2^{ème} et 3^{ème} parité. Le poids individuel des lapereaux tend à être influencé par le rang de mise bas seulement à l'âge de 28 jours ($P=0,055$), et il augmente assez régulièrement avec l'ordre de parité: + 14% à 28 jours entre les lapereaux nés des femelles les plus âgées (9 mises bas et plus) et les lapereaux nés de femelles primipares.

Seleem (2005) ; Hassanien et Baiomy (2011), en Egypte, montrent que la parité n'a pas d'effet significatif sur la taille des portées à la naissance, à 14 jours et au sevrage. Cependant, la parité a effet significatif sur le poids de portée à la naissance ($P \leq 0,05$), mais sans effet à 14 et 28 jours d'âge.

Le poids du lapereau varie également avec la parité, il est plus léger dans les premières parités depuis la naissance jusqu'au sevrage. La lapine produit moins de lait, les lapereaux se développent plus lentement et le poids au sevrage est le plus bas (Szendrö et Maertens, 2001 ; Xiccato *et al.*, 2004 ; Rebollar *et al.*, 2009 ; Tuma *et al.*, 2010). Cependant, la capacité laitière des lapines âgées diminue et devient insuffisante pour leurs portées (Planinc *et al.*, 2011). Selon Farougou *et al.* (2005), le poids individuel des lapereaux au sevrage est influencé par la parité mis en évidence à 35 jours d'âge, il est de 932g pour la première parité et de 1061g pour la troisième parité.

Tableau XI: Effet de la parité sur la taille de portée et le poids du lapereau (Moyenne des moindres carrés ± erreur standard)

Rang de mise bas	1	2	3	4-5	6-8	9&+	P
Taille de portée à la naissance							
Effectifs	109	99	96	112	83	73	
Nés totaux/portée	6,84 ± 0,22	7,58 ±0,23	7,49 ± 0,24	7,32 ± 0,23	7,51 ± 0,27	7,05 ± 0,31	0,1193
Nés Vivants/portée	6,50 ± 0,23	7,08 ± 0,24	7,07 ± 0,25	6,61 ± 0,24	6,78 ± 0,27	6,33 ± 0,32	0,1746
Poids à 0 jours (g)							
Effectifs	26	20	27	13	11	15	
Poids de la portée	365 ± 24	393 ± 27	414 ± 24	386 ± 34	432 ± 37	387 ±33	0,6126
Poids individuel	51,9 ± 2,1	55,5± 2,4	55,5±2,1	51,8±3,0	50,5 ± 3,3	56,3 ± 2,9	0,5209
Lapereau/ portée	7,19 ± 0,44	7,45 ± 0,50	7,59 ± 0,45	7,57±0,6	8,44±0,68	6,88 ±0,60	0,5869
Poids à 7 jours (g)							
Effectifs	109	99	96	112	83	73	
Poids de la portée	612 ± 21b	685 ± 22 a	702 ± 23 a	627 ± 23 bc	629 ± 26 bc	570 ± 30 c	0,0012
Poids individuel	108,3 ± 2,7	110,3 ±2,9	113,9 ± 3,0	112,7 ±2,9	111,7 ± 3,4	109,3 ± 4,0	0,7119
Lapereau/ portée	5,95 ± 0,22 ab	6,45 ±0,23 a	6,42 ±0,24 a	5,75 ±0,23 ab	5,87 ±0,26 ab	5,36 ± 0,30 b	0,0196
Poids à 14 jours (g)							
Effectifs	95	89	92	99	70	63	
Poids de la portée	917±33 b	1036±34ab	1043±35a	964±34 b	968±39 b	923±45 b	0,0269
Poids individuel	173,7 ± 5,5	179,5 ± 5,7	182,7 ± 5,8	184,0 ± 5,7	185,7±6,8	189,9±8,0	0,5595
Lapereau/ portée	5,61 ±0,23 ab	6,05 ±0,24 ab	6,12 ± 0,24 a	5,52 ± 0,24 ab	5,59 ± 0,27 ab	5,06 ± 0,30 b	0,0503
Poids à 21 jours (g)							
Effectifs	90	88	89	93	69	63	
Poids de la portée	1229 ± 44 b	1396 ± 45 a	1405 ± 46 a	1329 ± 45 b	1355 ± 52 ab	1252 ± 60 b	0,0234
Poids individuel	246,3±8,2	251,8±8,4	261,4±8,7	264,9 ±8,5	270,1±9,7	272,8±11,2	0,2507
Lapereau/ portée	5,38±0,24	5,88±0,24	5,85±0,25	5,38±0,2 4	5,44±0,27	4,95±0,31	0,1198
Poids à 28 jours (g)							
Effectifs	89	86	90	88	69	63	
Poids de la portée	1687 ± 62 b	1993 ±64 a	1987 ±66 a	1864 ± 65 ab	1878 ± 73ab	1741 ± 83b	0, 0021
Poids individuel	351 ± 12	362 ± 12	370 ±12	391 ± 12	382 ±13	400 ± 15	0, 0553
Lapereau/ portée	5, 12 ± 0, 23 ab	5, 82 ±0, 23 a	5, 81 ± 0, 24 a	5, 11 ± 0, 24 ab	5, 33 ± 0, 27 ab	4, 83 ± 0, 31 b	0, 0175

a, b, c: les moyennes n'étant pas suivies de la même lettre sont significativement différentes à P <0,05.

Nous pouvons conclure, pour cette partie, que chez le lapin de population locale, les femelles blanches sont moins prolifiques que les femelles colorées. La croissance individuelle pré-sevrage est significativement affectée par le phénotype de la lapine de l'âge de sept jours jusqu'au sevrage, avec un meilleur poids individuel des lapereaux nés de femelles blanches. A la naissance, le poids de la portée semble indépendant du facteur phénotype de la lapine.

L'année de production modifie de façon significative les différents paramètres de poids, mais pas ceux de la taille de portée. Concernant le facteur saison, la période précédant l'été est significativement meilleure pour la taille de portée sans dégradation du poids individuel des lapereaux. Si cette saison a été la meilleure, la saison "après l'été" avec un motif de température similaire serait la plus défavorable pour le poids de la portée. L'absence d'interaction entre le phénotype et la saison ou de l'année de mise bas montre que l'avantage de la femelle colorée pour la taille de la portée et de la supériorité de la performance des femelles blanches pour poids individuel pourrait être d'origine génétique. Les femelles blanches sont capables de produire à 21 ou 28 jours des portées du même poids total que celles issues de femelles colorées, malgré un nombre significativement plus faible de lapereaux, ce qui est probablement en relation avec une meilleure capacité laitière des lapines blanches. À la naissance, le poids de la portée ainsi que le poids individuel des lapereaux et la taille des portées ne sont pas affectés par l'ordre de parité de lapines. Toutefois, l'ordre de parité influe sur tous les différents paramètres à 28 jours en faveur de la 2^{ème} et 3^{ème} parité.

3. Etude de quelques facteurs de variations de la mortalité des lapereaux

3.1. Effet du phénotype de la lapine

Les résultats de l'influence du phénotype de la lapine sur la mortinatalité et la mortalité de la naissance au sevrage des lapereaux sont consignés dans le tableau XII.

Tableau XII: Effet du phénotype de la lapine sur la taille de portée, la mortinatalité et la mortalité naissance-sevrage (Moyenne des moindres carrés \pm erreur standard)

	Nés totaux	Nés morts	Nés vivants	Sevrés/portée	Mortinatalité (%)	Mortalité naissance-sevrage (%)
Nombre d'observations	659	659	569	418	335	324
Moyenne	6,93	1,24	6,59	5,41	15,54	36,84
Ecart type	2,38	2,02	1,83	2,0	27,05	35,62
Effet phén-fem	0,008	0,008	0,005	0,042	0,135	0,339
Blanc	6,73 \pm 0,22 (396)	1,56 \pm 0,21 (396)	6,20 \pm 0,24 (341)	5,27 \pm 0,28 (243)	13,37 \pm 5,23 (191)	45,89 \pm 8,22 (117)
Coloré	7,35 \pm 0,24 (263)	0,89 \pm 0,23 (263)	7,01 \pm 0,26 (228)	5,91 \pm 0,30 (175)	18,34 \pm 4,82 (164)	50,82 \pm 7,19 (147)

() : Effectifs

3.1.1. Effet sur la mortinatalité

Dans cette étude, nous avons obtenu un taux de mortinatalité de 13.37% pour les lapereaux issus des lapines blanches et 18.34% pour les lapereaux issus des lapines coloré (Tableau XI). Ce taux élevé est supérieur de 9,34% que celui enregistré par Belhadi *et al.* (2002) dans des élevages professionnels pour la population blanche. Par contre, les valeurs de nos essais sont proches de celles obtenues par Zerrouki *et al.* (2003) dans un élevage expérimental avec des lapines de population locale qui atteint une valeur de 16,6%. Le phénotype de la lapine ne semble pas influencer la mortalité des lapereaux à la naissance ($P=0.135$), contrairement à la taille de portée où les femelles colorées sont significativement plus prolifiques aussi bien à la naissance ($P=0.008$) qu'au sevrage ($P=0.005$) que les femelles blanches.

Berchiche et Kadi (2002) enregistrent 12,77% sur le lapin kabyle. Par contre, Cherfaoui et Berchiche (2012) notent un taux de mortalité nettement supérieure à celui obtenu dans notre étude et qui est de 29,55% et 46,41% respectivement pour les lapines colorées et les lapines blanches.

3.1.2. Effet sur la mortalité naissance-sevrage

Le phénotype de la lapine n'a pas d'effet sur la mortalité naissance sevrage. Toutes les interactions phénotype*nid, phénotype*saison ne sont pas significatives (Tableau XII).

La valeur moyenne du taux de mortalité de la naissance au sevrage est de l'ordre de 36,84%. L'effet du phénotype n'est pas significatif ($P=0.339$). Les femelles blanches perdent autant de lapereaux que les femelles colorées (45,89% vs 50.82%) pendant la phase l'allaitement.

Il s'agit d'une mortalité très élevée. Nos valeurs sont supérieures de celles enregistrées par Cherfaoui *et al.* (2013) qui obtient un taux de mortalité de 17,38% sur la population locale algérienne. De même pour Zerrouki *et al.* (2003) qui rapportent un taux de mortalité de 16,4% pour les portées n'ayant pas sevré et 12,8% pour les portées ayant au moins un sevré.

Nos résultats rejoignent ceux obtenus par Rashwan et Marai (2000) qui rapportent que le taux de mortalité naissance-sevrage variant de 10% à 100% dans les cas extrêmes. Selon ces auteurs, la mortalité naissance-sevrage est en relation avec les qualités maternelles.

Selon Belhadi *et al.* (2002), les taux de mortalité les plus importants s'observent de la naissance au sevrage avec des proportions pouvant atteindre 60%, ce qui rejoint nos observations.

3.2. Effet de la qualité du nid

Dans cette étude, nous avons tenté d'établir une relation entre la quantité de poils présents dans la boîte à nid à la mise bas et la mortalité des lapereaux avant le sevrage. Nous avons noté 17% de nids sans poils, 33,23% avec peu de poils et 49.1% de nids bien confectionnés (Tableau XIII). D'après les résultats obtenus, la qualité du nid influe sur la mortalité ($P<0.001$) et sur la mortalité naissance-sevrage ($P<0.001$).

Chez le lapin, il y a parfois des problèmes de confection du nid par la femelle. Ce comportement peut être lié à des stimuli spécifiques tels que les changements endocriniens (Canali *et al.*, 1991); des facteurs écologiques, y compris la saison de mise bas, les facteurs génétiques, la race (Szendrö *et al.*, 2007) et le type de matériau fourni à la femelle pour la construction du nid.

3.2.1. Effet sur la mortinatalité

Les lapereaux considérés comme morts nés, sont ceux morts le jour du contrôle, nous constatons une mortinatalité importante dans les nids sans poils évalué à 32.67%, puis 10.19% et 4.7% respectivement dans les nids avec une quantité moyenne de poils et dans les nids avec une quantité importante de poils. La mortinatalité est d'autant plus faible que la qualité estimée du nid est meilleure ($P < 0,001$).

Lorsque le nid est mal conscrit, on constate également le phénomène de cannibalisme. Pour de nombreux auteurs, ce phénomène a été considéré comme la conséquence d'une carence, l'animal cherche alors dans sa propre descendance, les éléments nutritifs dont il a besoin et qu'il ne trouve pas dans son alimentation. Mais, il existe d'autres facteurs générateurs de cannibalisme, tels que le manque d'eau et le manque d'instinct maternel, notamment à l'occasion de la première mise bas (González-Redondo et Zamora-Lozano, 2008).

3.2.2. Effet sur la mortalité naissance-sevrage

La mortalité naissance-sevrage des lapereaux varie significativement lorsque la qualité du nid s'améliore ($P < 0,001$). Elle est relativement faible dans les nids bien préparés (27,93%), elle augmente pour atteindre les 51,96% dans les nids non préparés.

Ces résultats montrent l'importance de la qualité du nid à la mise bas dans la survie et la protection des lapereaux comme signalé par Delaveau (1982) et Lebas *et al.* (1984).

La mortalité des lapereaux sous la mère, enregistrée la première semaine d'âge est de 13,3% selon Poigner *et al.* (2000), de 8,4% obtenu par Planinc *et al.* (2011) pour un taux de mortalité naissance-sevrage de 15,4%. L'une des causes de ces mortalités rapportées par ces auteurs est la qualité du nid principalement en saison fraîche.

Nos valeurs sont proches à celles obtenues par Szendrö *et al.* (1991) qui rapportent une mortalité (entre 0 et 30 jours) de 30% dans les nids mal préparés pour 20% dans les nids bien préparés.

Dans notre étude les interactions entre la qualité du nid avec le phénotype de la lapine et la qualité du nid avec la saison de mise bas ne sont pas significatives, contrairement aux travaux de Szendrö *et al.* (1996) où le type génétique a une influence significative sur la qualité du nid.

Tableau XIII : Effet de la qualité du nid (à la mise bas) et l'interaction avec le phénotype et avec la saison de mise bas sur la mortalité des lapereaux (moyennes estimées± erreur standard)

	Nombre d'observations	Mortinatalité (%)	Nombre d'observations	Mortalité naissance -sevrage (%)
Moyenne	355	15,54	324	36,84
Coefficient de variation		173,99		96,69
Effet qualité du nid		<0001		<0001
Niveau 1	63	32,67±5,29a	43	66,70±6,98a
Niveau 2	118	10,19±5,37b	111	49,35±8,35b
Niveau 3	174	4,70±5,28b	170	29,02±8,17b
Effet Phen*nid		0,169		0,235
Bl-niveau 1	38	25,50±6,56	28	66,59±10,22
Bl-niveau 2	70	11,63±5,80	66	41,94±8,95
Bl-niveau 3	83	2,98±5,69	83	29,13±8,59
Col-niveau1	25	39,83±6,33	15	66,82±10,04
Col-niveau2	48	8,75±6,14	45	56,75±9,20
Col-niveau3	91	6,42±5,67	87	28,91±8,66
Effet Saison*nid		0,564		0,734
Avant été-niveau1	21	21,26±8,69	16	40,66±11,96
Avant été-niveau2	48	2,80±8,43	47	24,12±11,31
Avant été-niveau3	64	2,30±8,14	62	3,44±10,93
Été-niveau1	19	47,02±7,52	12	72,20±14,17
Été-niveau2	40	27,15±6,92	36	66,73±14,29
Été-niveau3	63	14,67±6,80	62	42,15±13,78
Après été-niveau1	23	29,72±10,05	15	87,25±13,81
Après été-niveau2	30	6,23±10,95	28	57,20±15,09
Après été-niveau3	47	1.73±10.70	46	41.46±14.62

a.b.c: les moyennes n'étant pas suivies de la même lettre sont significativement différentes à P <0.05.

On constate, sur la figure 15, une très forte réduction de la proportion de lapereaux mort-nés (divisée en gros par 3) quand la qualité du nid passe du niveau 1 au niveau 2 ($P < 0,001$). Cependant, la réduction de la proportion de lapereaux mort-nés (divisée encore par 2) quand la qualité du nid passe du niveau 2 au niveau 3 n'est pas statistiquement significative (classés dans le groupe b par le test de Duncan).

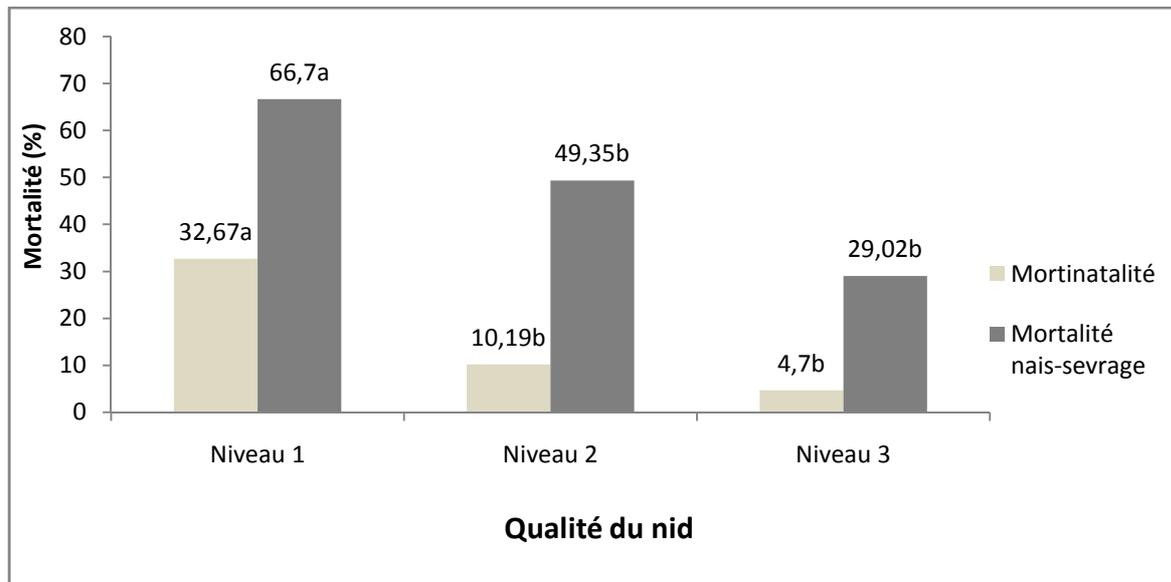


Figure 15 : Mortinatalité et mortalité naissance-sevrage des lapereaux en fonction de la qualité du nid

La grande importance de la quantité de poils dans le nid à l'égard de la croissance et la survie des lapereaux jusqu'au sevrage a été montrée par Canali *et al.* (1991). Chez le lapin sauvage, la mortalité dans les nids sans préparation est nettement supérieure à 90% et atteint souvent les 100% (González-Redondo, 2010).

La qualité du nid a été signalée pour être l'une des causes les plus fréquentes des mortalités au cours des deux premières semaines de la période d'allaitement par Schlolaut *et al.* (Revue 2013).

Selon Blumetto *et al.* (2010), la lapine préfère la paille aux copeaux de bois comme matériau de garnissage du nid. En outre, au sevrage la taille de portée est meilleure dans les nids garnis à la paille. En effet, une bonne construction du nid par la lapine est essentielle pour la survie des lapereaux. Le nid assure également à la lapine un environnement calme, sain et propre lors de la mise bas et des allaitements. Il permet aux lapereaux d'être protégés des écarts de température.

3.3. Effet de l'état physiologique et de la parité de la lapine

L'état physiologique des lapines (à la saillie) combiné à la parité n'a pas d'effet sur les mortalités des lapereaux, que ce soit à la naissance ($P=0.090$) ou entre la naissance et le sevrage ($P=0.537$), qu'elles soient allaitantes ou non allaitantes, primipares ou multipares. Par contre, un effet significatif est observé sur le nombre de lapereaux nés totaux ($P=0,012$). En effet, les multipares allaitantes enregistrent la plus faible moyenne avec 6.34 ± 0.31 lapereaux/portée (Tableau XIV). Zerrouki *et al.* (2005b) rapportent que l'état physiologique des lapines au moment de la saillie n'influence pas d'une manière significative la taille de portée à la naissance, ni le poids des lapereaux ou de portée au sevrage mais son effet est significatif sur le poids de la portée et le poids individuel à la naissance ($p < 0,01$).

Plusieurs auteurs dont Hullot et Matheron (1981); Theau-Clément et Roustan (1992) et Fortun-Lamothe *et al.* (1999) considèrent l'allaitement comme un facteur défavorable sur le déroulement d'une nouvelle gestation notamment sur la survie embryonnaire et notent aussi que le stade de lactation affecte négativement la fréquence d'ovulation, une mortalité embryonnaire plus élevée, comme ils notent que la saillie des femelles allaitantes conduit à une diminution du poids moyen à la naissance des lapereaux et une augmentation de la mortinatalité.

Theau-Clément et Poujardieu (1994) ont analysé l'influence de l'état physiologique de la lapine qui combine à la fois la parité et l'état d'allaitement lors des saillies fécondantes et ont rapporté que les femelles saillies allaitantes perdent plus 0,10 de lapereaux mort-nés et que la taille de portée en nés vivants, en nés totaux et en sevrés sont réduites de 0,4 lapereaux.

La des lapereaux avant le sevrage dépend en premier lieu de la production laitière de la lapine. La population locale kabyle produit en moyenne 2180 ± 719 g en 21 jours, ce qui correspond à 104 g de lait/jour. Elle décroît ensuite rapidement, la décroissance est plus rapide si la lapine est fécondée immédiatement après la mise bas (Zerrouki *et al.*, 2012). Si la lapine est fécondée 10 jours après la mise bas, une décroissance rapide de la production laitière apparaît à compter du 30^{ème} jour de lactation. En fait, quelque soit le stade de fécondation par rapport à la mise bas, la production laitière d'une lapine gestante-allaitante se ralentit fortement à compter du 20^{ème} jour de gestation et devient nulle au 28-29^{ème} jour suivant la fécondation.

Tableau XIV : Effet de l'état physiologique combiné à la parité de la lapine sur la taille de portée, la mortinatalité et la mortalité naissance-sevrage

	Nés totaux	Nés morts	Nés vivants	Nombre de sevrés	Mortinatalité (%)	Mortalité naissance-sevrage (%)
Nombre d'observations	659	659	569	418	355	324
Moyenne	6,93	1,24	6,59	5,41	15,54	36,84
Coefficient de variation	32,04	168,55	34,47	39,43	173,05	96,69
Effet état physiologique à la saillie (P)	0,012	0,098	0,078	0,464	0,090	0,537
Nullipares	6,83±0,27a (122)	1,66±0,25 (122)	6,40±0,30 (103)	5,45±0,36 (71)	12,12±5,31 (74)	52,19±7,91 (68)
Primipares non allaitantes	7,21±0,27a (105)	0,99±0,26 (105)	6,70±0,30 (95)	5,93±0,36 (68)	13,56±5,70 (56)	44,77±8,37 (55)
Primipares allaitantes	7,51±0,68a (20)	1,53±0,64 (20)	7,19±0,76 (18)	5,87±0,88 (13)	10,55±9,84 (10)	56,53±13,51 (10)
Multipares non allaitantes	7,29±0,25a (301)	0,79±0,23 (301)	6,80±0,28 (260)	5,57±0,31 (195)	19,87±4,73 (151)	45,97±7,15 (135)
Multipares allaitantes	6,34±0,31b (111)	1,17±0,30 (111)	5,94±0,36 (93)	5,10±0,39 (71)	23,15±5,54 (64)	42,33±8,60 (56)

Certains auteurs, dont Theau-Clément et Fortun-Lamothe (2005) rapportent un effet significatif de l'état physiologique de la lapine sur les composantes de la prolificité à la naissance et au sevrage. Il existe une compétition entre la gestation et la lactation. Cette compétition engendre un déficit nutritionnel chez le fœtus qui se traduit par une croissance fœtale réduite de 20% à 28 jours d'âge. Ces écarts sont accentués par un bilan énergétique négatif engendré par la production laitière des femelles. Les meilleures performances sont obtenues sur des femelles saillies en post-sevrage, en relation avec un meilleur statut énergétique et hormonal (Xiccato *et al.*, 2005).

Ces mêmes auteurs observent une baisse des performances de prolificité chez les femelles allaitantes à savoir une augmentation de la mortalité après la naissance et considèrent

l'allaitement comme un facteur défavorable sur le déroulement d'une nouvelle gestation notamment sur la survie embryonnaire. En ce sens, la diminution de l'intervalle entre mises bas est compensée par la diminution de la taille de portée à la naissance.

3.4. Effet de la saison de mise bas

Les variations saisonnières traduites essentiellement par les variations des températures qui définissent trois périodes « avant été, été et après été » influence significativement la taille de portée à la naissance, la mortinatalité et la mortalité naissance-sevrage des lapereaux.

La saison de mise bas influe sur la taille de portée à la naissance, sur la mortalité à la naissance et la mortalité naissance-sevrage avec respectivement $P=0.020$; $P=0.024$ et $P=0.021$ (Tableau XV).

3.4.1. Effet sur la mortinatalité

La mortinatalité moyenne enregistrée est de 15, 54% (Tableau XV). Elle est significativement plus faible en période « avant été » ($5,38 \pm 7,48\%$) qu'en « été » ($29,62 \pm 5,80\%$) ou en période « après été » avec $12,56 \pm 9,69\%$. La différence associée à la saison de mise bas peut être attribuée à des conditions ambiantes défavorables et les facteurs de stress affectant la prise alimentaire. En effet, les températures élevées sont à l'origine d'une faible consommation d'aliments par les lapines gestantes qui influence la des lapereaux *in utero* et à la mise bas.

La valeur moyenne de mortinatalité obtenue est proche de celle enregistrée par certains auteurs chez le lapin local avec 16,2 % obtenus par Zerrouki *et al.* (2003) et 21 % par Moulla et Yakhlef (2007). De même, Gacem *et al.* (2008) relèvent 13,8 % chez la souche synthétique.

Zerrouki *et al.* (2005a) rapportent une influence significative de la saison de mise bas sur la mortinatalité et enregistrent un taux élevé en été (respectivement 17,9% et 19,2%).

En comparaison avec les populations de lapin des pays voisins, les valeurs de mortinatalité obtenues sont inférieures à celles rapportées par Kennou et Lebas (1990) avec 24 % chez la population locale tunisienne. Cependant, en Egypte, Khalil (2002) obtient 7 % chez le Baladi Red, 5,6 % chez le Baladi White et 6,5 % chez le Baladi Black. En Italie, Lazzaroni *et al.* (1999) obtiennent de 9 % et confirment l'effet négatif des températures élevées sur la des lapereaux. Par ailleurs, dans les élevages en France, où les facteurs d'ambiance sont contrôlés, la mortinatalité est, en général, inférieure à 10%. En 2009, la mortinatalité est estimée à seulement 5,6% par Briens (2011).

Tableau XV : Effet de la saison de mise bas sur la taille de portée, la mortinatalité et la mortalité naissance-sevrage (moyenne ± écart type)

	Nés totaux	Nés morts	Nés vivants	Nombre de sevrés	Mortinatalité (%)	Mortalité naissance-sevrage (%)
Nombre d'observations	659	659	569	418	355	324
Moyenne	6,93	1,24	6,59	5,41	15,54	36,84
Coefficient de variation	32,04	168,55	34,47	39,43	173,05	96,69
Effet saison (P)	0,020	0,137	0,170	0,079	0,024	0,012
Avant été	7,43±0,22b (301)	0,97±0,20b (301)	6,92±0,24 (268)	6,03±0,27 (212)	5,38±7,48a (133)	22,74±9,71a (125)
Été	7,01±0,28b (125)	1,24±0,27b (125)	6,52±0,31 (109)	5,44±0,36 (84)	29,62±5,80b (122)	60,36±12,52b (110)
Après été	6,68±0,25a (233)	1,47±0,23a (233)	6,38±0,28 (192)	5,30±0,33 (122)	12,56±9,69a (100)	61,97±12,99b (89)

a,b,c: les moyennes n'étant pas suivies de la même lettre sont significativement différentes à P <0,05.

3.4.2. Mortalité naissance-sevrage

La mortalité des lapereaux de la naissance au sevrage varie significativement selon la saison de mise bas (P=0,012). Elle est significativement plus élevée en périodes «été» et «après été» prises ensemble avec respectivement 60,36±12,52 et 61,97±12,99% (Tableau XV) par rapport à la saison «avant été» avec un taux de 22,74±9,71.

Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par Belhadi *et al.* (2002) qui rapportent un effet négatif de la saison estivale (période de fortes chaleurs) sur la mortalité prés sevrage et que seule la taille de portée au sevrage est affectée par la saison de mise bas en faveur des naissances automnales et printanières (7, 8 vs 6,25).

Zerrouki *et al.* (2003) enregistrent un taux de mortalité de 21,5% en automne, 10,7% en été, 18% en hiver et 9,9% au printemps sur la population locale algérienne. Cependant, en 2005, ces mêmes auteurs signalent une faible sensibilité à la chaleur du lapin de population locale algérienne avec par ailleurs, une faible productivité et un poids des lapereaux plus léger pendant la saison estivale.

L'effet de la saison de mise bas sur le taux de mortalité naissance-sevrage est également observé par Kpodekon *et al.* (2006) au Sud du Bénin avec un taux de 16,9% en grande saison de pluie (printemps), et un taux plus faible 10,4% en petite saison de pluie (hiver), ainsi qu'il est de 15,2% et 14,4% respectivement pour l'été et l'automne.

Nos valeurs sont supérieures à celles-ci vu la présence des interactions entre l'effet de la saison et les conditions d'élevage (alimentation, pathologies). Cette forte mortalité en été est due aux fortes chaleurs à l'intérieur du clapier. Cet effet contribue à la réduction de la prise alimentaire de la mère, par conséquent une diminution de la production de lait qui est la seule source d'alimentation des lapereaux à la naissance. Par contre, les faibles températures qui caractérisent ce milieu en hiver (6,2°C au mois de janvier) jouent un effet positif sur la des lapereaux en favorisant leur alimentation et leur protection dans la boîte à nid.

En plus de tous les facteurs étudiés précédemment, le cannibalisme semble également affecter la mortalité des lapereaux avant le sevrage (9.81 %), ce phénomène serait du au manque de calcium dans l'alimentation ou au stress de la femelle.

La malnutrition est aussi une cause de mortalité chez les lapins nés vivants selon Elmaghraby *et Elkholya* (2010) et Planinc *et al.* (2011). Dans ce type d'élevage, les lapereaux ne sont mis en contact avec la mère qu'une fois par jour. La compétition pour le lait est donc très importante au sein d'une portée. Les lapereaux les plus faibles tètent beaucoup moins et déclinent rapidement. Une étude a montré que les lapins morts ont un poids inférieur à la moyenne et n'ont pas de lait dans l'estomac (Poigner *et al.*, 2000 et Planinc *et al.*, 2011).

On conclut ainsi que la mortalité des jeunes lapereaux a une incidence importante sur les résultats économiques de l'élevage. On observe fréquemment des pertes d'animaux importantes entre la naissance et le sevrage, soit par mortalité de quelques lapereaux, soit de la portée entière. Ces mortalités ont des causes diverses et réduisent la taille de la portée au sevrage. La taille de la portée à la naissance et la des lapereaux de la naissance au sevrage sont des critères très importants dans la caractérisation de toute population de lapins. Ces critères varient d'un type génétique à l'autre, et pour la même race, en fonction des facteurs d'environnement temporaires ou permanents.

DISCUSSION GENERALE

Notre étude regroupe un nombre important de données : 6254 lapereaux issus de 896 mises bas de 209 femelles élevées en population fermée pendant toute la durée du suivi. Les conditions d'ambiance non maîtrisées sont similaires à la plupart des élevages de la région de Tizi-Ouzou. L'aliment utilisé est mixte fourni *ad libitum*, les animaux suivis n'ont subi aucune sélection (ni massale, ni génétique). Plusieurs phénotypes constituent le cheptel suivi. La préférence des éleveurs pour certains phénotypes nous a conduits à établir des croisements selon le phénotype (couleur de la robe) pour vérifier l'effet de ce facteur.

Les travaux de thèse de Daoud-Zerrouki (2006) et de Mefti-Korteby (2012) réalisées en station expérimentale ainsi que des publications émanant de ces travaux ont enregistré un taux de mortalité néonatale important et de faibles performances de croissance des lapereaux. Par la suite, Cherfaoui *et al.* (2013) ont apporté d'autres informations telles que l'effet du mâle dans les performances de reproduction et ont inclus aussi dans leur analyse l'effet site d'élevage. En revanche, notre étude ne porte que sur un seul élevage durant 4 années consécutives.

L'absence de reproducteurs améliorés et l'absence de sélection ainsi que les mauvaises conditions d'élevage (bâtiment et aliment), sont à l'origine des faibles performances de croissance des lapereaux. Le faible poids à la naissance serait à l'origine des fortes mortalités des lapereaux selon Zerrouki *et al.* (2007).

Caractéristiques de la portée

D'une façon globale, la prolificité des lapines est très modeste surtout au sevrage (de $6,98 \pm 2,43$ nés totaux, $5,84 \pm 3,10$ nés vivants et $3,56 \pm 3,06$ lapereaux sevrés). Les paramètres de prolificité n'ont pas atteint des valeurs satisfaisantes. La prolificité obtenue à la naissance est similaire à celles obtenue par Zerrouki *et al.*, 2005a ; Zerrouki *et al.*, 2008 ; Mefti-Korteby *et al.*, 2010 et Cherfaoui *et al.* (2013) sur le lapin local en Algérie. La réduction de la taille de portée traduit, d'une part, un potentiel génétique limité des reproducteurs exploités et d'autre part une forte mortalité des lapereaux. Nos résultats sont également similaires à ceux enregistrés par des chercheurs dans les pays voisins (Tunisie, Maroc et Egypte).

La vitesse de croissance est faible (GMQ=19,02g/j) et similaire à celle obtenue par Chibah-Ait Bouziad et Zerrouki (2015) qui varie entre 19 et 20g/j.

La mortinatalité et la mortalité naissance-sevrage des lapereaux sont globalement très élevées. 11.62% de portées entières mortes à la naissance dues en général à l'abandon des des portées par la mère et 9.81% des portées disparue par cannibalisme. Dans l'ensemble, un tiers des portées (34%) n'arrive pas au sevrage.

Plusieurs facteurs sont incriminés dans d'aussi fortes mortalités, les conditions d'élevage principalement le bâtiment non conforme et l'aliment de mauvaise qualité. Dans cette étude, nous avons tenu compte d'autres facteurs de variation de la mortalité et de la croissance des lapereaux sous la mère. Parmi ces facteurs, nous avons évalué l'effet du phénotype de la mère, la saison de mise bas, la parité sur les performances de croissance des lapereaux. En plus des facteurs suscités, nous avons intégré dans l'analyse ; l'état physiologique de la lapine ainsi que la qualité du nid confectionné par la future mère avant la mise bas.

Effet du phénotype de la lapine

La couleur de la robe de la lapine de la population étudiée se trouve être une source de variation de la prolificité ($P < 0,01$) en faveur des femelles colorées, et dans les performances de croissance des lapereaux ($P < 0,05$) entre l'âge de 7 jours et 28 jours en faveur des femelles blanches.

La prolificité des lapines colorées est plus importante que celle des femelles blanches avec $P=0,011$ pour les nés totaux et $P=0,0019$ pour les nés vivants. Cependant, pour les performances de croissance, les lapereaux issus des lapines blanches sont plus lourds que les lapereaux issus des femelles colorés. Cependant, le poids de la portée ne varie pas significativement avec le phénotype de la mère. Dans la littérature, de nombreux chercheurs se sont intéressés au phénotype « couleur de la robe » chez le lapin parmi eux : Aigner *et al.* (2000), Fontanesi *et al.* (2006, 2010 et 2012). Cependant, très peu se sont intéressés à une éventuelle relation entre la couleur de la robe du lapin et les performances de reproduction. Très peu d'études sont effectuées sur cette relation, depuis les travaux de Lukefahr *et al.* (1982) et Lukefahr (1986) qui ont émis l'hypothèse que le gène codant pour couleur de la robe «C» pourrait être associé à une meilleure survie et des performances de croissance de lapereaux que les gènes récessifs au même locus « c ». Ces résultats suggèrent que les effets génétiques de la couleur du pelage (plus précisément des gènes proches du locus «C») méritent d'être étudiés. L'absence d'interaction entre l'année ou de la saison et la couleur de la robe, nous permet de conclure qu'il ne s'agit pas d'un effet de l'environnement mais réellement une association génétique entre la reproduction, les performances de croissance et ce locus «C». Par ailleurs, l'effet du phénotype du mâle n'a pas été intégré dans le modèle d'analyse faute d'effectif insuffisant et des risques de confusion entre l'effet du mâle et l'effet individuel (sachant qu'un seul mâle a sailli 20% des femelles).

Le critère phénotype des reproducteurs pourrait représenter une alternative pour les éleveurs dans les programmes d'amélioration et effectuer des croisements de manière à

exploiter la meilleure prolificité des lapines colorées et les meilleures performances pondérales des blanches. Cependant, le paramètre mortalité à la naissance et au nid ne sont pas affectées par le facteur phénotype avec $p=0,136$ et $p=0,339$ respectivement.

Effet de la saison de mise bas

La saison de mise bas influence significativement la taille et le poids de la portée avec $p=0,019$ pour la taille de la portée à la naissance, la période avant l'été représente la saison la plus favorable. Ces valeurs sont compatibles avec celles rapportées par la littérature, qui donne la période printanière, saison la plus favorable comme les travaux de Zerrouki *et al.* (2005a) pour la même population. Lazzaroni *et al.* (2012) pour le gris de Carmagnola en Italie; Dalle Zotte et Paci (2013) dans un système de production de lapin biologique. Selon ces mêmes auteurs, les lapins de populations locales montrent une bonne capacité d'adaptation aux conditions environnementales défavorables, et cela est probablement dû à leur origine génétique.

Les résultats de notre étude montrent que la saison n'a pas influencé de manière significative le poids individuel des lapereaux à la naissance et de la naissance à l'âge de 28 jours. Cependant, la mortalité des lapereaux à la naissance et la mortalité sous la mère sont significativement affectées par la saison de mise bas avec $P=0,024$ et $P=0,012$ respectivement, où les plus fortes mortalités sont notées en été probablement dues à la réduction alimentaire des femelles gestantes en raison des fortes chaleurs. Par contre, les plus fortes mortalités entre la naissance et le sevrage ont été enregistrées en période « après été ».

Plusieurs chercheurs ont rapporté les conséquences négatives de températures ambiantes élevées et durant l'automne avec l'altération de la production et de la reproduction (Ayyat *et al.*, 1995; Ayyat et Marai, 1998 et Marai *et al.*, 2002).

Marai et Rashwan (2004) ont affirmé que la saison influe significativement sur le poids du lapereau à la naissance ainsi que le poids de la portée à 21 jours d'âge. Bhatt *et al.* (2002) ont constaté que la taille des portées et le poids à la naissance, taille de la portée ainsi que le poids de portée au sevrage sont tous plus élevés au cours de l'hiver par rapport à l'été et la saison des pluies. Des résultats similaires ont été rapportés par Kumar *et al.* (2006) chez les lapins «angora».

Le nombre de portées enregistrées, leur taille, leur poids ne justifient pas l'arrêt de la reproduction pendant la saison chaude comme le préconisent certains éleveurs. Cette population est adaptée aux conditions rudes de l'été comme le soulignent Zerrouki *et al.* (2005 ; 2007 ; 2014) pour le lapin local et la souche synthétique.

*Effet de la parité et de l'état physiologique de la lapine***Effet de la parité**

Notre étude montre que la parité n'a pas d'effet significatif sur la taille et le poids de la portée ni sur le poids individuel du lapereau. De même pour les mortalités à la naissance et sous la mère. Ce qui rejoint les observations de Zerrouki *et al.* (2005) qui estiment que le rang de mise bas ne modifie pas significativement la taille de portée et ses performances pondérales.

Cependant, de nombreux auteurs ont mis en évidence l'effet de la parité de la lapine sur la mortalité et les performances de croissance des lapereaux (Xiccato *et al.*, 2004 et Fortun-Lamothe, 2006) et que les lapines multipares ont de meilleures tailles de portée en rapport avec une meilleure production laitière (Pascual *et al.*, 2001).

Szendrő (2000) dans sa revue a rapporté que la parité influe sur la taille de portée, qui est sensiblement plus faible en première mise bas par rapport aux mises bas ultérieures et que les meilleures tailles de la portée sont obtenues en seconde et troisième mise bas et qui décroît par la suite. Orengo *et al.* (2003), Xiccato *et al.* (2004) ont signalé que l'augmentation de la taille de portée avec la parité de la lapine est suivie d'une diminution du poids moyen des lapereaux. Comme observé dans notre étude, Castellini *et al.* (2006) ont décrit l'effet de la parité sur la taille de la portée, le nombre de lapereaux sevrés et la mortalité post-sevrage. Les femelles primipares ont tendance à abandonner leurs portées et enregistrent ainsi près de la moitié des cas de cannibalisme selon González-Redondo et Zamora-Lozano (2008).

Selon Tuma *et al.* (2010), les données concernant l'effet de la parité sur les performances de croissance des lapereaux sont manquantes dans la littérature.

Effet de l'état physiologique la lapine

L'état physiologique la lapine influe sur le nombre de lapereaux nés totaux ($P=0,012$), les multipares allaitantes ont les tailles de portées les plus faibles. Cependant, les mortalités avant le sevrage ne sont pas significativement influencées, ce qui rejoint les observations de Zerrouki *et al.* (2007).

La lapine est susceptible de présenter un déficit énergétique intense durant la lactation, dû à une ingestion alimentaire insuffisante pour couvrir les besoins cumulés de la production laitière et de la croissance fœtale ce qui conduit à de faibles tailles de portées à la naissance. Cependant, Lebas (1972) affirme qu'il n'y a pas de différence dans les performances des

portées, ni pour la consommation d'aliment concentré, ni pour la croissance pondérale des lapereaux issus des lapines allaitantes et celles gestantes et allaitantes.

Effet de la taille de portée

D'après nos résultats, la taille de portée influe sur la mortalité avant le sevrage. L'effet sur les performances de croissance des lapereaux de la naissance au sevrage n'a pas été analysé dans cette présente étude. Les tailles de portée importantes présentent souvent un taux de mortalité important. La compétition pour le lait est donc très importante au sein d'une portée. La mortalité des lapereaux est plus élevée les premiers jours après la naissance (Belhadi, 2004 et Rödel *et al.*, 2009). Au sein des grandes portées, il existe une concurrence pour le lait et les positions favorables thermiquement dans le nid et les lapereaux de faible poids de naissance sont plus susceptibles de mourir de faim (Drummond *et al.*, 2000 et Bautista *et al.*, 2005 et 2008). Les lapereaux les plus faibles tètent beaucoup moins et déclinent rapidement et il a été démontré que les lapereaux morts ont souvent un faible poids (inférieur à la moyenne) et n'ont pas de lait dans l'estomac (Elmaghraby *et al.*, 2010 et Planinc *et al.*, 2011). La malnutrition est la principale cause mortalité chez les lapins nés vivants. La compétition pour le lait est donc très importante au sein d'une portée. La mortalité des lapereaux a lieu essentiellement au cours des trois premières semaines où l'alimentation des lapereaux est exclusivement lactée. L'homogénéisation et l'égalisation des portées restent un moyen efficace pour réduire les mortalités des lapereaux sous la mère.

Effet de la qualité du nid

L'effet de la qualité du nid confectionné par la lapine a été analysé seulement sur la mortalité des lapereaux avant le sevrage (et non sur la croissance des lapereaux). En effet, la qualité du nid influence significativement la mortalité des lapereaux à la naissance ($P < 0,001$) et de la naissance au sevrage ($P < 0,001$). Les mortalités sont plus élevées dans les nids non préparés (32.67%) pour la mortalité et (66.70%) pour la mortalité naissance-sevrage des lapereaux contre respectivement 4.70% et 29.02% pour les nids bien préparés.

Selon Delaveau (1979), les causes de mortalité des lapereaux de la naissance au sevrage sont souvent attribuées à la mauvaise construction du nid par la lapine. Par conséquent, un nid bien fait est essentiel la survie des lapereaux (Szendrő *et al.*, 1988; Negatu et McNitt, 2002). Certaines lapines ne construisent pas leur nid ou mettent bas en dehors du nid ou ne réussissent pas à élever leurs portées (Negatu et McNitt, 2002 ; González-Redondo, 2010).

Le poids du lapereau à la naissance est un paramètre très important pour sa viabilité, en effet, Lebas (2002) signale qu'un lapereau qui pèse moins de 50 g à la naissance a moins de chance de survivre par rapport à un lapin plus lourd. Notre résultat est proche de celui obtenu par Zerrouki *et al.* (2007) qui est de 51g, pour la même population et celui observé par Lebas (1969) pour les lapins "Fauve de Bourgogne".

**CONCLUSION GENERALE ET
PERSPECTIVES**

Les travaux de cette thèse ont pour objectif l'acquisition des connaissances sur la croissance et la mortalité du lapereau sous la mère et leur variation dans l'élevage local (Tizi-Ouzou). Les résultats obtenus complètent ceux des travaux de thèse de Daoud-Zerrouki (2006), Mefti-Korteby (2012) et Cherfaoui-Yami (2015). Les reproducteurs exploités ont deux phénotypes, le blanc et le coloré, élevés en population fermée dans un bâtiment aménagé suivis pendant quatre années successives. Les conditions d'environnement ne sont pas contrôlées et similaires à celles rencontrées chez les éleveurs de la région.

La promotion de l'élevage de lapin à un niveau rationnel en Algérie passe en premier lieu par la maîtrise des différents facteurs de production. Cette étude a permis d'évaluer les performances de croissance et la mortalité des lapereaux sous la mère et leurs variations dans les condition d'élevage local et a permis de constater un poids du lapereau à la naissance appréciable (54g) mais assez faible au sevrage (404g) et une faible croissance naissance-sevrage de 10,24g/j de la naissance à 23j et de 19,02g/j entre 24 et 30j.

Une mortalité élevée à la naissance et de la naissance au sevrage a été enregistrée avec 16,31% et 39,80% respectivement. La mauvaise gestion de l'élevage avec l'absence d'homogénéisation des portées, l'absence de sélection et d'amélioration des reproducteurs, la qualité de l'aliment et notamment les mauvaises conditions d'ambiance seraient à l'origine de cette faible productivité.

Les facteurs de variation étudiés sont le phénotype (couleur de la robe des reproducteurs), les effets liés à la mère dont l'état physiologique à la saillie, la parité, la taille de la portée, la qualité du nid et à la saison de mise bas.

La couleur de la robe des femelles influence les performances de prolificité et de croissance des lapereaux sous la mère. Une supériorité des lapines colorées pour la taille de portée est confirmée avec +0,51 lapereaux à 28 jours (+10%). Par ailleurs, la croissance individuelle pré-sevrage est significativement affectée par le phénotype de la lapine, les lapereaux issus de femelles blanches ont un poids individuel plus important (différences significatives de 7 à 28 jours) et le dernier avantage observé à 28 jours est de + 8,3%. Cette conclusion suggère un effet génétique et représente une alternative pour effectuer des croisements pour profiter de ces avantages de l'un et de l'autre phénotype.

La saison montre un effet positif de la saison printanière sur la prolificité, nous avons également confirmé que les animaux de population locale présentent des aptitudes de résistance aux fortes températures estivales, en effet, le nombre de portées enregistrées

(22,9%), leur taille et leurs poids durant la période estivale ne justifie pas l'arrêt de la reproduction pendant la saison chaude comme le préconisent certains éleveurs.

L'état physiologique de la lapine influe sur le nombre de lapereaux nés totaux ($P=0,012$), les multipares allaitantes ont les tailles de portées les plus faibles. Cependant, les mortalités avant le sevrage n'en sont pas significativement influencées.

Vu l'absence d'une homogénéisation des portées, l'effet taille de portée sur la mortalité des lapereaux sous la mère est marqué, nos conclusions corroborent celles des travaux antérieurs.

Enfin, la gestion du nid par la lapine influe sur la mortalité des lapereaux de la naissance au sevrage. Sur toute la période du suivi près de 19% des portées sont nées dans des nids sans préparation.

Ces travaux suggèrent qu'il serait intéressant de développer des programmes d'amélioration génétique afin de proposer des lapines qui, par croisement, permettraient de bénéficier des performances de la lapine de population blanche pour ses performances pondérales et de la population colorée pour sa supériorité en prolificité.

En vue de diminuer la mortalité durant la période estivale, il serait intéressant d'améliorer les conditions d'élevage durant cette saison et l'arrêt de la reproduction pendant cette période adopté par certains éleveurs n'est pas justifié sachant que près de $\frac{1}{4}$ des portées sont nées en été.

Des perspectives de travail intéressantes dans plusieurs disciplines sont ouvertes, telles que la génétique (effet de la couleur de la robe), il serait judicieux de vérifier l'effet du phénotype du mâle en utilisant des effectifs plus importants pour tirer profit des croisements selon le phénotype. L'alimentation et la reproduction sont également des domaines de recherche à valoriser, afin de pouvoir proposer aux éleveurs algériens des reproducteurs performants et adaptés aux conditions locales d'élevage en utilisant les différents croisements et une sélection massale pour améliorer la production sans avoir recours à l'importation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Afifi E.A., Khalil M.H., Emara M.E., 1989.** Effects on maternal performance and litter preweaning traits in doe rabbits. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 106, 358-362.
2. **Afifi E.A., Khalil M.H. 1992.** Crossbreeding experiments of rabbit in Egypt: Synthesis of results and overview. In: Rabbit Production and Genetics in the Mediterranean Area. *Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens*, 17:35-52.
3. **Afifi E.A., Yamani K.A., Marai I.F.M., El-Maghawry M. 1992.** Environmental and genetic aspects of litter traits in New Zealand White and Californian rabbits under Egyptian conditions. *J. Appl. Rabbit. Res.*, 15: 335-351.
4. **Aigner B., Besenfelder U., Müller M., Brem G. 2000.** Tyrosinase gene variants in different rabbit strains. *Mamm Genome* 11:700-702.
5. **Argente M.J., Santacreu M.A., Climent A., Blasco A. 2003.** Relationship between uterine and fetal traits in rabbits selected on uterine capacity. *J. Anim. Sci.* 81: 1265-1273.
6. **Argente M.J., Santacreu M.A., Climent A., Blasco A. 2006.** Influence of available uterine space per fetus on fetal development and prenatal survival in rabbits selected for uterine capacity. *Livestock Sci.* 102: 83-91.
7. **Argente M.J., Santacreu M.A., Climent A., Blasco A. 2008.** Effect of intra uterine crowding on available uterine space per fetus in rabbits. *Livestock Sci*, 114, 211-219.
8. **Arnold J., de Rochambeau H., Menigoz J.J. 2005.** La coloration chez le lapin : du patron au gène. Essai de synthèse critique des connaissances actuelles. *11èmes Journées de la Recherche Cunicole*, 29-30 novembre 2005, Paris
9. **Ayyat M.S., Marai F.M. 1998.** Evaluation of application of the intensive rabbit. Production systems under the sub-tropical conditions of Egypt. *World Rabbit Sci.*, 6: 213-217.
10. **Ayyat M.S., Marrai L.F.M., EL Sayiad G.H.A. 1995.** Genetic and non genetic factors affecting milk production and preweaning litter of New-Zealand White does under Egyptian condition. *World Rabbit Sci.*, 3: 119-124.
11. **Bautista A., Martínez-Gómez M., Hudson R. 2008.** Mother-young and within-litter relations in the European rabbit *Oryctolagus cuniculus*. *Lagomorph Biology Springer Berlin Heidelberg* 211-223.
12. **Bautista A., Drummond H., Martínez-Gómez M., Hudson R. 2003.** Thermal benefit of sibling presence in the newborn rabbit. *Dev. Psychobiol.*, 43: 208-215.

- 13. Bautista A, Mendoza-Degante M, Coureaud G, Martina-Gomez M., Hudson R. 2005.** Scramble competition in newborn domestic rabbits for an unusually restricted milk supply. *Animal Behaviour* 70, 997-1002.
- 14. Bautista A., Castelán F., Pérez-Roldán H., Martínez-Gómez 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. *Physiol Behav.* 2013 Jun 13;118:189-94.
- 15. Bautista A., Rödel H.G., Monclús R., Juárez-Romero M., Cruz-Sánchez E., Martínez-Gómez M., Hudson R. 2015.** Intrauterine position as a predictor of postnatal growth and survival in the rabbit. *Physiol Behav.* 138:101-116.
- 16. Barkok A. 1990.** Quelques aspects de l'élevage du lapin au Maroc. *Options Méditerranéennes. Séries Séminaires. N°17, 19-22.*
- 17. Barkok A., Jaouzi T. 2002.** The Zemmouri Rabbits (Morocco), Rabbit genetic resources in Mediterranean countries. Zaragoza, CIHEAM-IAMZ, 2002. *Options Méditerranéennes, Série B, Etudes et Recherches, n° 38, 175-185.*
- 18. Belabbas R., Ain-Baziz H., Ilès I., Zenia S., Boumahdi Z., Boulbina I., Temim S. 2011.** Etude de la prolificité et de ses principales composantes biologiques chez la lapine de population locale algérienne (*Oryctolagus cuniculus*). *Livestock Research for Rural Development. Volume 23, Article 61.* Retrieved February 19, 2016, from <http://www.lrrd.org/lrrd23/3/bela23061.htm>
- 19. Belhadi S. 2004.** Characterisation of local rabbit performances in Algeria: environmental variation of litter size and weights. *8th World Rabbit Congress, Puebla, Mexique, 4-11 Septembre, 2004, 218-223.*
- 20. Belhadi S., Boukir M., Amriou L. 2002.** Non genetic factors affecting rabbit reproduction in Algeria. *World Rabbit Science, 10(3) 103-109.*
- 21. Berchiche M., Lebas F. 1994.** Rabbit rearing in Algeria: family farming the Tizi-Ouzou area. First international conference on rabbit production in hot climates, 8 September 1994, Cairo, Egypt. *Cahiers Option Mediterranean, vol.8- CIHEAM-IAMZ 1994*
- 22. Berchiche M., Kadi S.A. 2002.** The kabyle rabbits (Algeria). Rabbit Genetic Resources in Mediterranean Countries. *Options méditerranéennes, Série B: Etudes et recherches, 38:11-20.*
- 23. Berchiche M., Zerrouki N., Lebas F. 2000.** Reproduction, performances of local Algerian does raised in rationnel condition. *7th World Rabbit Congress, 4-7 July 2000 Valence, Espagne. Vol. B: 43-49*

24. **Berchiche M., Cherfaoui D., Lounaouci G., Kadi S.A. 2012.** Utilisation de lapins de population locale en élevage rationnel : Aperçu des performances de reproduction et de croissance en Algérie. *3ème Congrès Franco-Maghrébin de Zoologie et d'Ichtyologie 6 -10 novembre 2012 Marrakech, Maroc.*
25. **Bhatt R.S., Sharma S.R., Singh U., Kumar D., Bhasin V. 2002.** Effect of different season on the performance of grey giant rabbits under sub-temperate Himalayan conditions. *Asian-Australian Journal of Animal Sciences, 15, 812-820*
26. **Bignon L., Bourin M., Galliot P., Souchet C., Travel A. 2013.** Impact du nombre de lapereaux laissés au nid sur la carrière des femelles et les performances des jeunes *15èmes Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans 19-20 Nov. 2013, 101-104.*
27. **Blasco A., Ortega J.A., Climent A., Santacreu M.A. 2005.** Divergent selection for uterine capacity in rabbits. I. Genetic parameters and response to selection. *J. Anim. Sci. 83:2297-2302.*
28. **Blumetto O., Olivas I., Torres A.G., Villagrà A. 2010.** Use of straw and wood shavings as nest material in primiparous does. *World Rabbit Science 18: 237-242*
29. **Bolet G. 1994.** Génétique et reproduction chez le lapin. *Journées AERA-ASFC, 20 Janvier 1994, 12-17.*
30. **Bolet G., Saleil G. 2002.** Strain INRA (France). Rabbit genetic resources in Mediterranean countries. Zaragoza, CIHEAM-IAMZ, 2002. *Options Méditerranéennes, Série B, Etudes et Recherches, n°38, 113-137*
31. **Bolet G., Esparbié J., Falières J. 1996.** Relations entre le nombre de fœtus par corne utérine, la taille de portée à la naissance et la croissance pondérale des lapereaux. *Annales de Zootechnie, 45, 1-15.*
32. **Bolet G., Brun J., Lechevestrier S., Lopez M., Boucher S. 2001.** Evaluation des performances de reproduction de 8 races de lapins dans 3 élevages expérimentaux. *9emes Journées de la Recherche Cunicole, 2001, Paris, France, 213-216.*
33. **Bolet G., Zerrouki N., Gacem M., Brun J.M., Lebas F. 2012.** Genetic parameters and trends for litter and growth traits in a synthetic line of rabbits created in Algeria. *10 th World Rabbit Congress September 3 - 6, 2012 Sharm El-Sheikh-Egypt, 195-199*
34. **Bolet G., Garreau H., Hurtaud J., Saleil G., Esparbie J., Falières J., Theau-Clement M., Bodin L. 2007.** Sélection sur la variabilité du poids des lapereaux à la naissance. Réponses à la sélection et caractéristiques de l'utérus des lapines. *12èmes Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans, 27-28 novembre 2007, ITAVI pp. 133- 136.*

35. **Boucher S., Deretz S., Bayle B., Rousselot-Leboeuf A.C. 2005.** Evaluation continue de la température des nids de lapins au poil Rex de la naissance au sevrage. *CR Journée de formation de la CEO. Septembre, p 3-5.*
36. **Boumahdi-Merad Z., Theau-Clément M., Berbar A., 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*. *15èmes Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans 19-20 Nov. 2013, 165-168.*
37. **Boumahdi-Merad Z., Zerrouki-Daoudi N., Berbar A., Lafri M., Kaidi R. 2015.** Breeding local rabbit in northern and southern Algeria: situation of production and consumption of rabbit's meat. *Journal of International Scientific Publications, Agriculture & Food ISSN 1314-8591, Volume 3, 340-348*
38. **Braine A., Jentzer-Azard A. 2007.** Economie de la production française de lapins des années 80 à nos jours *12èmes Journées de la Recherche Cunicole, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France. <http://www.cuniculture.info/Docs/Magazine/Magazine2007/Fichiers.pdf> JRC-2007/6-Economie/3e-braine.pdf*
39. **Briens C. 2011.** Mortinatalité : méthodologie diagnostique en élevage cunicole et premiers résultats. *14ème journées de recherche cunicole, 22-23 Novembre 2011, Le Mans, France. <http://www.cuniculture.info/Docs/Magazine/Magazine2012/Fichiers-pdf-JRC/057-Briens.pdf>.*
40. **Brun J.M., Baselga M. 2005.** Analysis of reproductive performances during the formation of a synthetic rabbit strain. *World Rabbit Science, 13, 239-252.*
41. **Canali E., Ferrante V., Todeschini R., Verga M., Carenzi C. 1991.** Rabbit nest construction and its relationship with litter development. *Appl. Anim. Behav. Sci., 31: 259-266.*
42. **Castellini C., Dal Bosco A., Cardinali R. 2006.** Long term effect of post-weaning rhythm on the body fat and performance of rabbit doe. *Reprod Nutr Dev. 2006; 46: 195-204.*
43. **Castellini C., Dal Bosco A., Arias-Álvarez M., Lorenzo P.L., Cardinalli R., Rebollar P.G. 2010.** The main factors affecting the reproductive performance of rabbit does: a review. *Anim. Reprod. Sci., 122: 174-182.*
44. **Cheeke P.R., Patton N.M., Lukefahr S.D., McNitt J.I. 1987.** Rabbit production. *Intersate Ed., Danville, IL, USA, 472 pp.*

45. **Cherfaoui-Yami D. 2015.** Evaluation des performances de reproduction des lapines d'élevage rationnel en Algérie. *Thèse de Doctorat, Université Mouloud Mammeri, Tizi-ouzou, 94 p.*
46. **Cherfaoui D., Berchiche M. 2012.** Feed intake of reproductive rabbit does of two populations raised in Algerian conditions. In Proc. *10th World Rabbit Congress, September 3-6, 2012, Sharm El- Sheikh, Egypt, 385-388.*
47. **Cherfaoui D., Theau-Clément M., Zerrouki N., Berchiche M. 2013.** Reproductive performance of male rabbits of Algerian local population. *World Rabbit Science. 2013, 21: 91-99.*
48. **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, Article #224. Retrieved February 29, 2016, from <http://www.lrrd.org/lrrd27/11/zerr27224.html>*
49. **Colin M., Lebas F. 1994.** Production et consommation de viande de lapin dans le monde : une tentative de synthèse. *6èmes Journ. Rech. Cunicole, La Rochelle, France, 2, 449-458.*
50. **Colin M., Lebas F. 1996.** Rabbit meat production in the world. A proposal for every country. In Proc.: *6th World Rabbit Congress, Toulouse, France. 9-12 July, 1996. Vol. 3, 323-330.*
51. **Combes S., Dalle Zotte A. 2005.** La viande de lapin : valeur nutritionnelle et particularités technologiques. *11èmes Journées Rech. Cunicole Paris (France) 29-30 nov 2005. ITAVI ed pp:167-180.*
52. **Combes S., Gidenne T., Cauquil L., Balmissse E., Aymard P., Bonnemere J.M., Bannelier C., Gabinaud B., Segura M., Tartie V., Fortun-Lamothe L. 2013a.** L'apport de fèces au nid stimule le comportement de coprophagie des jeunes lapereaux, modifie les processus d'implantation du microbiote et améliore leur santé. *14ème J. Rech. Cunicoles, 19 & 20 nov. 2013, Le Mans, France.*
53. **Combes S., Gidenne T., Boucher S., Fortun-Lamothe L., Bolet G., Coureaud G. 2013b.** Rabbit from birth to weaning: what tools for more robust rabbits? In Proc.: *15èmes Journ. Rech. Cunicole, 26-27 Novembre 2013, Le Mans, France, pp. 63-77.*
54. **Coudert P. 1982.** Analyse de l'origine des pertes à la maternité. *Cuniculture 45, 136-139.*
55. **Coudert P., Jobert J.L., Larour G., Guittet M. 2003.** Relation entre l'entéropathie épizootique du lapin (EEL) et l'infestation par les coccidies: enquête

- épidémiologique. *10èmes Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 Novembre, Paris, 239-241.*
- 56. Coureaud G., Fortun-Lamothe L., Langlois D., Schaal B. 2003.** Communication odorante et phéromonale à finalité alimentaire entre la lapine et les lapereaux. *In Proc.:10ème Journ. Rech. Cunicole, INRA-ITAVI, 19-20/nov/2003, Paris, ITAVI éd. Paris, 107-110.*
- 57. Coureaud G., Fortun-Lamothe L., Langlois D., Schaal B. 2007.** The reactivity of neonatal rabbits to the mammary pheromone as a probe for viability. *Animal 1:7, pp 1026-1032.*
- 58. Coureaud G., Fortun-Lamothe L., Rödel H.G., Monclus R., Schaal B. 2008.** Le lapereau en développement : données comportementales, alimentaires et sensorielles sur la période naissance-sevrage. *INRA Prod. Anim., 231- 238.*
- 59. Coureaud G., Schaal B., Coudert P., Rideaud P., Fortun-Lamothe L., Hudson R., Orgeur P. 2000.** Immediate postnatal sucking in the rabbit: Its influence on pup survival and growth. *Reproduction, Nutrition, Development, 40, 19-32.*
- 60. Coutelet G. 2013.** Résultats technico-économiques des éleveurs de lapins de chair en France en 2012. *15èmes Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 novembre 2013, LeMans,France. <http://www.cuniculture.info/Docs/Magazine/Magazine2013/fichiers-pdf-JRC/E02-Coutelet.pdf>*
- 61. Coutelet G. 2014.** Performances moyennes des élevages cunicoles en France pour l'année 2013. Résultats RENACEB. *Cuniculture magazine Volume 41, 25-26.*
- 62. Coutelet G. 2015.** Performances moyennes des élevages cunicoles en France pour l'année 2014. Résultats RENACEB. *Cuniculture magazine Volume 42, 37*
- 63. Dalle Zotte A. 2014.** Rabbit farming for meat purposes. *Animal frontiers 10/2015; 4(4):62-67.*
- 64. Dalle Zotte A., Paci G. 2013.** Influence of Rabbit Sire Genetic Origin, Season of Birth and Parity Order on Doe and Litter Performance in an Organic Production System. *Asian-Aust. J. Anim. Sci. Vol. 26, No. 1: 43-49.*
- 65. Daoud-Zerrouki N. 2006.** Caractérisation d'une population locale de lapins en Algérie : évaluation des performances de reproduction des lapines en élevage rationnel. *Thèse de Doctorat, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 131 p.*
- 66. Delaveau A. 1979.** Mortalité des lapereaux au nid. *Ann. Zootech., 28: 165-172.*
- 67. Delaveau A. 1982.** Croissance du lapereau entre la naissance et le sevrage. Premier résultats provenant de l'analyse de 300 courbes de croissance. *3ème Journ. Rech.*

- Cunicole*, 8-9 Dec. 1982. Paris, communication n° 20.
<http://www.cuniculture.info/Docs/Documentation/Publi-FL.htm>
- 68. De Rochambeau H.** 1989. La génétique du lapin producteur de viande. *INRA Productions Animales*, 2(4), 287-295.
- 69. De Rochambeau H., Bolet G., Tudela F.** 1994. Long term selection-comparison of two rabbit strains. *5th World Congress of Genetics Applied to livestock Production, Guelph, Canada, 7-12 August, 1994, Vol XIX*, 257-260.
- 70. Djellal F., Mouhous A., Kadi S.A.** 2006. Performances de l'élevage fermier du lapin dans la région de Tizi-Ouzou, Algérie. *Livestock Research for Rural Development. Volume 18, Article #100*. Retrieved February 19, 2016, from <http://www.lrrd.org/lrrd18/7/djel18100.htm>
- 71. Drummond H., Vázquez E., Sánchez-Colón S., Martínez-Gómez M., Hudson R.** 2000. Competition for milk in the domestic rabbit: survivors benefit from littermate deaths. *Ethology*, 106, 511-526.
- 72. Elmaghraby M.M.A., Elkholya S.Z.** 2010. Characterizing litter losses in purebred New Zeland White rabbits. *Lucrări Științifice, Seria Zootehnie*, 54: 304-310
- 73. F.A.O.** 2000. The Statistics Division of the FAO. <http://faostat.fao.org/>.
- 74. F.A.O.** 2011. The Statistics Division of the FAO. <http://faostat.fao.org/>.
- 75. F.A.O.** 2014. The Statistics Division of the FAO. <http://faostat.fao.org/>.
- 76. 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.
- 77. Fayeye T.R., Ayorinde K.L.** 2010. Effects of season, generation, number of mating, parity and doe number of teat on doe and litter birth characteristics in domestic rabbit. In: *Proceedings 9th World Rabbit Congress, Verona, Italy: 1529- 1534 Global Journal of Animal Scientific Research*. 2(3):205-209. 2014
- 78. Fellous N., Bereksi-Reguig K., Ain-Baziz H.** 2012. Evaluation des performances zootechniques de reproduction des lapines de population locale Algérienne élevées en station expérimentale. *Livestock Research for Rural Development. Volume 24, Article n°51*.
- 79. Feugier A.** 2006. Une méthode alternative de reproduction chez la lapine : un modèle pour une approche systémique du fonctionnement des élevages cunicoles. *Thèse de Doctorat de l'INP de Toulouse 155p*.

- 80. Finzi A. 1990.** Recherche pour la sélection de souches de lapins thermo tolérants. *Options Méditerranéennes. Séries Séminaires N°8*, 41-47.
- 81. Finzi A., Nyvold S., El Agroudi M. 1992.** Evaluation of heat stress in rabbits under field conditions. *J. Applied Rabbit Res.* 15: 739-744.
- 82. Finzi A., Crosta M., González-Redondo P. 2012.** Annual productivity index: a synthetic index of rabbit genetic values for improving farm efficiency. *Proceedings 10th World Rabbit Congress-September 3-6, 2012-Sharm-El-Sheikh -Egypt*, 771-775.
- 83. Fontanesi L., Tazzoli M., Beretti F., Russo V. 2006.** Mutations in the melanocortin 1 receptor (MC1R) gene are associated with coat colors in the domestic rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Anim Genet.*; 37(5):489-93.
- 84. Fontanesi L., Mazzoni G., Bovo S., Frabetti A., Fornasini D., Dall'Olio S., Russo V. 2012.** Association between a polymorphism in the IGF2 gene and finishing weight in a commercial rabbit population. *Anim Genet. Oct*; 43(5):651-652.
- 85. Fontanesi L., Scotti E., Colombo M., Beretti F., Forestier L., Dall'Olio S., Deretz S., Russo V., Allain D., Oulmouden A. 2010.** A composite six bp in-frame deletion in the melanocortin 1 receptor (MC1R) gene is associated with the Japanese brindling coat colour in rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *BMC Genet.* 2010 Jul. 1;11-59.
- 86. Fortun-Lamothe L. 2006.** Energy balance and reproductive performance in rabbit does. *Animal Reproduction Science*, v. 93, n. 1-2, p. 1-15,
- 87. Fortun L., Lebas F. 1994.** Influence of the number of the sucking young and the feed level on foetal survival and growth in rabbit does. *Annales de Zootechnie*, 43,163-171.
- 88. 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), 49-56.
- 89. Fortun Lamothe L., Mariana J.C., 1998.** Effets de la simultanéité de la gestation et de la lactation chez la lapine sur le développement folliculaire chez les filles futures reproductrices. *7èmes Journ. Rech. Cunicole Fr., Lyon*, 261-264.
- 90. Fortun-Lamothe L., Prunier A., Bolet G., Lebas F. 1999.** Physiological mechanisms involved in the effects of concurrent pregnancy and lactation on foetal growth and mortality in the rabbit. *Livest Prod Sci*, 60:229-241.
- 91. Fortun-Lamothe L., Gidenne T., Lapanouse A., De Dapper J. 2000.** Note: An original system to separately control litter and female feed intake without modification of the mother-young relations. *World Rabbit Science*, 8: 177-180.

- 92. Fortun-Lamothe L., Gidenne T., Chalaye F., Debray L. 2001.** Stratégie d'alimentation autour du sevrage: effet du ratio amidon/fibre. *9èmes Journées de la Recherche Cunicole, Paris, France, 28- 29 Novembre 2003, 195-198.*
- 93. Fortun-Lamothe L., Lacanal L., Boisot P., Jehl N., Arveux P., Hurtaud J., Perrin G. 2005.** Effects of level and origin of dietary energy on reproduction performance of the does and health status of the young. *In Proc.: 11èmes Journ. Rech. Cunicole, Paris, 29-30 Novembre 2005, Paris, France, pp. 129-132.*
- 94. Gacem M., Bolet G. 2005.** Création d'une lignée issue du croisement entre une population locale et une souche européenne. *11èmes Journées de la Recherche Cunicole, 29-30 novembre 2005, Paris 15-18*
- 95. Gacem M., Zerrouki N., Lebas F., Bolet G. 2008.** Strategy for developing rabbit meat production in Algeria: Creation and selection of synthetic strain. *<http://world-rabbit-science.com/WRSA-Proceedings/Congress-2008-Veronaf>*
- 96. 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. *13èmes Journées de la Recherche Cunicole, 17-18 novembre 2009, Le Mans, France In 9th World Rabbit Congress. June 10-13. Verona. Italy, 85-89.*
- 97. Gallois M., Gidenne T., Fortun-Lamothe L. 2003.** Sevrage précoce des lapereaux: conséquence sur le développement de l'appareil digestif en relation avec les performances zootechniques. *10^{ème} Journ. Rech. Cunicole, 19-20 Nov. 2003, Paris, 127-130.*
- 98. Gallois M., Boullier S., Milon A., Gidenne T. 2005.** Weaning age and sensitivity to an experimental infection by an E. coli O103 strain. *In: 11ème J. Rech. Cunicole, G. Bolet (Ed), 29 & 30 nov., Paris, France, p249-252.*
- 99. Gallois M., Fortun-Lamothe L., Michelan A., Gidenne T. 2008.** Adaptability of the digestive function according to age at weaning in the rabbit: II. Effect on nutrient digestion in the small intestine and in the whole digestive tract. *Animal, 2, 536-547.*
- 100. Garcia F., Perez A. 1989.** Effets de la lactation et du nombre de lapereaux sur l'ovulation et la survie du fœtus jusqu'à la naissance, évaluée par laparoscopie chez les lapins multipares. *Informacion Tecnica Economica Agraria, 80, 3-10.*
- 101. Garreau H., De Rochambeau H. 2003.** La sélection des qualités maternelles pour la croissance du lapereau. *10èmes Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 nov. 2003, Paris, ITAVI. 64-69.*

- 102. Garreau H., Brun J.M., Theau-Clement M., Bolet G. 2008.** Evolution des axes de recherche à l'INRA pour l'amélioration génétique du lapin de chair. *INRA Prod. Anim.*, 21 (3), 269-276
- 103. Gidenne T., Fortun-Lamothe L. 2002.** Feeding strategy for young rabbits around weaning: a Review of digestive capacity and nutritional needs. *Anim. Sci.* 75 : 169-184.
- 104. Gidenne T., Aubert C., Drouilhet L., Garreau H. 2013.** L'efficacité alimentaire en cuniculture: impacts technico-économiques et environnementaux. *15èmes Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 novembre 2013, Le Mans, France*
<http://www.cuniculture.info/Docs/Magazine/Magazine2013/mag40-029.html>
- 105. González-Mariscal G. 2001.** Neuroendocrinology of maternal behavior in the rabbit. *Horm Behav* 40, 125-132
- 106. González-Redondo P. 2010.** Maternal behaviour in peripartum influences preweaning kit mortality in cage-bred wild rabbits *World Rabbit Science*. 2010, 18: 91-102.
- 107. González-Redondo P., Zamora-Lozano M. 2008.** Neonatal cannibalism in cage-bred wild rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Arch. Med. Vet.*, 40: 281-287.
- 108. Guerder F. 2002.** Conduites en bandes: de bons résultats économiques. *Cuniculture*, 29:117-123.
- 109. Gyovai P., Nagy I., Gerencsér Zs., Matics Zs., Radnai I., Donkó T., Bokor Á., Farkas J., Szendrő Zs. 2012.** Genetic parameters for litter weight, average daily gain and thigh muscle volume measured by in vivo Computer Tomography technique in Pannon White rabbits. *Livest. Sci.* 144, 119-123
- 110. Hajj E., Boutros C., Doumet W. 1998.** Suivi technique des paramètres zootechniques dans un élevage cunicole au Liban. *World Rabbit Science*, 6 (2): 263-267.
- 111. Hamilton H.H., Lukefahr S.D., McNitt J.I. 1997.** Maternal nest quality and its influence on litter survival and weaning performance in commercial rabbits. *J. of Anim. Sci.*, 75, 926-933.
- 112. Hassan N.S. 2005.** Animal model evaluation and some genetic parameters of milk production in New Zealand White and Baladi Black Rabbits using DF-REML Procedure. *The 4th International Conference On Rabbit Production In Hot Climates, Sharm El-Sheikh, 24-27 Feb. 2005 Egypt*, 55-64
- 113. Hassanien H.H.A., Baiomy A.A. 2011.** Effect of breed and parity on growth performance, litter size, litter weight, conception rate and semen characteristics of medium size rabbits in hot climates. *Egyptian Poultry Science*, 31: 97-110.

- 114. Hulot F., Matheron G. 1981.** Effets du génotype de l'âge et de la saison sur les composantes de la reproduction chez la lapine. *Annales de Génétique et de Sélection Animale*, 13(2), 131-150
- 115. Jaouzi T., Barkok A., Bouzekraoui A., Bouymajjane Z. 2004.** Evaluation of Some Production Parameters In Rabbit. Comparative Study Of Local Moroccan Rabbit And Californian Breed In Pure And Cross Breeding. *Proceedings -8th World Rabbit Congress-September 7-10, 2004 - Puebla, Mexico, 1194-1201*
- 116. Jaouzi T., Barkok A., El Maharzi L., Bouzekraoui A., Archa B. 2006.** Etude sur les systèmes de production cunicole au Maroc. *Cuniculture Magazine. Vol 33, 99-110*
- 117. Jentzer A. 2009.** Principaux résultats issus du réseau de fermes de références cunicoles au cours de la campagne 2007-2008. *13èmes journées de Recherche cunicoles 17-18 novembre, 2009, Le Mans, France. <http://www.journees-de-la-recherche.org/PDF/PS03-JENTZER.pdf>*
- 118. Kadi S.A., Zerrouki N., Louchami Y., Dahmani F. 2005.** Pre-weaning mortality in rabbits of local Algerian population. *The 4th inter-con. Rabbit pro-in hot clim. Sharm El sheikh, Egypt, 399-402.*
- 119. Kennou S., Bettaib S. 1990.** Etude de la prolificité et de ses composantes des lapines locales tunisiennes. *Options Méditerranéennes. Série Séminaires. N°8, 97-101.*
- 120. Kennou S., Lebas F. 1990.** Résultats de reproduction des lapines locales Tunisiennes élevées en colonies au sol. *Option méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens, n°8, 93-96.*
- 121. 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.*
- 122. Khalil M.H. 2002.** The Baladi Rabbits (Egypt). Rabbit Genetic Resources in Mediterranean Countries. Zaragoza, CIHEAM-IAMZ. *Options Méditerranéennes. Série B. Etudes et recherches. N°38, 37-50.*
- 123. Khalil M.H., Khalil H.H. 1991.** Genetic and phenotypic parameters for weaning and preweaning body weights and gain in Bouscat and Giza White rabbits. *J. Appl. Rabbit Res., 14: 44-51.*
- 124. Kpodekon M., Youssao A.K.I., Koutinhoun B., Djago Y., Houezo M., Coudert P. 2006.** Influence des facteurs non génétiques sur la mortalité des lapereaux au sud du Benin. *Annales de Médecine Vétérinaire, 150, 197-201.*

- 125. Kumar A.R., Murugan M., Thiruvankadan A.K., Iyue M. 2006.** Reproduction and production traits of broiler rabbit as influenced by breed and season. *Indian Vet. J.*, 83: 577-579.
- 126. Layssol-Lamour C., Hurtaud J., Saleil G., Laperruque F., Tircazes A., Ruesche J., Bolet G. 2009.** Suivi par échographie et sacrifice à J28 du développement embryonnaire et fœtal dans deux lignées divergentes de lapins sélectionnées sur l'homogénéité du poids des lapereaux à la naissance. *In Proc : 13èmes Journées de la Recherche Cunicole, ITAVI, publ. 17-18 Novembre 2009, Le Mans, France, 145-148*
- 127. Lazzaroni A., Andione F., Luzi M., Zecchini M. 1999.** Performances de reproduction de lapin gris de Carmagnola: Influence de la saison et de l'âge des lapereaux au sevrage. *8emes Journées de la Recherche Cunicole, 1999, Paris, France, 151-154.*
- 128. Lazzaroni C., Biagini D., Redaelli V., Luzi F. 2012.** Technical Note: Year, season, and parity effect on weaning performance of the Carmagnola Grey Rabbit breed. *World Rabbit Science*, 20: 57-60.
- 129. Lebas F. 1969.** Alimentation lactée et croissance pondérale du Lapin avant sevrage. *Ann. Zootech.*, 18: 197-208.
- 130. Lebas F. 1970.** Alimentation et croissance du lapereau sous la mère. *Rec. Med. Vét. Alfort*, 146, 1065-1070
- 131. 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.
- 132. Lebas F. 1974.** La mortalité des lapereaux sous la mère. *Cuniculture*, 1, 40-45
- 133. Lebas F. 1982.** Influence de la position in utero sur le développement corporel des lapereaux. *3èmes Journées de la Recherche Cunicole en France INRA-ITAVI, ITAVI éd. Paris, communication 16*
- 134. Lebas F. 1989.** Besoins nutritionnels des lapins : Revue bibliographique et perspectives. *Cuni-Science*, 5,1-28
- 135. Lebas F. 2000.** Systèmes d'élevage en production cunicole. *Jornadas Internacionais de Cunicultura*, 24-25 Nov.2000, Vila Real (Portugal), 163-170.
- 136. Lebas F. 2002.** Le jeune: de la conception au sevrage. La sélection des qualités maternelles pour la croissance du lapereau. *Cuniculture*, 165,102-109
- 137. Lebas F. 2010.** Situation cunicole en France en 2009. Performances moyennes des élevages selon les résultats de RENACEB pour l'année 2009, situation du Marché cunicole français et premières évaluation pour l'année 2010. *Cuniculture Magazine*, 37, 74-82.

138. Lebas F., Marionnet D., Henaff R. 1991. La production du lapin. (3ème Edition révisée) *AFC et Tec & Doc co-éditeurs*, 206 pp.
139. Lebas F., Coudert P., Rouvier R., de Rochambeau H. 1984. Le lapin : Elevage et pathologie. *F.A.O. Ed. Rome*, 298 p.
140. Lebas F., Coudert P., de Rochambeau H., Thébault R.G. 1996. Nutrition et alimentation. In : Le lapin : Elevage et pathologie. *FAO Eds, Rome, Italie*, 21-50
141. Lenoir G., Garreau H., Banville M. 2011. Estimation des paramètres génétiques des critères pondéraux des lapereaux à la naissance dans une lignée femelle Hycole. *14èmes Journées de la recherche cunicole, Bolet G. (Ed.) ITAVI, publ. 22-23 novembre 2011 Le Mans, France pp. 117-120.*
142. Loussouarn V., Robert R., Garreau H. 2011. Sélection d'une lignée femelle Hyla sur le poids au sevrage : estimation des paramètres génétiques et analyse du progrès génétique. In *Proc. : 14èmes Journées de la recherche cunicole, Bolet G. (Ed.) ITAVI, publ., 22-23 novembre 2011, Le Mans, France, pp. 121-124*
143. Loussouarn V., Robert R., Garreau H. 2013. Paramètres génétiques du poids du lapereau à la naissance dans une lignée sélectionnée sur les performances de reproduction. *15èmes Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 novembre 2013, Le Mans, France. http://www.cuniculture.info/Docs/Magazine/Magazine_2013/fichiers-pdf-JRC/L03*
144. Lukefahr S.D. 1986. Basic inheritance of coat colour in rabbits. *J.Appl. Rabbit Res.*, 9: 168-174.
145. Lukefahr S.D., Harris D.J., Cheeke P.R., Patton N.M. 1982. Influence of major coat colour genes on early survival and growth rate in rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 5: 45-50.
146. Marai I.F.M., Rashwan A.A. 2004. Behavioural response of rabbits to climatic and managerial conditions - a Review. *Archiv fur Tierzucht* 47(5), 469-482.
147. Marai I.F.M., Habeeb A.A.M., Gadb A.E. 2002. Rabbits productive, reproductive and physiological performance. Traits as affected by heat stress: a Review. *Livestock Production Science* 78; 71-90.
148. Maertens L., Lebas F., Szendrő Zs. 2006. Rabbit milk: a Review of quantity, quality and non-dietary affecting factors. *World Rabbit Science*, 2006, 14: 205-230
149. Martínez-Paredes E., Llorens J., Ródenas L., Savietto D., Pascual J.J. 2015 Le développement précoce des lapins sélectionnés sur la vitesse de croissance affecte-t-il la production spermatique ? *16èmes Journées de la Recherche Cunicole, 24 et 25*

novembre2015,LeMans,France.<http://www.cuniculture.info/Docs/Magazine/Magazine2015/mag42-014.htm>

- 150. Mazouzi-Hadid. F, Abdelli-Larbi O., Lebas F., Berchiche M., Bolet G. 2014.** Influence of coat colour, season and physiological status on reproduction of rabbit does in an Algerian local population. *Animal reproduction science volume 150 Issue 1-2 page 30-34*
- 151. Mefti-Korteby H. 2012.** Caractérisation zootechnique et génétique du lapin local (*Oryctolagus cuniculus*). *Thèse de doctorat en sciences agronomiques, Université de Blida, 209p.*
- 152. Mefti-Korteby H., Kaidi R., Sid S., Daoudi O. 2010.** Growth and Reproduction Performance of the Algerian Endemic Rabbit. *European Journal of Scientific Research. 40 (1), 132 -143.*
- 153. Mirabito L. 2007.** Logement et bien-être du lapin : plus de questions que de réponses ? *INRA Productions Animales, Février, 20(1), 59-64.*
- 154. Moulla F., Yakhlef H. 2007.** Evaluation des performances de reproduction d'une population locale de lapins en Algérie. *12èmes Journées de la Recherche Cunicole. Le Mans, France. 27- 28 Novembre. 45- 48*
- 155. Negatu Z., McNitt J.I. 2002.** Hormone profiles and nest-building behavior du ring the periparturient period in rabbit does. *Anim R eprod Sci, 72:125 - 135.*
- 156. O.N.M. 2015.** Office National de la Météorologie de Tizi-Ouzou <http://www.météo.dz/>
- 157. Orengo J., Gidenne T. 2007.** Comportement alimentaire et caecotrophie chez la lapereau avant sevrage. *11èmes Journées de la recherche cunicole, 29-30 nov. 2005 Paris, pages 45-48*
- 158. Orengo J., Gomez E.A., Piles M., Rafel O., Remon J., 2003.** Etude des caractères de reproduction en croisement entre trois lignées de femelles espagnoles. *10èmes Journées de la Recherche Cunicole, Paris 19 et 20 Novembre 2003, 53-60.*
- 159. Oseni S.O., Lukefahr S.D. 2014.** Rabbit production in low-input systems in Africa: situation, knowledge and perspectives A Review *World Rabbit Science, 2014, 22: 147-160.*
- 160. Ouyed A., Lebas F., Lefrançois M., Rivest J. 2007.** Performances de reproduction des lapines de races pures (Néo-Zélandais Blanc, Californien et Géant Blanc du Bouscat) et des croisés, en élevage assaini au Québec. *In Proc.: 12èmes Journ. Rech. Cunicole, INRA ITAVI, 27-28 novembre, 2007. Le Mans, France. <http://www>*

.crsrad.qc.ca/uploads/tx_centrerecherche/Performances_de_reproduction_de_lapines.pdf

- 161. Parer I., Sobey W.R., Conolly D. 1987.** Reproduction of the wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) under varying degrees of confinement. *CSIRO, Aust. Division of Wildlife and Rangelands Research Technical Paper, 36: 1-12.*
- 162. Pascual J.J., Cervera C., Fernandez-Carmona J. 2001.** Effect of solid food intake before weaning on the performance of growing rabbits. *2nd meeting of workgroups 3 and 4. COST Action 848. 29-30 June 2001, Godollo, Hungary, 48.*
- 163. Perrier G., Jouanno M., Drouet J.P. 2003.** Influence de l'homogénéité et de la taille de portée sur la croissance et la viabilité des lapereaux de faible poids à la naissance. *10^{ème} Journ. Rech. Cunicole, INRA-ITAVI, 19-20/nov/2003, Paris, ITAVI éd. Paris, 115-118.*
- 164. Planinc M., Kermauner A., Malovrh Š., Kovač M. 2011.** Growth and mortality of sika suckling rabbits in Slovenia *Acta argiculturae Slovenica, 98/2, 135-141, Ljubljana 2011*
- 165. Poigner J., Szendrő Zs. , Leval A., Radnai L., Biro-Nemeth E. 2000.** Effect of birth weight and litter size on growth and mortality in rabbits. *World Rabbit Science, Vol 8(1), 17-22.*
- 166. Poujardieu B. 1986.** Influence des performances de la portée d'origine sur la carrière des lapines reproductrices. *4^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, Paris, France, 10-11 Décembre 1986, Com. n°39, 1-16.*
- 167. Poujardieu B., Theau-Clément M. 1995.** Productivité de la lapine et état physiologique. *Ann. Zootech. 44: 29-39. Elsevier INRA*
- 168. Prud'hon M. 1975.** Bien connaître la physiologie de la reproduction, pour mieux l'exploiter. *Elevage, Hors série, 37-40.*
- 169. Rashwan A.A., Marai I.F.M. 2000.** Mortality in young rabbits: A Review. *World Rabbit Science, 8, 111-124.*
- 170. Rebollar P.G., Perez-Cabal M.A., Pereda N., Lorenzo P.L., Arias Alvarez M., Garcia-Rebollar P. 2009.** Effects of parity order and reproductive management on the efficiency of rabbit productive system. *Livest. Sci., 121: 227-233.*
- 171. Robinson R. 1958.** Genetic studies of the rabbit. *Nijhoff Ed., The Hague, Netherlands. 370 pp.*
- 172. Robinson R. 1978.** Color inheritance in small livestock. *Watmoughs Ltd., Idle, Bradford, England, 139-181.*

- 173. Rödel H.G., Starkloff A., Seltmann M. W., Prager G., Von Holst D. 2009.** Causes and predictors of nest mortality in a European rabbit population. *Mammalian Biology* 74: 200-211.
- 174. Rommers J.M., Kemp B., Meijerhof R., Noordhuizen J.P.T.M. 2001.** The effect of litter size before weaning on subsequent body development, feed intake, and reproductive performance of young rabbit does. *J Anim Sci.* ;79:1973-1982. [[PubMed](#)]
- 175. Roustan A. 1992.** L'amélioration génétique en France : Le contexte et les acteurs. Le lapin. *INRA Productions Animales, hors série « Eléments de génétique quantitative et application aux populations animales »*, 45-47.
- 176. Rouvier R., Brun JM. 1990.** Crossbreeding and selection experiments with rabbits: An overview from studies in France about litter traits. *Options Méditerranéennes, Série Séminaire*, 8: 29-34.
- 177. Statistical analysis System, 2001.** SAS/STAT ® User's Guide (Release 8.2). *SAS Inst. Inc., Cary NC, USA.*
- 178. Saidj D., Aliouat S., Arabi F., Kirouani S., Merzem K., Merzoud S., Merzoud I., Ain Baziz H. 2013.** La cuniculture fermière en Algérie: une source de viande non négligeable pour les familles rurales. *Livestock Research for Rural Development. Volume 25, Article #138. Retrieved February 20, 2016, from <http://www.lrrd.org/lrrd25/8/said25138.htm>*
- 179. Saleh K., Nofal R., Younis H., Abou Khadiga G. 2005.** Evaluation of line V, Baladi Black rabbits and their crosses under Egyptian conditions. 2. Litter weight and mean kit weight. In: *Proceeding 4th International Conference Rabbit Production Hot Climates*, 24-27 Feb., Sharm El-Sheikh, Egypt. 31-37.
- 180. Savietto D., Blas E., Cervera C., Baselga M., Friggens N.C., Larsen T., Pascual J.J. 2012.** Digestive efficiency in rabbit does according to environment and genetic type. *World Rabbit Science. 20, 131-140.*
- 181. Schlolaut W., Hudson R., Rödel H.G. 2013.** Impact of rearing management on health in domestic rabbits: A Review. *World Rabbit Science. 21: 145-159*
- 182. Seleem T.S.T. 2005.** Some reproductive; productive and physiological aspects of purebred and crossbred Elander and New-Zealand White rabbits under Egyptian environmental conditions. *In Proc: The 4th Inter. Con. on Rabbit Prod. in Hot Clim., Sharm El-Sheikh, Egypt, 161-168.*

- 183. Singh U., Umesh S., Sharma S.R., Kumar D., Bhatt R.S., Risam K.S., Davendra K., Sawal R.K., Swain N. 2004.** Effect of parity on reproductive performance of German Angora Rabbits. *Indian J. Anim. Sci.*, 75: 547-549.
- 184. Szendrő Zs. 2000.** The nutritional status of fetuses and suckling rabbits and its effects on their subsequent productivity: A Review. *7th World Rabbit Congress, Valencia, Spain, 4-7 July 2000, Vol B, 375-394.*
- 185. Szendrő Zs., Mohamed MMA., Bíró-Németh E. 1991.** Teat number of new-born rabbits depending on the teat number of their parents. *J Appl Rabbit Res.* 1991; 14:133-135.
- 186. Szendrő Zs., Szendrő K., Dalle Zotte A. 2012.** Management of Reproduction on Small, Medium and Large Rabbit Farms: A Review *Asian-Australas J Anim Sci.* 2012 May; 25(5): 738-748.
- 187. Szendrő Z., Palos J., Radnai I., Biro Nemeth E., Romvári R. 1996.** Effect of litter size and birth weight on the mortality and weight gain of suckling and growing rabbits. *In Proc.: 6th World Rabbit Congress, 9-12 July, 1996. Toulouse. Vol 2, 365-370.*
- 188. Szendrő Zs., Gyarmati T., Lévai A., Radnai I., Biró-Németh E. 1999.** Comparison of once-daily, free and combined forms of suckling in rabbits. *Acta. Agric. Kapos.* 3:155-163
- 189. Szendrő Zs., Rashwan AA., Bíró-Németh E., Radnai I, Orova Z. 2007.** Effect of shearing of hair in summer on production of rabbit does. *Acta Agric. Kapos.* 11:37-42.
- 190. Theau-Clement M., 2005.** Reproduction et physiologie de la reproduction. *La Reproduction au 8ème Congrès Mondial de Cuniculture - ASFC 10 mars 2005 - Journée d'étude « Puebla - Ombres & Lumières ». Volume 32 : 38-48.*
- 191. Theau-Clément M., Roustan A. 1992.** A study on relationships between receptivity and lactation in the does and their influence on reproductive performance. *5th World Rabbit Congress, Corvallis, U. S. A, July 25-30, 1992, Vol. A, 412-421.*
- 192. Theau-Clément M., Poujardieu B. 1994.** Influence du mode de reproduction, de la réceptivité et du stade physiologique sur les composantes de la taille de portée des lapines. *6èmes Journées de la Recherche Cunicole, La Rochelle, France, 6-7 Décembre 1994, Vol 1, 187-194.*

- 193. Theau-Clément M., Fortun-Lamothe L. 2005.** Evolution de l'état nutritionnel des lapines allaitantes après la mise bas et relation avec leur fécondité. *11èmes Journées de la Recherche Cunicole, Paris, France, 29-30 Novembre 2005*, 111-114.
- 194. Tuma J., Tůmová E., Valášek V. 2010.** The effect of season and parity order on fertility of Rabbit does and kit growth. *Czech J. Anim. Sci, agriculturejournals.cz* 55: 321-329.
- 195. Verrier E., Rognon X., Leroy G., Heams T. 2009.** Le croisement: apports potentiels du croisement, principaux plans de croisement. *Agro. Paris Tech.*, 97-126.
- 196. Xiccato G., Trocino A., Sartori A., Queaque P.I. 2004.** Effect of parity order and litter weaning age on the performance and body energy balance of rabbit does. *Livest. Prod. Sci.*, 85, 239-251.
- 197. Xiccato G., Trocino A., Boiti C., Brecchia G. 2005.** Reproductive rhythm and litter weaning age as they affect rabbit doe performance and body energy balance. *Anim. Sci.*, 81, 289-296.
- 198. Zerrouki N., Kadi S.A., Berchiche M., Bolet G. 2003.** Etude de la mortalité des lapereaux sous la mère dans une population locale algérienne. *10èmes Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 nov. 2003, Paris.* http://www.journees-de-la-recherche-avicole.org/JRC/Contenu/Archives/11_JRC/1-Economieetgenetique
- 199. Zerrouki N., Bolet G., Berchiche M., Lebas F. 2004.** Breeding performances of local Kabyle rabbits does in Algeria. *In Proc.: 8th World Rabbit Congress, 7-10 September, 2004, Puebla, Mexico, 371-377.*
- 200. Zerrouki N., Bolet G., Berchiche M., Lebas F. 2005a.** Evaluation of breeding performance of a local Algerian rabbit population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabylia). *World Rabbit Science.* 13: 29-37.
- 201. Zerrouki N., Lebas F., Berchiche M., Bolet G. 2005b.** Evaluation of milk production of an Algerian local rabbit population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabylia). *World Rabbit Science.* 13, 39-47.
- 202. Zerrouki N., Kadi S.A., Lebas F., Bolet G. 2007.** Characterization of a Kabyle population of rabbits in Algeria: Birth to weaning growth performance. *World Rabbit Science,* 15, 111-114.
- 203. Zerrouki N., Hannachi R., Lebas F., Berchiche M. 2008.** Productivity of rabbit does of a white population in Algeria. *In 9th World Rabbit Congress. June 10-13, Verona. Italy, 1643-1647.*

- 204. Zerrouki N., Chibah K., Amroun T., Lebas F. 2012.** Effect of the average kits birth weight and of the number of born alive per litter on the milk production of Algerian white population rabbit does. *Proceedings 10th World Rabbit Congress - September 3 - 6, 2012- Sharm El- Sheikh -Egypt, 351- 355.*
- 205. Zerrouki N., Lebas F., Gacem M., Meftah I., Bolet G. 2014.** Reproduction performances of a synthetic rabbit line and rabbits of local populations in Algeria, in 2 breeding locations. *World Rabbit Science 2014, 22:269-278.*

ANNEXES



a. Lapereaux à une semaine d'âge



b. Lapereaux à deux semaines d'âge



c. Lapereaux à trois semaines d'âge



d₁.



d₂.

d₁ : Phénotype coloré

d₂ : Phénotype blanc

d (1 et 2) : Lapereaux à quatre semaines d'âge

Annexe N° 4 (a, b, c, d₁ et d₂): Ages des lapereaux à une, deux, trois et quatre semaine

Annexe N° 5: Pre-weaning growth performance of kits of a local algerian rabbit population: influence of dam coat color, parity and kindling season (*World Rabbit Science* 2014, 22: 231-240)

PRE-WEANING GROWTH PERFORMANCE OF KITS OF A LOCAL ALGERIAN RABBIT POPULATION: INFLUENCE OF DAM COAT COLOR, PARITY AND KINDLING SEASON

ABDELLI-LARBI O.* , MAZOUZI-HADID F.* , BERCHICHE M.† , BOLET G.‡ , GARREAU H.‡ , LEBAS F.§

*Département de Biologie, FSBA, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algeria.

†Département d'Agronomie, FSBA, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algeria.

‡INRA, Génétique, Physiologie et Systèmes d'Élevage, BP 52627, 31326 CASTANET TOLOSAN CEDEX, France.

§Cuniculture, 87A Chemin de Lasserre, 31450 Corrrensac, France.

Abstract: This study evaluated the effect of dam coat colours, doe's parity order, year and kindling season on litter size and growth of suckling kits of a local Algerian rabbit population. Rabbits were reared in the rabbity of Tizi Ouzou (Algeria) in wire mesh cages placed in a building with natural lighting and ventilation and absence of temperature regulation. Weights and size of 572 litters (3795 kits) at birth, 7, 14, 21 and 28 d were analysed. The mother's coat colours (2 levels only: albino or coloured coat), the doe's parity (1, 2, 3, 4-5, 6-8, ≥ 9 kindlings), the kindling year (4 consecutive years) and the kindling season (3 seasons: Feb-May, June-Sept and Oct-Jan), were used as main fixed factors in a factorial analysis. The population was characterised by an average individual weight of 54 g at birth and 404 g at 30 d, growth rate of 10.24 g/d between birth and 24 d and of 19.02 g/d between 24 and 30 d. The coloured females were more prolific than the albino ones: 5.59 vs. 5.09 weaned/litter ($P=0.016$); but kits born from albino does had a larger individual weight at weaning: 391 vs. 362 g ($P=0.006$). The doe's parity order had no significant influence on the litter weight, individual weight or litter size at kindling. However, it influenced litter weight and litter size from 7 d of age up to 28 d in favour of 2nd and 3rd parity ($P<0.02$). Litter size was not significantly affected by year of kindling at any considered age. On the contrary, year of birth greatly influenced litter and individual weights. For example, the difference in individual weights at 28 d between the best and the worst year represented 19% of the average weight at this age. The birth season influenced mainly ($P<0.001$) litter size from birth until weaning in favour of the spring season: 5.92 weaned/litter vs. 5.05 or 5.04 for the 2 other seasons. From day 7 until weaning, the litter weight was larger for the Feb-May season ($P<0.02$) and represented +0.87 grams per litter at 28 d. The litter weight was similar for the 2 other seasons (non significant differences) whatever the age in consideration. Season had no significant effect on individual weight of kits from birth until weaning.

Key Words: kit weight, coat colour, parity, season, local population.

INTRODUCTION

In Algeria in recent years, rabbit breeding has become a renewed interest. Considering the unavailability of selected lines, the rabbit breeding is mainly based on the use of local rabbit populations, which requires better knowledge of their biological possibilities and adaptability to the rearing conditions. The rabbits used in local rearing have several coat colours (coloured and white animals). White rabbits are albino or Himalayan (recessive alleles *c-c*, *ch-ch* or *c-ch* of the *C* gene locus for coat colour). These alleles are now in segregation in the local populations and white animals (albino or Himalayan) often appear in the progeny of coloured parents.

Various studies were conducted to characterise and preserve the genetic wealth of this population (Berchiche and Kadi, 2002; Zerrouki *et al.*, 2005).

Correspondence: O. Abdelli-Larbi, abdelli_ouiza200@yahoo.fr. Received April 2013 - Accepted May 2014.
<http://dx.doi.org/10.4995/wrs.2014.1493>

One part of these results was presented during the 10th World Rabbit Congress (Sharm El-Sheikh, Egypt, September 2012).

A few works are available on the growth abilities of very young rabbits of this local population under Algerian local conditions and they are related to some factors such as the dam capacities, the environment and the rearing conditions. This population is considered suitable for rabbit production for its high tolerance to hot summer conditions (Zerrouki *et al.*, 2004). In the past, several researchers have studied the inheritance of coat colour in rabbits (Robinson, 1958, 1978; Cheeke *et al.*, 1987), but few authors have examined the relationship between coat colour and productive performance (Lukefahr *et al.*, 1982). Some breeders using this local Algerian population prefer white rabbits. Therefore, it would be interesting to verify the validity of this preference in terms of production.

The aim of the present work is to study in the local Algerian population the effect of the female phenotype (limited to the coat colour managed by the C locus), dam parity order and the breeding period on litter size and growth of young rabbits during the birth to weaning period.

MATERIALS AND METHODS

Animals and Management

The study began in March 2007 and finished in July 2010 with the local Algerian population of rabbits reared at the *Institut de Technologie Moyen Agricole Spécialisé* (TMAS) in Tizi Ouzou, Algeria, as a closed herd, where restocking was carried out without any introduction of animals. The maternity building contained 80 single level mother cages. It was naturally ventilated and lit by natural day light by windows. Temperature and hygrometry were not controlled. The animals were fed *ad libitum* with rabbit pelleted feeds (on av. 15% protein and 27% neutral detergent fibre) produced by the UAB SARL "Local production" company situated in Bouzaréah, Algiers. Drinking water was provided *ad libitum* with automatic nipple drinkers.

At birth, number of total and live kits was counted, as well as their number at weaning, about 30 d later. Litter weight and average growth of kits were also recorded during the suckling period.

Weight at different times between birth and weaning was measured for 572 litters corresponding to 3795 kits born alive. All litters were weighed 7 to 10 times between birth and weaning at 27-32 d, with an interval which never exceeded 7 d. Only 112 litters were effectively weighed on day of kindling. The females were classified according to only 2 phenotypes: "albino" (true albino and Himalayan coats, 124 does) and all other coats classified as "coloured" (69 does) (Figure 1). The females were mated the first time generally when they were 22 wk old and then 7-10 d after kindling. The female whose pregnancy diagnostic was negative were presented again to a male 12 d after the unfertile mating. The nest boxes were placed 3 d before the estimated date of kindling. The litters were issued from 10 sires of each colour phenotype, mated with both phenotypes of does. In addition during the 2 first years of the study, some does of both phenotypes were mated by male of unknown phenotype (non registered information), accounting for 17% of the total number of registered kindlings.

Statistical analysis

Throughout the study, individual kit weight was calculated by division of litter weight by the actual litter size. Different regressions were calculated between the individual kit weight and the actual age at the time of weighting. The 2 best linear regressions obtained (0-23 d and 24-30 d; Figure 2) were used to estimate individual and litter weights at standard ages 7, 14, 21 and 28 d. As previously mentioned, litter weight was effectively measured 7 to 10 times between 0 and 32 d, at various times, but with intervals which never exceeded 7 d. Thus, individual kit weights at standard ages of 7,



Figure 1: Examples of rabbit coat colors. All colored rabbits carry at minimum one C gene at the locus of coloration, and albino rabbit none. At this locus albino rabbits carry only c or c^h genes.

14, 21 and 28 d were estimated as the average of the 1 to 3 effectively measured weights around the standard age ± 3 d, increased or reduced of the average growth rate during this period according to one of the above mentioned 2 equations. For litter weight estimation at standard age, the estimated individual weight was multiplied by the average number of kits present at the time of the weighing taken in consideration. For birth weight, only whole litters effectively weighed the day of mother kindling were used in calculation, because the extrapolation from a weight controlled 3 to 5 d later with the above mentioned equation or any other, was considered as non suitable to estimate the real birth weight.

The data analysis was performed using the SAS program (2001) with the MIXED procedure for litter size and weight, and individual kit weight at standard ages. In a first step, the fixed effects taken into consideration were sire phenotype, dam phenotype, year, kindling season, dam parity at kindling and all 2×2 interactions. The sire phenotype had 3 levels: albino, coloured and unknown. The dam phenotype had 2 levels (albino or coloured). The 3 levels of the kindling season factor were: before summer (February to May, average temperature mini-maxi: 8.5-21.3°C) summer (June to September, average temperature mini-maxi: 18.3-31.0°C) and after summer (October till January, average temperature mini-maxi: 9.0-20.5°C). Year effect had 4 levels, each year ending on May 31st, and the first "year" beginning in March of the previous year (15 mo of observation). Dam parity order had 6 levels: 1, 2, 3, 4-5, 6-8, 9 and more. Dam number (193 dams included in the model) was considered as a random factor because of the repetitions of litters by the same does.

Because the sire phenotype and interactions were not significant, in a second step the mixed model was applied to all the analysed traits with dam coat colour, dam parity at kindling, kindling year and kindling season as fixed factor and dam number as random factor. In text and tables, average performances were presented separately for each fixed factor, as least square means \pm least square mean standard error, corresponding to the last mixed statistical model.

RESULTS AND DISCUSSION

Average weight evolution

The average individual birth weight was 54.4 g. This result was close to the 51 g obtained by Zerrouki *et al.* (2007) in the same local population or the 54.0 g observed by Lebas (1969) for "Fauve de Bourgogne" rabbits. But it was lower than the 60.5 or 63.5 g recorded by Delaveau (1982) or Szendrő and Barna (1984) for European commercial rabbits.

The Figure 2 shows that growth was linear during 23-24 d after birth (10.24 g/d; $R^2=0.995$) and faster with 19.02 g/d ($R^2=0.982$) from 24 until 30 d.

At 7, 14 and 21 d average individual weights were 110 g, 181 g and 257 g. These weights were weak compared to the standards reached by Delaveau (1982): respectively 152 g, 265 g, and 372 g at the same ages. However, the present values are higher than those obtained by Khalil and Khalil (1991) with a weight at 21 d of 222 g and 205 g for Egyptian Bouscat and Giza White.

From the 24th d, the growth accelerates to reach an average daily gain of 19.0 g/d due to the fact that young rabbits, besides the strict milk feeding during the 3 first weeks, start to eat solid food (Lebas, 2002).

At weaning time (30 d), the average weight obtained was 404 g. The value for this light population (Berchiche and Kadi, 2002) was weak compared to that obtained with heavier breeds or lines select for growth. Poujardieu and Theau-Clément (1995) recorded an average weight at weaning of 629 g and Lazzaroni *et al.* (1999) who studied the local population of Grey Carmagnola rabbits weight at weaning of 946 g. Bolet *et al.* (2001) reported a weight at weaning of 826 g and 925 g respectively for the C77 line and Champagne d'Argent.

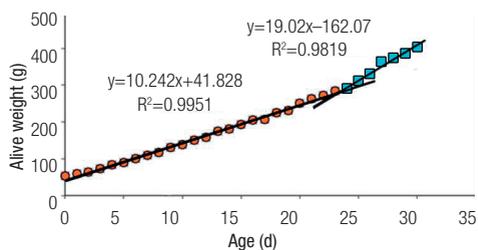


Figure 2: Evolution of young rabbits average weight, between birth and the age of 30 d - Red dots (●) correspond to data used for the first period regression (0-24 d) and blue squares (■) to those used for the second period regression (24-30 d).

Female permanent effect

The mixed program used to study the fixed effects with dam number as random factor was also able to calculate the part of the total phenotypic variance explained by this random factor. For litter size at birth, the female random effect accounted for 11-12% of the total variance. The proportion then decreased to 4.2% at 28 d. The evolution of the relative contribution of female random effect on total variance was similarly reduced from 10 to 3.9% for the litter weight from birth to 28 d. The part of the kit's individual weight variance was the greatest for young kits (20.0% at 7 d) but it was reduced to only 3.1% at 28 d. From a practical point of view it can be accepted that at weaning (28 d) the female random effect had a limited contribution to the variability of the different studied traits (3.1 to 4.2% of the total variance).

Female coat colour effect

At birthing time, the albino females had significantly smaller litter sizes than the coloured ones ($P < 0.01$), but for the reduced group of litters the kits of which were effectively weighed at 0 d, the difference was not significant (Table 1). It must be underlined that this result was obtained in only 20% (112 litters) of all studied litters. The general result is in line with results of another study presented by Mazouzi-Hadid *et al.* (2012) on the same population, where a significant higher prolificacy at birth for the coloured compared to the albino females was encountered. Probably in relation with the smaller litter size, individual weights of kits born from albino females are numerically heavier: 55.3 vs. 51.8 g, although due to the small number of observations the difference was not significant ($P > 0.10$).

It must be noted that Lukefahr *et al.* (1986) put forward the hypothesis that the C gene coding for coat colour could be associated with better early survival and growth performance of kits than the recessive genes at the same locus.

Table 1: Effect of female coat colour on litter size and kit weight (least square means±standard error).

	Female coat colour		P-value
	Albino	Coloured	
Litter a birth			
No. of records	354	218	
Total born/litter	7.01±0.15	7.60±0.19	0.0111
Born alive/litter	6.36±0.16	7.10±0.20	0.0019
Litter at 0 d			
No. of records	69	43	
Litter weight (born alive) (g)	396±18	397±20	0.9544
Individual weight (g)	55.3±1.6	51.8±1.8	0.1214
Litter size	7.29±0.33	7.75±0.35	0.2991
Litter at 7 d			
No. of records	354	218	
Litter weight (g)	617±15	658±19	0.0607
Individual weight (g)	114.1±2.0	108.0±2.6	0.0474
Litter size	5.65±0.15	6.29±0.19	0.0044
Litter at 14 d			
No. of records	308	200	
Litter weight (g)	962±21	988±26	0.3954
Individual weight (g)	190.9±3.9	174.3±4.9	0.0051
Litter size	5.39±0.14	5.93±0.17	0.0091
Litter at 21 d			
No. of records	298	194	
Litter weight (g)	1303±29	1352±36	0.2524
Individual weight (g)	269.6±5.4	252.8±6.5	0.0327
Litter size	5.23±0.15	5.72±0.18	0.0215
Litter at 28 d			
No. of records	292	193	
Litter weight (g)	1828±40	1889±49	0.2946
Individual weight (g)	390.8±7.3	361.5±8.8	0.0059
Litter size	5.08±0.15	5.59±0.18	0.0159

From 7 d until 28 d, the effect of the female coat colour for the number of kits per litter remained significant ($P < 0.02$) in favour of coloured females. At 28 d, the advantage represents 0.51 kits (+10%) in litter with at least one kit alive (weighed), in agreement with Mazouzi-Hadid *et al.* (2012). Overall litter weights were not significantly affected by the female phenotype. Nevertheless, kits from the albino females have a higher individual weight (significant differences from 7 till 28 d) and the final advantage observed at 28 d was +8.3%. This agrees with the observation by Afifi and Khalil (1992) of genetic differences that could be significant at weaning but not necessarily at birth.

Year effect and interaction with female phenotype

Litter size was not significantly affected by the year of production ($P > 0.05$), whatever the age taken in consideration. (Table 2). On the contrary, whole litter or individual kit weights were the lowest during the 2nd yr of observation and the highest during the 4th ($P < 0.001$; Table 2). This difference was most probably a consequence of variation of climatic and nutritional conditions from one

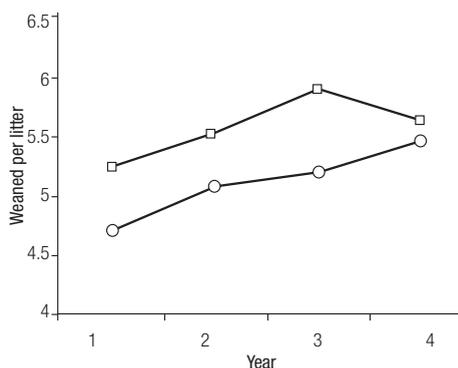


Figure 3: Variation of litter size at weaning according to the kindling year, for the 2 phenotypes of dams. ○ Albino, □ Colored.

Table 2: Effect of kindling year on litter size and kit weight (least square means±standard error).

	Year				P-value
	1	2	3	4	
Litter at birth					
No. of records	90	205	171	106	
Total born	7.30±0.29	7.26±0.18	7.26±0.19	7.38±0.23	0.9750
Born alive	6.62±0.30	6.59±0.19	6.75±0.20	6.94±0.24	0.7143
Litter at 0 d					
Number	13	37	27	35	
Litter weight (g)	377±37 ^a	362±21 ^a	390±24 ^a	457±21 ^b	0.0233
Individual birth weight (g)	52.1±3.3	52.7±1.8	53.9±2.1	55.7±1.9	0.6451
Litter size	7.46±0.68	7.06±0.38	7.37±0.43	8.19±0.39	0.2126
Litter at 7 d					
No. of records	90	205	171	106	
Litter weight (g)	591±28 ^a	584±18 ^a	669±18 ^b	706±23 ^b	<0.0001
Individual weight (g)	106.9±3.6 ^{ab}	100.2±2.4 ^a	114.4±2.5 ^b	122.7±3.0 ^c	<0.0001
Litter size	5.66±0.28	6.01±0.18	6.08±0.19	6.11±0.23	0.5710
Litter at 14 d					
No. of records	83	175	150	100	
Litter weight (g)	934±41 ^{ab}	873±27 ^a	1032±27 ^{cb}	1062±33 ^c	<0.0001
Individual weight (g)	186.0±7.0 ^{ab}	162.8±4.8 ^c	183.1±4.8 ^b	198.4±5.7 ^a	<0.0001
Litter size	5.15±0.28	5.65±0.18	5.98±0.18	5.85±0.23	0.0679
Litter at 21 d					
No. of records	83	163	147	99	
Litter weight (g)	1300±54 ^b	1182±37 ^c	1386±36 ^{ab}	1442±44 ^a	<0.0001
Individual weight (g)	274±10 ^{ab}	230±7 ^c	259±7 ^b	282±8 ^a	<0.0001
Litter size	5.01±0.28	5.52±0.19	5.73±0.19	5.65±0.23	0.1723
Litter at 28 d					
No. of records	83	158	145	99	
Litter weight (g)	1830±76 ^b	1613±51 ^c	1937±50 ^{ab}	2054±61 ^a	<0.0001
Individual weight (g)	395±14 ^a	333±9 ^b	375±9 ^b	402±11 ^a	<0.0001
Litter size	4.95±0.28	5.30±.18	5.54±0.18	5.55±0.22	0.2688

^{abc}Means not sharing the same superscript in one row are significantly different at $P < 0.05$.

Table 3: Effect of kindling season on litter size and kit weight (least square means±standard error).

Average weights and litter size	Kindling season			P-value
	Before summer	Summer	After Summer	
Litter at birth				
No. of records	298	131	143	
Total born	7.61±0.15 ^a	7.33±0.22 ^{ab}	6.96±0.21 ^b	0.0199
Born alive	7.10±0.15 ^a	6.55±0.22 ^b	6.52±0.21 ^b	0.0221
Litter at 0 d				
Number	55	22	35	
Litter weight (g)	434.0±17.4 ^a	370.7±27.3 ^b	384.4±22.8 ^b	0.0958
Individual weight (g)	53.4±1.6	54.9±2.4	52.6±2.0	0.7363
Litter size	8.25±0.32	7.02±0.50	7.29±0.42	0.0772
Litter at 7 d				
No. of records	298	131	143	
Litter weight (g)	687.7±14.3 ^a	591.52±21.0 ^b	633.5±20.2 ^b	0.0002
Individual weight (g)	111.1±1.9	109.4±2.7	112.7±2.6	0.5916
Litter size	6.49±0.15 ^a	5.70±0.22 ^b	5.72±0.21 ^b	0.0005
Litter at 14 d				
No. of records	275	119	114	
Litter weight (g)	1069±21 ^a	921±31 ^b	935±31 ^b	<0.0001
Individual weight (g)	183.8±3.7	183.0±5.3	180.9±5.3	0.8829
Litter size	6.21±0.14 ^a	5.43±0.21 ^b	5.33±0.22 ^b	<0.0001
Litter at 21 d				
No. of records	271	111	110	
Litter weight (g)	1464±27 ^a	1263±42 ^b	1256±42 ^b	<0.0001
Individual weight (g)	260.6±5.1	267.3±7.9	255.7±7.9	0.5207
Litter size	6.11±0.14 ^a	5.13±0.22 ^b	5.18±0.22 ^b	<0.0001
Litter at 28 d				
No. of records	270	104	111	
Litter weight (g)	2020±38 ^a	1808±61 ^b	1748±59 ^b	<0.0001
Individual weight (g)	370.3±6.9	390.9±11.2	367.3±10.9	0.1986
Litter size	5.92±0.14 ^a	5.05±0.22 ^b	5.04±0.21 ^b	0.0002

^aMeans not sharing the same superscript in one row are significantly different at $P<0.05$.

year to the other. At this point, it must be emphasised that the observations were made in a commercial rabbitry with possibilities for the measuring of production parameters, but not in well controlled experimental facilities.

The year effect never interacts with dam coat colour effect for individual kit weight or litter size, whereas the difference between the 2 colour phenotypes remained quite constant (Figure 3 for litter size at 28 d). The relative order of the 2 colour phenotypes for the total litter weight at 28 d was inverted for the 4th yr of observation, but we must bear in mind that the average colour phenotype effect was not significant at this age ($P=0.295$; Table 1).

Kindling season effects

First of all it must be noted (Table 3) that the largest number of observations was performed during the 4 mo preceding summer (February to May): 52% of the total number of litters were observed during only 1/3 of the year. For the 2 other seasons, the number of litters was similar.

At birth, the season had a significant effect ($P<0.05$) on litter size, with the best results for the kindlings of the February-to-May season. In contrast, season did not significantly influence the birth weight of individual kits. From the age of 7 d till 28 d, litter size and litter weight were significantly ($P<0.001$) larger for the “before summer” season than for the 2 others seasons, without deterioration of kits’ individual weight. This result agrees with that obtained by Afifi *et al.* (1985 and 1987) or by Khalil and Khalil (1991) in Egyptian conditions. However, Ayyat *et al.* (1995) also in Egypt did not observe any significant season effect on the growth of suckling rabbits. In Algeria, Zerrouki *et al.* (2005) observed a season effect on the same population, but in another rabbitry. In this latter case, individual

weaning weight was significantly reduced for kits born in summer when compared with those born in winter or spring (434 vs. 488 and 473 g).

Finally, it must be underlined that at 28 d, the litter size difference between the “before summer” season and the other 2 seasons was amplified when compared to that observed at birth: +0.87 kits vs +0.54 at birth (Table 3), without alteration of the individual kit weight in comparison with the effect of the other 2 seasons.

Parity effect

According to our results at birth (Table 4), the female parity order has no significant effect on litter weight, individual kit weight or on the number of young rabbits. However, Zerrouki *et al.* (2004, in the same population) or Gacem *et al.* (2009 in a synthetic line) observed that total litter size and mean birth weight of kits were lower in young primiparous does compared with older multiparous ones. Similarly, Rebollar *et al.* (2009) reported individually lighter kits in litters born from primiparous does.

Our results are similar to those of Singh *et al.* (2004), who reported that parity did not significantly modify litter birth characteristics in German Angora rabbit.

The litter weight and the litter size were affected by female parity order at 7, 14, 21 and 28 d in favour of 2nd and 3rd parity. Individual kit weight tended to be affected by the dam’s parity order only at the age of 28 d ($P=0.055$), and increased quite regularly with the parity order: +14% at 28 d between the kit born from the oldest females (9 kindling and more) and the kits born from primiparous females.

Table 4: Effect of dam parity order on litter size and kit weight (least square means±standard error.)

	Parity Order						P-value
	1	2	3	4-5	6-8	≥9	
Litter at birth							
No. of records	109	99	96	112	83	73	
Total born	6.84±0.22	7.58±0.23	7.49±0.24	7.32±0.23	7.51±0.27	7.05±0.31	0.1193
Born alive	6.50±0.23	7.08±0.24	7.07±0.25	6.61±0.24	6.78±0.27	6.33±0.32	0.1746
Litter at 0 d							
No. of records	26	20	27	13	11	15	
Litter weight (g)	365±24	393±27	414±24	386±34	432±37	387±33	0.6126
Individual weight (g)	51.9±2.1	55.5±2.4	55.5±2.1	51.8±3.0	50.5±3.3	56.3±2.9	0.5209
Litter size	7.19±0.44	7.45±0.50	7.59±0.45	7.57±0.62	8.44±0.68	6.88±0.60	0.5869
Litter at 7 d							
No. of records	109	99	96	112	83	73	
Litter weight	612±21 ^b	685±22 ^a	702±23 ^a	627±23 ^{bc}	629±26 ^{bc}	570±30 ^c	0.0012
Individual weight	108.3±2.7	110.3±2.9	113.9±3.0	112.7±2.9	111.7±3.4	109.3±4.0	0.7119
Litter size	5.95±0.22 ^{ab}	6.45±0.23 ^a	6.42±0.24 ^a	5.75±0.23 ^{ab}	5.87±0.26 ^{ab}	5.36±0.30 ^b	0.0196
Litter at 14 days							
No. of records	95	89	92	99	70	63	
Litter weight (g)	917±33 ^b	1036±34 ^{ab}	1043±35 ^a	964±34 ^b	968±39 ^b	923±45 ^b	0.0269
Individual weight (g)	173.7±5.5	179.5±5.7	182.7±5.8	184.0±5.7	185.7±6.8	189.9±8.0	0.5595
Litter size	5.61±0.23 ^{ab}	6.05±0.24 ^{ab}	6.12±0.24 ^a	5.52±0.24 ^{ab}	5.59±0.27 ^{ab}	5.06±0.30 ^b	0.0503
Litter at 21 d							
Number	90	88	89	93	69	63	
Litter weight (g)	1229±44 ^b	1396±45 ^a	1405±46 ^a	1329±45 ^b	1355±52 ^{ab}	1252±60 ^b	0.0234
Individual weight (g)	246.3±8.2	251.8±8.4	261.4±8.7	264.9±8.5	270.1±9.7	272.8±11.2	0.2507
Litter size	5.38±0.24	5.88±0.24	5.85±0.25	5.38±0.24	5.44±0.27	4.95±0.31	0.1198
Litter at 28 d							
No. of records	89	86	90	88	69	63	
Litter weight (g)	1687±62 ^b	1993±64 ^a	1987±66 ^a	1864±65 ^{ab}	1878±73 ^{ab}	1741±83 ^b	0.0021
Individual weight (g)	351±12	362±12	370±12	391±12	382±13	400±15	0.0553
Litter size	5.12±0.23 ^{ab}	5.82±0.23 ^a	5.81±0.24 ^a	5.11±0.24 ^{ab}	5.33±0.27 ^{ab}	4.83±0.31 ^b	0.0175

^{ab}Means not sharing the same superscript in one row are significantly different at $P<0.05$.

CONCLUSION

At the end of this study, it could be concluded that within this local population, the “albino” females were less prolific than the coloured ones. As a counterpart, the pre-weaning individual growth was significantly affected by the female’s coat colour from the age of 7 d till weaning, resulting in larger individual weights for kits born from “albino” females. Total litter weight seems independent of the dam’s coat colour.

The year of production significantly modified the different weight parameters, but not litter size. Regarding the season factor, the “before summer” season was significantly the best for litter size without degradation of individual kit weight at any time. If this season was the best, the “after summer” season with a similar temperature pattern would be the worst for whole litter weight. The absence of interaction between phenotype and kindling season or year shows that the coloured female’s advantage for litter size and the superiority of the albino female performance for individual weight could be of genetic origin. Albino females are able to produce at 21 or 28 d litters of the same total weight as the coloured ones, despite a significantly lower number of kits. This is probably related with a better milk production capacity of albino does. The coloured individuals deserve to be taken into account in order to ameliorate the Algerian rabbit breeding.

At birth, kit weight, litter weight and litter size were not affected by their dam parity order. However, parity order influences all performances at 28 d in favour of 2nd and 3rd parity

These results suggest that genetic effects of coat colour (more precisely genes near of the C locus) should be studied further. As there is no interaction between year or season and coat colour, we can conclude that it is not some environmental effect but really a genetic association between reproduction and growth performance and this C locus which needs to be further studied.

Acknowledgements. The authors wish to thank Mr S.A. KADI, teacher in the Mouloud Mammeri University, for his availability and precious help.

REFERENCES

- Afifi E.A., Kadry A.E.H., Khalil M.H. 1985. Factors influencing pre-weaning body weights in rabbits. *Al-Azhar J. Agric. Res.*, 3: 101-110.
- Afifi E.A., Emara M.E., Kadry A.E.H. 1987. Birth weight in purebred and crossbreed rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 10: 133-137.
- Afifi E.A., Khalil M.H. 1991. Crossbreeding experiments of rabbits in Egypt: synthesis of results and overview. *Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens*, 17: 35-52.
- Ayyat M.S., Marrai L.F.M. EL Sayiad G.H.A. 1995. Genetic and non genetic factors affecting milk production and preweaning litter of New-Zealand White does under Egyptian condition. *World Rabbit Sci.*, 3: 119-124. doi:10.4995/wrs.1995.250
- Berchiche M., Kadi, S.A. 2002. The kabyle rabbits (Algeria). Rabbit Genetic Resources in Mediterranean Countries. *Options méditerranéennes, Serie B: Etudes et recherches*, 38: 11-20.
- Bolet G., Brun J., Lechevestrier S., Lopez M., Boucher S. 2001. Evaluation des performances de reproduction de 8 races de lapins dans 3 élevages expérimentaux. *9^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 2001, Paris, France, 213-216.
- Cheeke P.R., Patton N.M., Lukefahr S.D., McNitt J.I. 1987. Rabbit production. *Intersate Ed., Danville, IL, USA*, 472 pp.
- Delaveau A. 1982. Croissance du lapereau entre la naissance et le sevrage. Premier résultats provenant de l’analyse de 300 courbes de croissance. *3^{èmes} Journées Recherche Cunicole*, 1982. Paris, France, communication n° 20.
- Gacem M., Zerrouki N., Lebas F., Bolet G., 2009. Comparaison des performances de production d’une souche synthétique de lapin avec deux populations locales disponibles en Algérie. *13^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 17-18 novembre, 2009, Le Mans, France, 149-152.
- Khalil M.H., Khalil H.H. 1991. Genetic and phenotypic parameters for weaning and preweaning body weights and gain in Bouscat and Giza White rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 14: 44-51.
- Lazzaroni A., Andione F., Luzi M., Zecchini., 1999. Performances de reproduction de lapin gris de Carmagnola: Influence de la saison et de l’âge des lapereaux au sevrage. *8^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, 1999, Paris, France, 151-154.
- Lebas F., Sardi G. 1969. Alimentation lactée et croissance pondérale du Lapin avant sevrage. *Ann. Zootech.*, 18: 197-208. doi:10.1051/animres:19690207
- Lebas F. 2002. Biologie du lapin. Available at <http://www.cuniculture.info/Docs/indexbiol.htm>. Accessed 24 April 2014.
- Lukefahr S.D., Harris D.J., Cheeke P.R., Patton N.M. 1982. Influence of major coat colour genes on early survival and growth rate in rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 5: 45-50.
- Lukefahr S.D. 1986. Basic inheritance of coat colour in rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 9: 168-174.
- Mazouzi-Hadid F., Lebas F., Berchiche M., Bolet G. 2012. Influence of coat colour, season and physiological status on reproduction of rabbit does of an Algerian local population. *In Proc.: 10th World Rabbit Congress, September 3-6, 2012, Sharm El-Sheikh, Egypt*, 425-429.

- Poujardieu B., Theau-Clement M. 1995. Productivité de la lapine et état physiologique. *Ann. Zootech.* 44: 29-39. <http://dx.doi.org/10.1051/animres:19950102>
- Rebollar P.G., Pérez-Cabal M.A., Pereda N., Lorenzo P.L., Arias Álvarez M., García-Rebollar P. 2009. Effects of parity order and reproductive management on the efficiency of rabbit productive system. *Livest. Sci.*, 121: 227-233. doi:10.1016/j.livsci.2008.06.018
- Robinson R. 1958. Genetic studies of the rabbit. *Nijhoff Ed., The Hague, Netherlands.* 370 pp.
- Robinson R. 1978. Color inheritance in small lives stock. *Watmoughs Ltd., Idle, Bradford, England,* 139-181.
- Singh U., Umesh S., Sharma S.R., Kumar D., Bhatt R.S., Risam K.S., Davendra K., Sawal R.K., Swain N. 2004. Effect of parity on reproductive performance of German Angora rabbits. *Indian J. Anim. Sci.*, 75: 547-549.
- Szendró Zs., Barna J. 1984. Some factors affecting mortality of suckling and growing rabbits. In *Proc.: 3rd World Rabbit Congress, 1984, Rome, Italy,* 2: 166-173.
- Zerrouki N., Bolet G., Berchiche M., Lebas F. 2004. Breeding performances of local Kabylia rabbits does in Algeria. In *Proc.: 8th World Rabbit Congress, 7-10 September, 2004, Puebla, Mexico,* 371-377.
- Zerrouki N., Lebas F., Berchiche M., Bolet G., 2005. Evaluation of milk production of an Algerian local rabbit population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabylia). *World Rabbit Sci.*, 13: 39-47. doi:10.4995/wrs.2005.530
- Zerrouki N., Kadi S.A., Lebas F., Bolet G., 2007. Characterisation of a Kabylia population of rabbits in Algeria: Birth to weaning growth performance. *World Rabbit Sci.*, 15: 111-114. doi:10.4995/wrs.2007.600
-