

ETUDE GENERALE DU LAPIN DOMESTIQUE (ORYCTOLAGUS CUNICULUS) : DOMESTICATION, REPARTITION ACTUELLE ET PERSPECTIVE D'AVENIR

THESE
pour obtenir le titre de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

MARTRENCHARD Laetitia

Née le 29/09/1995 à L'ISLE-D'ESPAGNAC (16)

Directeur de thèse : M. Stéphane BERTAGNOLI

JURY

PRESIDENT :
M. Alexis VALENTIN

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :
M. Stéphane BERTAGNOLI
M. Jean-Luc GUERIN

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

**Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE**

Liste des directeurs/assesseurs de thèse de doctorat vétérinaire

Directeur : Professeur Pierre SANS

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Pharmacologie, thérapeutique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et industrie des aliments d'origine animale*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, statistiques, modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la reproduction, endocrinologie*
- Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie médicale animale et comparée*

PROFESSEURS 1^{ère} CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et industrie des aliments*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, anatomie pathologique*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie vétérinaire*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootéchnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et thérapeutique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des ruminants*

PROFESSEURS 2^{ème} CLASSE

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des équidés et des carnivores*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*
- Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation animale*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, imagerie médicale*
- Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles*
- M. **RABOISSON Didier**, *Médecine de population et économie de la santé animale*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la reproduction*
- Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et industrie des denrées alimentaires d'origine animale*
- Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
- M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*
- M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et mathématiques*
- M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
- Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
- M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et infectiologie*

MAITRES DE CONFERENCES CLASSE NORMALE

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **BRET Lydie**, *Physique et chimie biologiques et médicales*
- Mme **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*
- M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie, imagerie médicale*
- M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
- Mme **DANIELS Hélène**, *Immunologie, bactériologie, pathologie infectieuse*
- Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et industrie des aliments*
- M. **DIDIMO IMAZAKI Pedro**, *Hygiène et industrie des aliments*
- M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie vétérinaire et comparée*
- Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie*
- Mme **GRANAT Fanny**, *Biologie médicale animale*
- Mme **JOURDAN Géraldine**, *Anesthésie, analgésie*
- M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des équidés*
- Mme **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
- M. **LE LOC'H Guillaume**, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*
- M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **MILA Hanna**, *Elevage des carnivores domestiques*
- M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire, maladies animales réglementées*
- Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

INGENIEURS DE RECHERCHE

- M. **AUMANN Marcel**, *Urgences, soins intensifs*
- M. **AUVRAY Frédéric**, *Santé digestive, pathogénie et commensalisme des entérobactéries*
- M. **CASSARD Hervé**, *Pathologie des ruminants*
- M. **CROVILLE Guillaume**, *Virologie et génomique cliniques*
- Mme **DEBREUQUE Maud**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **DIDIER Caroline**, *Anesthésie, analgésie*
- Mme **DUPOUY GUIRAUTE Véronique**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
- Mme **GAILLARD Elodie**, *Urgences, soins intensifs*
- Mme **GEFFRE Anne**, *Biologie médicale animale et comparée*
- Mme **GRISEZ Christelle**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **JEUNESSE Elisabeth**, *Bonnes pratiques de laboratoire*
- Mme **PRESSANTI Charline**, *Dermatologie vétérinaire*
- M. **RAMON PORTUGAL Félipe**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
- M. **REYNOLDS Brice**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **ROUCH BUCK Pétra**, *Médecine préventive*

REMERCIEMENTS

Au Président du Jury, le Professeur Alexis Valentin de la faculté de Pharmacie de Toulouse III – Paul Sabatier qui nous a fait l'honneur de présider le jury de thèse. Hommage respectueux.

Au Professeur Stéphane Bertagnoli qui a accepté d'être le directeur de cette thèse, pour sa confiance en mon choix de sujet, son enthousiasme et son soutien. Hommage respectueux.

Au Professeur Jean-Luc Guérin qui a accepté d'être l'assesseur de cette thèse. Hommage respectueux.

TABLE DES MATIERES

INDEX DES FIGURES.....	P.9
INDEX DES TABLEAUX.....	P.11
INTRODUCTION.....	P.12
PREMIERE PARTIE : ORIGINE DU LAPIN DOMESTIQUE.....	P.13
I- Présentation générale du lapin domestique.....	P.14
A-Anatomie et taxonomie.....	P.14
1-Taxonomie.....	P.14
2-Anatomie générale.....	P.16
a-Morphologie générale.....	P.16
b-Squelette.....	P.19
c-Musculature.....	P.21
3-Anatomie spécialisée.....	P.22
a-Dentition.....	P.22
b-Appareil digestif.....	P.23
c- Appareil reproducteur.....	P.25
B- Physiologie.....	P.27
1-Physiologie générale.....	P.27
a-Perception de l'environnement.....	P.27
b-Paramètres sanguins.....	P.28
c-Système immunitaire.....	P.28
d-Système respiratoire	P.28
e-Système urinaire.....	P.29
2-Physiologie Digestive.....	P.29
a-Cæcotrophie.....	P.30
b-Microbiote intestinal.....	P.31
3-Physiologie de la reproduction.....	P.32
C-Habitat et comportement.....	P.34
1-En habitat naturel.....	P.34

a-Habitat.....	P.34
b-Sociabilité.....	P.35
c-Comportement.....	P.36
2-En élevage.....	P.37
a-Habitat.....	P.37
b-Sociabilité.....	P.37
c-Comportement.....	P.38
3-Chez les particuliers.....	P.39
a-Habitat.....	P.39
b-Sociabilité.....	P.39
c-Comportement.....	P.39
II-Evolution vers le lapin domestique.....	P.40
A-Origine et diffusion.....	P.40
B-Domestication et élevage.....	P.41
1-Première gestion de la population de lapins.....	P.41
2-Domestication.....	P.43
3-Evolution génétique.....	P.47
C- Apparition de lignées.....	P.48
III-Sélection génétique et standards de race.....	P.49
A-Vers le lapin élevé à des fins expérimentales.....	P.49
B-Vers le lapin de chair.....	P.50
1-Sélection en production.....	P.50
2-Sélection du caractère maternel.....	P.51
3-Sélection de la résistance aux maladies.....	P.52
C-Vers le lapin élevé pour les fourrures.....	P.53
D-Vers le lapin de compagnie.....	P.54
1-Origine.....	P.55
2-Races stabilisées.....	P.55
3-Races non stabilisées.....	P.56

4-Appellations commerciales.....	P.56
DEUXIEME PARTIE : LE LAPIN, ANIMAL DE LABORATOIRE, DE RENTE ET DE COMPAGNIE – ACTUALITES EN FRANCE.....	P.58
I-Animal de laboratoire – un outil pour les travaux de recherche.....	P.59
A-Généralités.....	P.59
B-Le lapin en tant que modèle d'étude actuel.....	P.61
1-Le lapin : modèle en toxicologie et en maladie infectieuse.....	P.61
2-Le lapin : un outil en biotechnologie.....	P.62
3-Le lapin : modèle pour la recherche biomédicale.....	P.64
C-Le monde animal en déclin dans les travaux de la recherche.....	P.67
1-La difficulté de s'affranchir des barrières d'espèces.....	P.67
2-Le principe des 3R.....	P.69
II-Animal de rente – le recul de la consommation française.....	P.72
A-Généralités.....	P.72
B-Le lapin de chair.....	P.73
1-Evolution au XXème siècle.....	P.73
2-Organisation de la filière cunicole.....	P.75
3-Amélioration génétique du lapin de production.....	P.78
4-La consommation française en baisse.....	P.79
C-Le lapin utilisé pour la fourrure.....	P.80
III-Animal de compagnie – Le lapin dans nos foyers.....	P.84
A-Développement du NAC.....	P.84
B-Lapins dans la culture populaire.....	P.86
1-Symbolisme et expressions.....	P.86
2-Dans la littérature, l'art et la culture enfantine.....	P.88
3-Lapins dans le marketing et la communication.....	P.90
C-Le NAC le plus abandonné : effet sociétal ?.....	P.90
TROISIEME PARTIE : LE LAPIN PERSPECTIVE D'AVENIR.....	P.93
I-Un point sur le futur de l'élevage.....	P.94
A-Des conditions d'élevage en amélioration.....	P.94

1-Lutte contre l'antibiorésistance et biosécurité.....	P.94
2-La question du bien-être animal.....	P.94
3-Rédynamiser la filière.....	P.96
4-Un système éco-responsable ?.....	P.97
B-Baisse de la consommation de viande et société.....	P.98
1-Profonde modification de la consommation.....	P.98
2-Importance de l'effet générationnel.....	P.99
3-La consommation de viande régit par les normes culturelles.....	P.99
C-Un apport de protéine animale pour les pays en développement.....	P.100
1-Implantation de la filière dans un pays tiers.....	P.100
2-Développement en Afrique.....	P.102
II-En recherche : nécessité de l'animal de laboratoire et poursuite des 3R.....	P.104
A-Apport de la génomique.....	P.104
B-Perspectives et projets.....	P.105
C-Poursuite d'un usage raisonné.....	P.106
1-Cadre réglementaire européen.....	P.106
2-Cadre réglementaire français.....	P.108
3-Contrôle des expérimentations.....	P.109
4-Promouvoir des méthodes alternatives.....	P.109
III- Le NAC en développement.....	P.111
A-Attente des propriétaires d'animaux de compagnie.....	P.111
B-Un compagnon écologique ?.....	P.113
C-Place paradoxale du lapin.....	P.114
CONCLUSION.....	P.116
BIBLIOGRAPHIE.....	P.118

INDEX DES FIGURES

Figure 1. Position du lapin *Oryctolagus cuniculus* dans la taxonomie des Lagomorphes (d'après Gidenne, 2015)

Figure 2. Les différentes parties du corps du lapin (d'après Barone et al., 1973)

Figure 3. Vue latérale et de face de la tête du lapin (d'après Barone et al., 1973)

Figure 4. Glandes cutanées et mamelles chez la lapine (d'après Barone et al., 1973)

Figure 5. Schéma du squelette d'un lapin (d'après Barone et al., 1973)

Figure 6. Coupe médiane du crâne d'un lapin (d'après Barone et al., 1973)

Figure 7. Structure schématique d'un muscle (d'après Gondret et al., 1997)

Figure 8. Vue de l'implantation des dents chez le lapin (d'après Barone et al., 1973)

Figure 9. Appareil digestif du lapin (d'après O'Malley et al., 2009)

Figure 10. Appareil génital de la femelle (d'après Barone et al., 1973)

Figure 11. Appareil génital du mâle (d'après Barone et al., 1973)

Figure 12. Organisation du système immunitaire chez le lapin (d'après Drouet-Viard et Fortun Lamothe, 2001)

Figure 13. Digestion, excrétion fécale et cæcotrophie chez le lapin (d'après Gidenne, 2015)

Figure 14. Lapin pratiquant la caecotrophie (cuniculture.info)

Figure 15. Monnaie Romaine, Face : l'empereur d'Hadrien, Pile l'Espagne assise tenant une branche d'olivier avec un lapin à ses pieds (cuniculture.info)

Figure 16. Vue de l'orifice d'un puit, travail de fouille à Latte près de Montpellier (Gardeisen et Valenzuela-Lamas, 2004)

Figure 17. Chasse au lapin extrait des Taymouth Hours, Londres, vers 1330 (cuniculture.info)

Figure 18. Deux lapins dans l'intérieur d'une maison, Vittore Carpaccio, 1505-1508 (cuniculture.info)

Figure 19. Détail d'un tableau de Krimmel, 1812 (wikiart.org)

Figure 20. Exemple de races de lapin (planeteanimale.com)

Figure 21. Domaines de recherche utilisant le lapin, réalisé à partir de 585 références répertoriées sur PubMed en 2004 (Dewree R, Drion P, 2004)

Figure 22. Exemple d'expérimentation ayant utilisé le test de Draize, image d'archive (TB ScienceEDU, youtube, 2017)

Figure 23. Image d'archive d'un enfant allemand atteint de malformation (francetvinfo.fr)

Figure 25. Le lapin un nuisible en Australie (leparisien.fr)

Figure 26. Organisation pyramidale de la filière (d'après Gidenne, 2015)

Figure 27. Fourrures de lapin récoltées (cuniculture.info)

Figure 28. Image d'un lapin himalayen (petsareyours.com)

Figure 29. Un lapin noir et blanc dans le tableau de Vittore Carpaccio peint en 1505-1508 (cuniculture.info)

Figure 30. Rapport de la FACCO en 2018 (facco.fr)

Figure 31. Détail des décrétoles de Smithfield (pinterest.fr)

Figure 32. La Vierge au lapin, peint par Le Titien, 1525-1530 (musee.louvre.fr)

Figure 33. Bugs bunny, Le lapin d'Alice au pays des merveilles, Panpan (le-monde-des-lapins.fr)

Figure 34. Une éleveuse dans un parc à lapin (Terragricole de Bretagne, 2019)

Figure 35. Exemple de labels militant la non-expérimentation animale (le-monde-des-lapins.fr)

Figure 36. Lapin faisant du kaninhop (linternaute.com)

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1. Classification simplifiée des Lagomorphes (d'après Grassé & Dekeyser, 1955 et Fox, 1974)

Tableau 2. Principaux paramètres physiologiques du lapin (d'après Gidenne, 2015)

Tableau 3. Présentation de l'héritabilité de quelques caractères maternels (d'après Gidenne, 2015)

Tableau 4. Signes indiquant la douleur, le stress ou l'inconfort chez le lapin d'expérimentation, selon Morton et Griffiths en 1985

INTRODUCTION

Tous les lapins domestiques sont issus d'une seule et même espèce : le lapin de garenne de son nom latin : *Oryctolagus cuniculus*. Avant le Moyen-Âge, l'espèce vivait exclusivement dans la péninsule ibérique et dans le sud-ouest français. Il faut attendre le XV^{ème} siècle pour que la domestication du lapin advienne réellement, dans le sens de leur transformation par l'Homme dans un but utilitaire. Comme pour les autres animaux domestiques, elle fut effectuée par sélection des individus selon leur morphologie, leur physiologie, leur comportement et par croisements de différentes lignées dans les élevages. C'est ainsi que furent créées de multiples races de lapin très variables entre elles. Les lapins possèdent cette ambivalence que peu d'animaux possèdent : ils sont choyés en tant qu'animaux de compagnie, sont exploités pour leur viande et leur fourrure. Mais ils sont aussi des modèles indispensables et des supports établis dans la recherche scientifique.

L'objectif de ce travail est de synthétiser des éléments de connaissances vis-à-vis du lapin domestique. Le lapin a principalement été étudié en fonction de sa finalité : production de lapin de chair, l'animal de laboratoire et minoritairement animal de compagnie. Les recherches portent principalement sur la filière cunicole et l'amélioration génétique du lapin de chair. Dans ce projet, il me tenait à cœur de promouvoir cette place bien particulière qu'a le lapin à la lumière des enjeux de notre société actuelle.

La première partie s'intéressera à l'origine du lapin domestique depuis les plus anciennes traces archéologiques jusqu'à l'apparition de lignées. Un chapitre portera sur la présentation de l'animal de sa physiologie, à son habitat et son comportement.

Dans un deuxième temps, nous développerons l'enjeu des filières de production de viande et de fourrure mais aussi les avancées dans la recherche via l'utilisation du lapin. Nous détaillerons également la place de lapin dans nos foyers et l'ancrage de cet animal dans notre patrimoine culturel.

Enfin, une troisième partie apportera des éléments de réponse quant à l'évolution du lapin dans un futur proche. Nous noterons les efforts réalisés pour redynamiser la filière cunicole et l'intérêt de développer cette production. Nous expliquerons comment les pressions sociétales engendrent la raréfaction du lapin dans les laboratoires de recherche et pourquoi cet animal se hisse petit à petit sur le podium de nos animaux de compagnie.

PREMIERE PARTIE : ORIGINE DU LAPIN DOMESTIQUE

I-Présentation générale du lapin domestique

A-Anatomie et taxonomie

1-Taxonomie

Le lapin européen, *Oryctolagus cuniculus* fait partie de l'ordre des lagomorphes, littéralement ceux qui ressemblent au lièvre. Il appartient à la famille des Léporidés (*Leporidae*) et à la sous-famille des *Leporinae*.

Une classification simplifiée des lagomorphes est fournie dans le tableau 1.

Famille	Sous-famille	Genre	Espèce	Remarques
Ochotonidae	-	Ochotona	Princeps, collaris, daurica, roleyi	Vivent en Amérique et en Asie dans des zones montagneuses. Il existe 7 espèces.
Leporidae	Paleolaginae	Pentalagus	-	Vit dans l'est de l'Asie.
		Pronolagus	Crassicaudatus, randensis	Vit en Afrique.
		Romerolagus	diazzi	Vit au Mexique.
	Leporinae	Lepus	Europeus, timidus, americanus, articus, alleni, californicus, capensis, mexicanus, groenlandicus, tschukschorum	Environ 30 espèces de lièvre. Se répartissent sur tous les continents.
		Brachylagus	idahoensis	Lapin pygmée aux Etats-Unis.
		Caprolagus	hispidus	Vit en Asie.
		Nesolagus	netscheri	Lapin de Sumatra.
		Oryctolagus	cuniculus	Lapin européen.
			marjorita	Espèce vivant en

		Poelagus		Ouganda et au Soudan.
		Sylvilagus	Floridanus, palustris, aquaticus, braziliensis...	Il existe une douzaine d'espèce. Ce sont les lapins américains (dont le lapin à queue de coton).

Tableau 1. Classification simplifiée des Lagomorphes (d'après Grassé & Dekeyser, 1955 et Fox, 1974)

De la position taxonomique du lapin (figure 1), il convient de retenir qu'il correspond à la seule espèce de son genre. En conséquence, il ne peut pas exister de croisement avec un autre lagomorphe. Il n'existe donc aucun hybride vrai entre l'espèce lapin et une autre espèce voisine. Il existe cependant quelques sous espèces telles que *Oryctolagus cuniculus huxleyi* et *Oryctolagus cuniculus algirus*, dont la présence est limitée à la Galice, au Portugal, et à la moitié sud-ouest de la péninsule ibérique. Ce dernier est de taille plus petite que *O.c.cuniculus*.

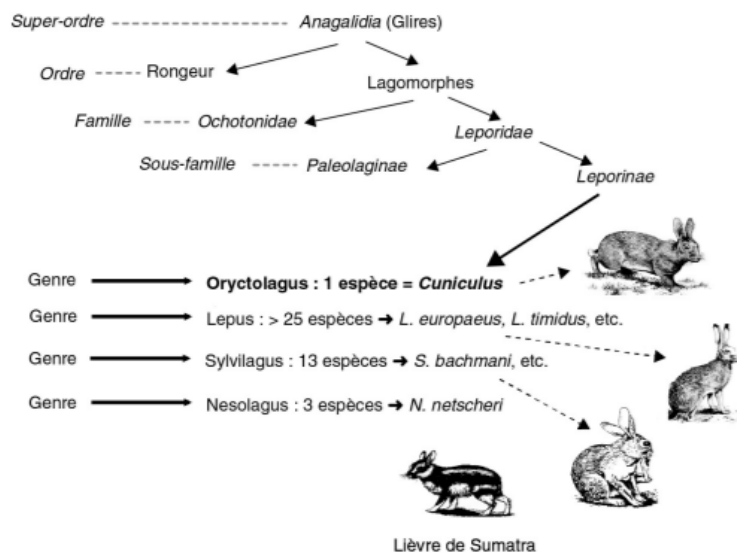


Figure 1. Position du lapin *Oryctolagus cuniculus* dans la taxonomie des lagomorphes (d'après Gidenne, 2015)

Le lapin n'est pas un rongeur même si on peut le qualifier de « grignoteur ». Ainsi, l'ordre des lagomorphes se distingue anatomiquement de celui des rongeurs en particulier par l'existence d'une deuxième paire d'incisives à la mâchoire supérieure. Il possède $2 \times 22 = 44$

chromosomes. Les lagomorphes sont caractérisés par la taille importante des oreilles, au moins équivalente à la tête. Ils possèdent également des membres postérieurs développés. Ces caractéristiques peuvent apparaître comme un avantage évolutif, les animaux étant des proies, en termes d'audition ou de comportement de fuite.

Le nom de genre *Oryctolagus* trouve son origine dans le grec « Oruktês » signifiant fouisseur et « Lagôs », lièvre. Le mot a été proposé par Lilljeborg en 1874. Quant au mot « cuniculus », il correspond au nom latin lapin, dérivé de l'ibère et transcrit pour la première fois en «ko(n)niklos» par l'historien gréco-romain Polybe, environ 150 ans avant J.C. En ancien français, l'animal s'appelait un connil. Le mot fut remplacé au cours du XVème siècle par celui de lapin. En effet, on retrouve ce mot dans les Chroniques et Conquêtes de Charlemagne écrites en 1458 par David Aubert (Rougeot Jean, 1981). L'étymologie de lapin est très probablement une interférence entre « laper » et « levraut ».

2-Anatomie générale

a-Morphologie générale

Les principales parties du corps du lapin sont identifiées sur la figure 2. Pour la majorité des races, des différences morphologiques sont notées selon le sexe. Une tête large et forte, un thorax développé, des membres relativement épais et une musculature bien extériorisée sont généralement caractéristiques des mâles. Les femelles, quant à elles, sont plus fines avec une tête plus étroite, un corps souvent plus allongé et une ossature un peu plus légère. Seul l'arrière-train est plus développé avec un bassin large.

Chez les lapins de race dite moyenne, un individu adulte pèse entre 4 et 5 kilogrammes. Le lapin type est le lapin de race néo-zélandais. Mais le poids adulte des lapins peut varier de 1 kg chez les lapins nains, comme le Polonais, à plus de 8 kg chez les lapins de race dites lourdes comme le Géant des Flandres.

Les membres antérieurs sont courts et terminés par cinq doigts portant chacun une griffe longue et courbée. Les membres postérieurs sont plus longs et terminés par seulement quatre doigts qui ont également les mêmes types de griffe.

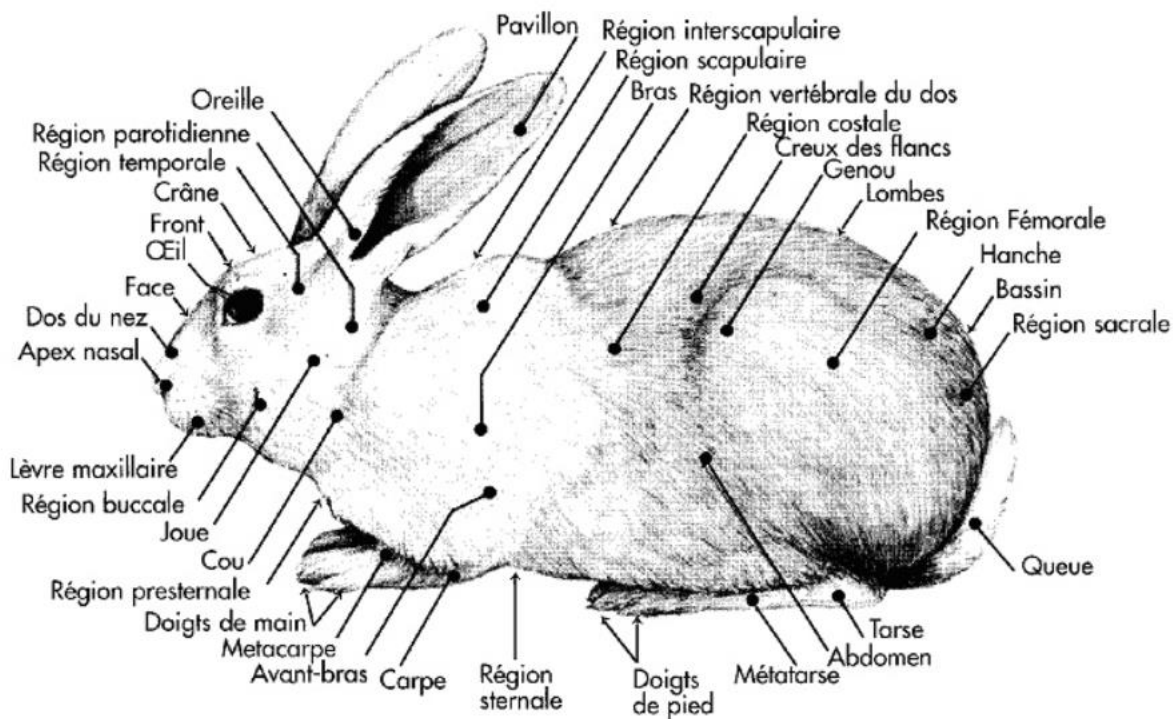


Figure 2 : Les différentes parties du corps du lapin (d'après Barone et al., 1973)

Au niveau de la tête du lapin (figure 3), la bouche est relativement petite et est située ventralement. Elle est munie de deux lèvres. La lèvre supérieure est fendue au centre de sa moitié ventrale (« le bec de lièvre »). Des poils longs appelés vibrisses sont implantés en particulier sur la lèvre supérieure et sur la partie antérieure des joues. Le nez possède deux narines obliques. Le rhinarium placé juste au-dessus de la bouche se compose d'une zone glabre en forme de Y. Le philtrum correspond à la barre verticale qui traverse de haut en bas la lèvre supérieure et les narines s'ouvrent dans les branches divergentes du Y. La peau avoisinante, par contraction de la musculature, peut recouvrir la zone glabre et oblitérer les narines.

Les yeux placés de chaque côté de la tête sont surmontés de quelques vibrisses.

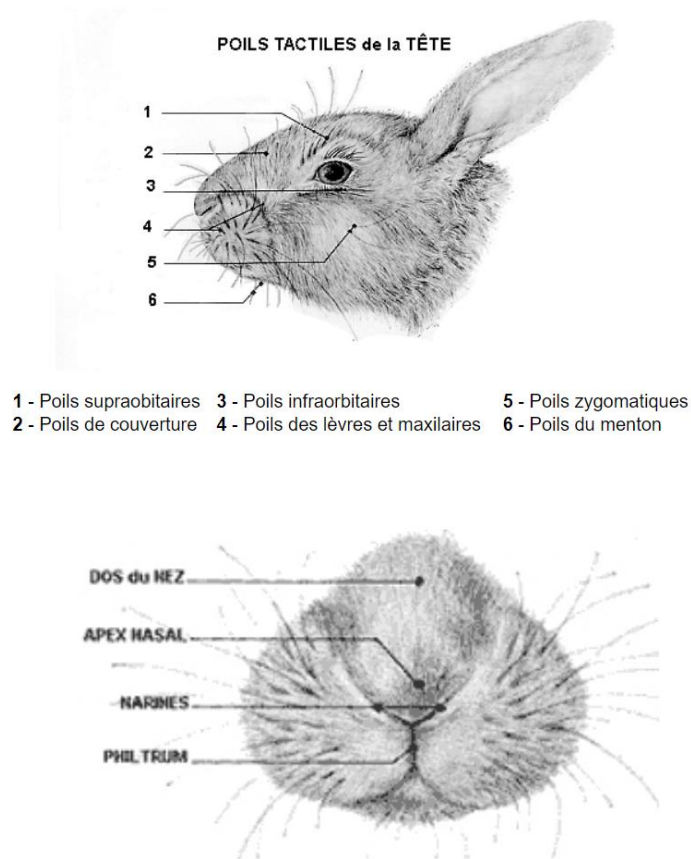


Figure 3. Vue latérale et de face de la tête du lapin (d'après Barone et al., 1973)

Les oreilles du lapin sont placées légèrement en arrière de la tête. Elles sont recouvertes de poils courts, en majorité sur leur face extérieure. Elles ont une puissante attache cartilagineuse. La taille du pavillon varie : très courtes chez les races naines (moins de 1/5 de longueur du corps) et plus développée chez les lapins du type bélier anglais où elles peuvent atteindre la longueur du corps. Si elles sont généralement portées dressées, les oreilles peuvent aussi naturellement retomber sur le côté de la tête chez les lapins de type bélier. En moyenne les oreilles mesurent entre 6 et 9 centimètres.

Sur la face ventrale du corps, sont situées deux rangées de 4 à 5 et exceptionnellement 6 mamelles (figure 4). Il y a systématiquement une paire de tétines axillaires situées entre les pattes avant, au niveau des 7^e et 8^e côtes, et une paire de tétines inguinales situées entre les cuisses. Les variations du nombre de tétines correspondent toujours aux tétines ventrales, les plus faciles d'accès pour les lapereaux lors de la tétée.

Le lapin ne possède pas de glandes sudoripares. Cependant, les glandes sébacées sont abondantes.

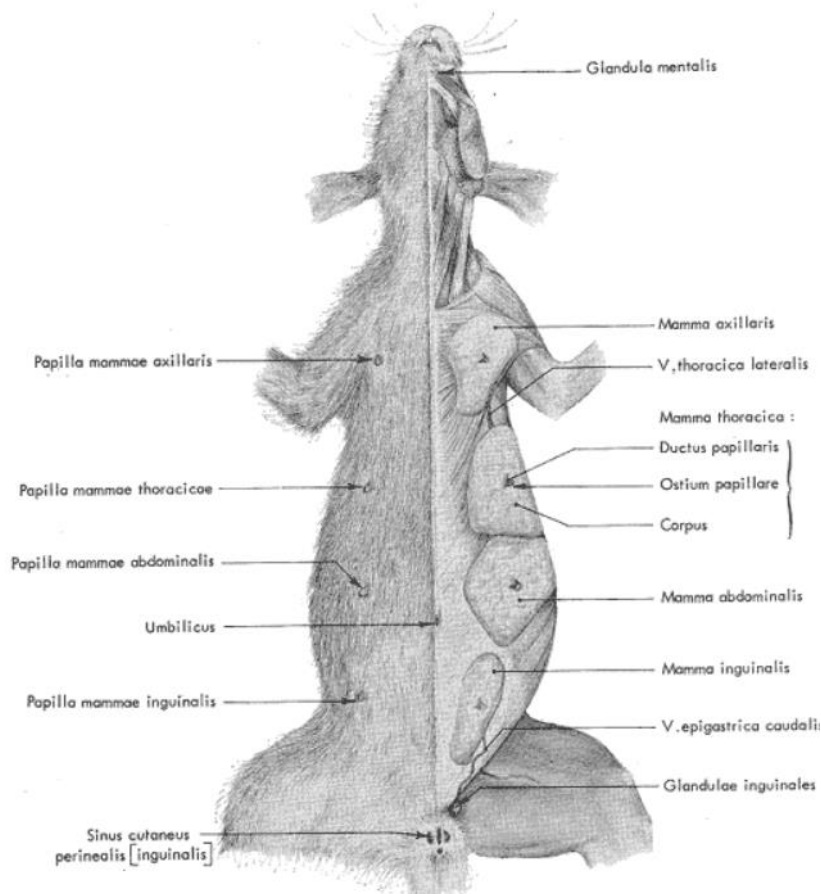


Figure 4. Glandes cutanées et mamelles chez la lapine (d'après Barone et al., 1973)

Le lapin possède une fourrure dense et double. Une première fourrure sont les poils de couverture, ou poils principaux, longs, gros et raides, qui définissent la couleur du lapin et le protègent. Ces poils sont aussi constitués de poils conducteurs et de poils plus petits qu'on appelle « jarre ». D'autre part, on retrouve les poils de bourre, ou sous-poils, courts et fins, qui assurent l'isolation thermique. On peut aussi apercevoir parfois un fanon sur le devant de la gorge des femelles, et plus rarement chez les mâles.

b-Squelette

Le lapin possède une structure osseuse (figure 5) légère qui ne représente que 7 à 8 % de sa masse corporelle, contrairement au squelette d'un chat par exemple représentant 12 à 13 % de son poids.

L'ossature du lapin comprend 7 vertèbres cervicales, dont les deux premières sont l'atlas et l'axis. Ensuite, les 12 vertèbres thoraciques portent les 12 côtes. Seules les 10 premières côtes sont reliées ventralement au sternum pour former la cage thoracique, les 2 dernières sont dites flottantes. Les 7 vertèbres lombaires sont poursuivies par la fusion de 4 vertèbres sacrées

formant le sacrum. Il porte les os du bassin. Le squelette axial se termine par 15 vertèbres coccygiennes dont la dernière dizaine correspond à la queue du lapin.

Les membres postérieurs sont bien plus développés que les membres antérieurs. Ainsi le tibia et la fibula sont quasiment fusionnés dans leur partie distale. Au contraire, au niveau des membres antérieurs, le radius et l'ulna sont non soudés.

Notons un point de fragilité bien particulier au squelette du lapin : la liaison entre le bassin et colonne vertébrale. Le risque de fracture est élevé en cas de chute.

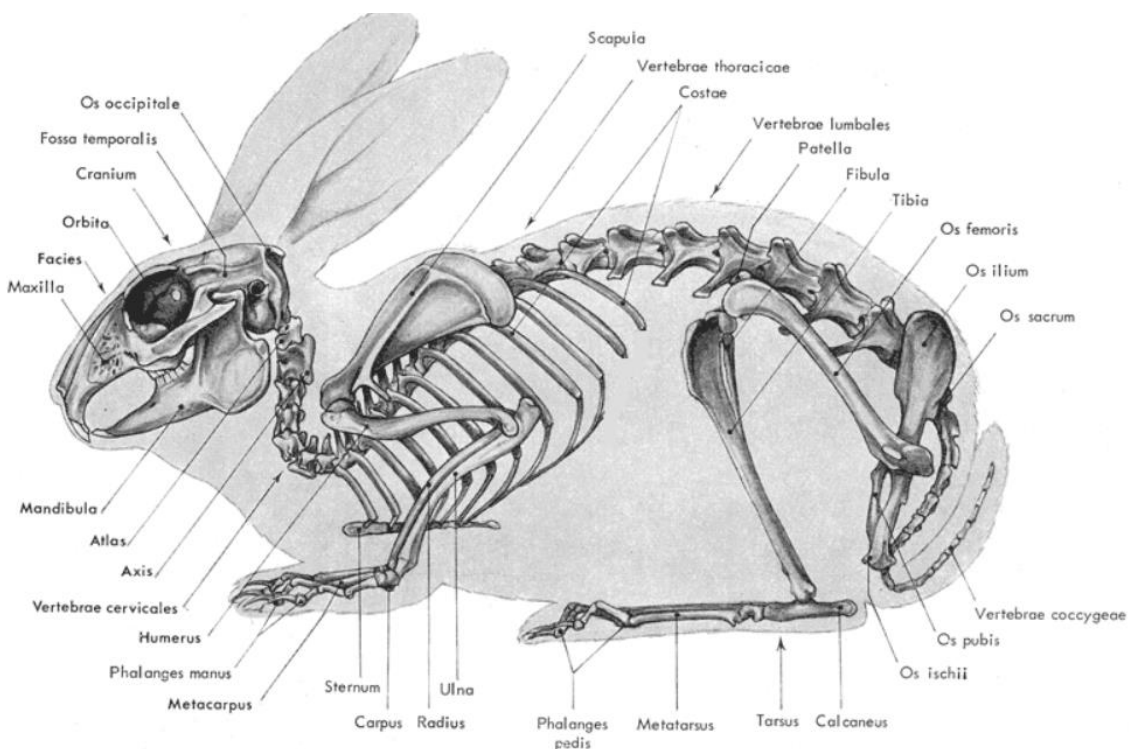


Figure 5. Schéma du squelette d'un lapin (d'après Barone et al., 1973)

La tête de l'animal (figure 6) est constituée d'os plats qui n'ont aucune mobilité, à l'exception de ceux situés dans la mâchoire inférieure. Les os situés dans la tête sont les suivants : occipital, frontal, pariétal, temporal, lacrymal, nasal, maxillaire supérieur et inférieur. Les sinus nasaux sont fortement développés et représentent environ 1/3 du volume crânial.

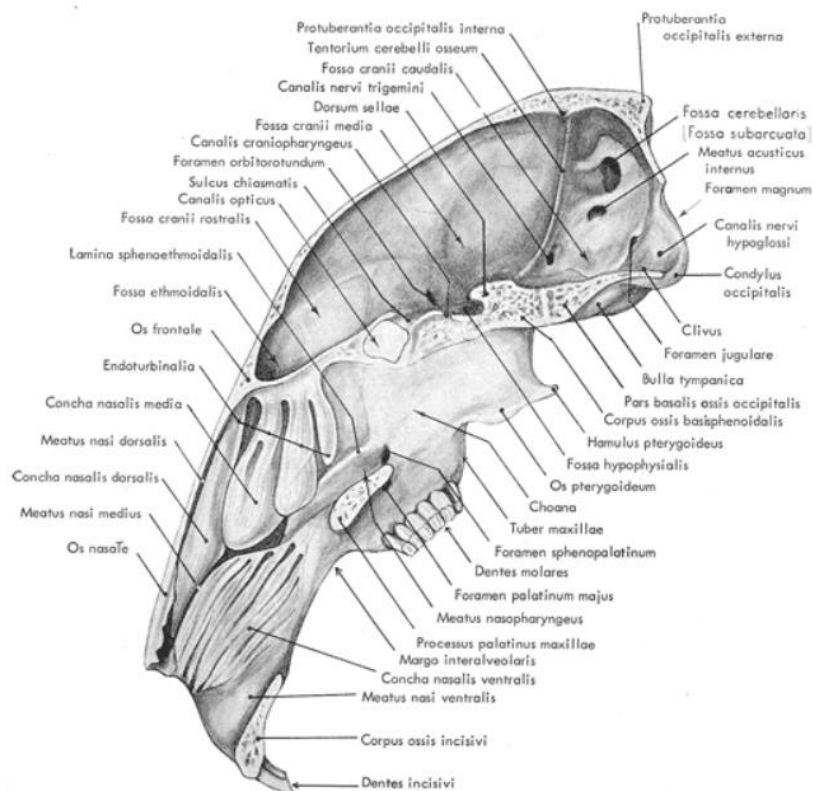


Figure 6. Coupe médiane du crâne d'un lapin (d'après Barone et al., 1973)

Le développement du squelette est initialement assuré par les points d'ossification. Ensuite, la croissance des os en diamètre et en épaisseur est assurée par le travail combiné des ostéoblastes et des ostéoclastes qui renouvellent continuellement la masse osseuse, avec une dominance de l'activité des ostéoblastes pendant la période de croissance. La croissance en longueur est assurée à partir du cartilage de conjugaison situé à la base de l'épiphyse de chaque os. La croissance en longueur est terminée, donc la taille du lapin est fixée, vers 140 à 150 jours.

c-Musculature

Les muscles ont pour fonction d'assurer les mouvements de l'animal. Ils ont donc deux ou trois points de fixation au squelette pour que leur contraction puisse engendrer un mouvement.

Les fibres musculaires constituent 75 à 90% du volume musculaire et représentent l'élément de base du muscle strié squelettique. Les fibres musculaires sont entourées d'une mince gaine de tissu conjonctif riche en collagène : l'endomysium (figure 7).

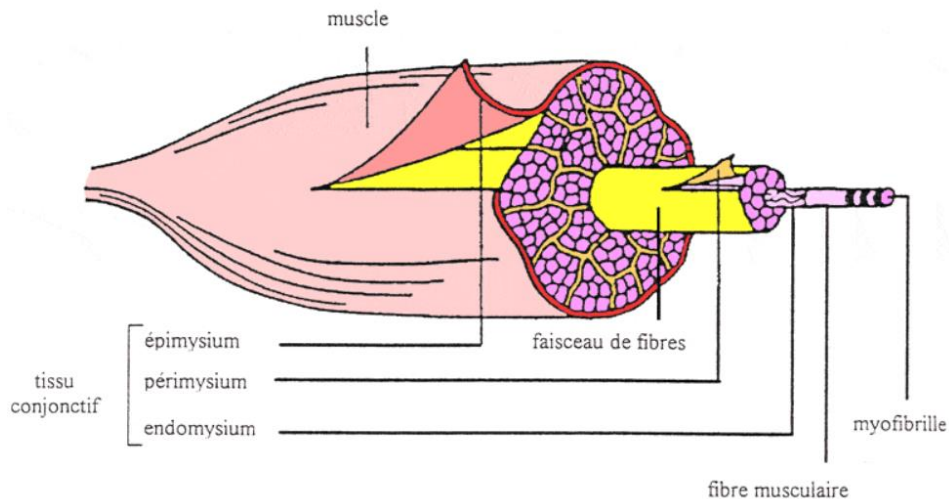


Figure 7. Structure schématique d'un muscle (d'après Gondret et al., 1997)

De la même façon que pour l'ossature, les masses musculaires sont quantitativement plus importantes vers la partie arrière du corps du lapin : au niveau du râble et des cuisses. Du point de vue boucher, le muscle le plus important est le muscle longissimus dorsi. Sur plan anatomique, cette masse musculaire correspond à plusieurs muscles : le long dorsal, le long épineux et le muscle multifide dorso-lombaire (longissimus lumborum).

3-Anatomie spécialisée

a-Dentition

Le lapin possède 28 dents. Nous retrouvons 2 paires d'incisives à la mâchoire supérieure et une seule à la mâchoire inférieure. Ceci permet de distinguer les lagomorphes des rongeurs qui n'ont qu'une seule paire d'incisives à chaque mâchoire. Chez le lapin, la deuxième paire se place derrière la première qui la cache totalement. Les incisives sont entièrement revêtues d'une couche d'émail qui est plus mince en arrière qu'en avant. De cette façon, le lapin affûte ses dents en biseaux en usant celles du haut contre celles du bas et inversement. Leur face antérieure porte un sillon longitudinal. Le lapin ne possède pas de canines. Un long diastème sépare les incisives des prémolaires et des molaires.

La formule dentaire du lapin est donc la suivante : I : 2/1 - C : 0/0 - P : 3/2 - M : 3/3.

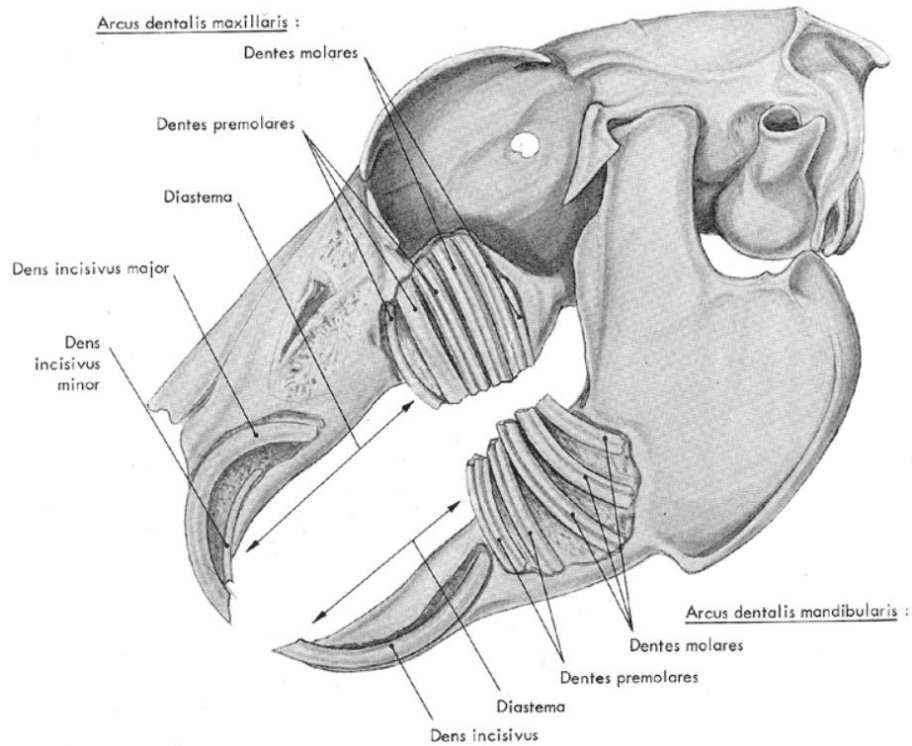


Figure 8. Vue de l'implantation des dents chez le lapin (d'après Barone et al., 1973)

Les dents sont profondément insérées dans la mâchoire mais sont sans racine (figure 8). Leur croissance est continue. En moyenne, la vitesse de croissance est de 2 millimètres par semaine pour les incisives supérieures et 2,4 millimètres pour les incisives inférieures. Celle des molaires et prémolaires (dites aussi dents jugales) est beaucoup moins rapide et a été estimée à 2 millimètres par mois.

Concernant le changement de dentition, le passage de la dentition déciduale à la dentition définitive s'opère vers 18 jours chez les lapereaux.

b-Appareil digestif

Les particularités anatomiques spécialisées digestives du lapin sont diverses. La longueur totale de l'appareil digestif d'un lapin adulte de 5 kilogrammes varie entre 5 et 7,5 mètres (figure 9).

Tout d'abord, la cavité buccale est étroite, profonde. La langue présente de grosse tubérosité qui rend l'intubation trachéale difficile. L'ouverture buccale est très limitée du fait de l'anatomie de l'articulation temporo-maxillaire : les condyles mandibulaires glissent dans les gouttières temporales orientées d'avant en arrière.

L'estomac volumineux présente une paroi à la musculature fine, ce qui explique le météorisme fréquent chez le lapin. La structure anatomique et le positionnement du sphincter pylorique est facilement comprimé par la courbure du duodénum, ce qui rend la vidange gastrique souvent difficile et favorise la stase gastrique. La motilité gastrique est sous contrôle, elle exige des fibres alimentaires digestibles de bonne qualité nutritive. L'estomac a un rôle de réservoir. Il contient en permanence un mélange de poils, caecotrophes et fibres alimentaires végétales.

Aucun reflux de l'estomac vers la bouche n'est possible, même de manière accidentelle : un lapin ne vomit donc pas.

L'intestin grêle est très long, il mesure près de 2,5 mètres en moyenne. Il est constitué de trois parties anatomiquement distinctes : le duodénum, le jéjunum et l'iléon. Il est relié au caecum par le sacculus rotundus, formation ronde, riche en follicules lymphoïdes.

Le caecum est l'organe le plus volumineux de la cavité abdominale. Il en occupe le tiers. C'est le siège de la digestion de la cellulose et des fermentations bactériennes. Outre une population dominante de Firmicutes Gram + et à un moindre degré de bactéries Gram – anaérobies strictes constituées principalement de *Bacteroides* sp, elle peut renfermer des protozoaires du genre *Isostricha* et des levures (*Cyclinomyces guttulatus*). Au sein du caecum, les fibres alimentaires sont hydrolysées et entrent en fermentation. Ces fermentations produisent des acides aminés, des acides gras volatils (essentiellement des acétates) et des vitamines B et K.

Le côlon est caractérisé par la présence de saccules divisés par des stries transversales. La partie transverse du côlon proximal se termine par une partie épaissie riche en tissu lymphoïde, le *usus coli*. Ce dernier contrôle les mouvements péristaltiques et antipéristaltiques de l'intestin, qui aboutissent à la formation séparée des crottes dures et des crottes molles appelées caecotrophes. Très sensibles aux cathécolamines sécrétées en cas de souffrance, il est inhibé par toute augmentation de ces dernières et peut alors provoquer un arrêt du transit intestinal.

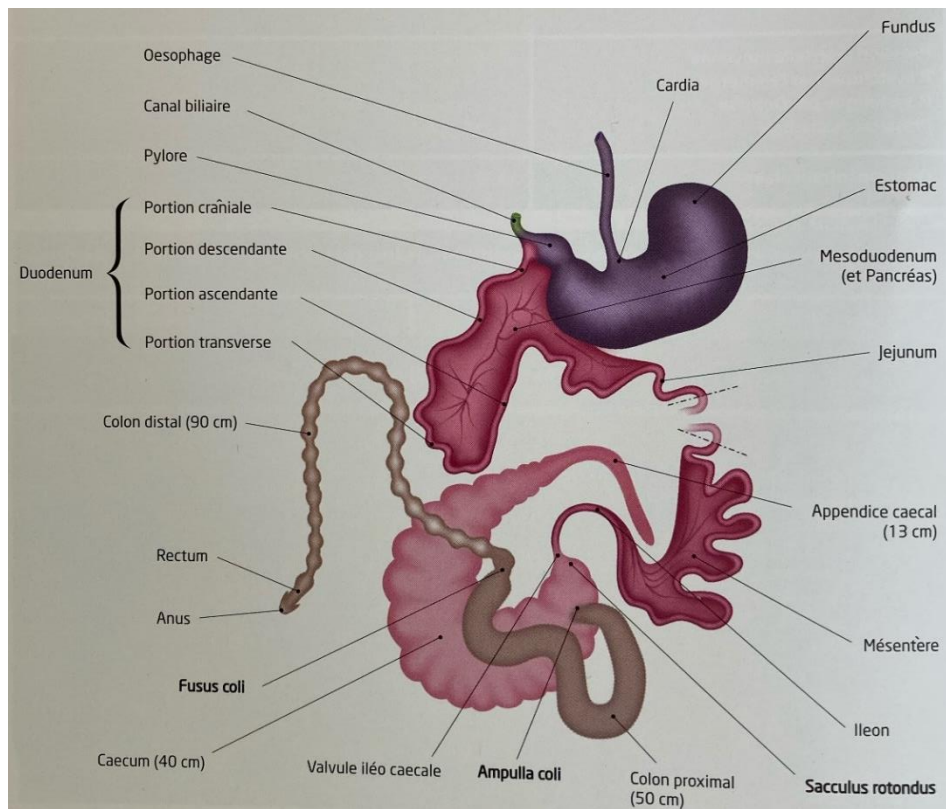


Figure 9. Appareil digestif du lapin (d'après O'Malley et al., 2009)

c-Appareil reproducteur

L'organisation générale de l'appareil génital est voisine de celle des autres mammifères.

Concernant l'appareil génital de la femelle : les deux ovaires sont oblongs, ils peuvent atteindre 1 à 2 centimètres dans leur plus grande dimension. Ils sont situés dans la cavité abdominale de chaque côté de la région lombaire. Les deux cornes utérines sont réunies en un seul corps. En effet, la lapine présente deux cols utérins distincts (ou cervix) longs d'environ 2 cm. Le clitoris est très développé (2 à 3 centimètres) lorsqu'il sort de la commissure inférieure de la vulve.

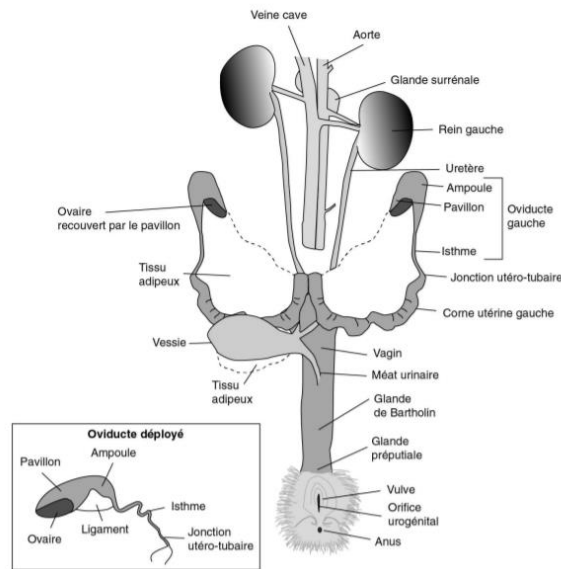


Figure 10. Appareil génital de la femelle (d'après Barone et al., 1973)

Concernant l'appareil génital mâle : les testicules sont positionnés dans la cavité abdominale. Ils descendent dans les sacs scrotaux à l'âge de deux mois environ. Chez l'adulte, ils sont volumineux et ovoïdes. Les testicules peuvent monter dans la cavité abdominale et redescendre dans les bourses grâce à un tissu musculaire : le crémaster. La vésicule séminale est bilobée. La prostate est oblongue et volumineuse et se situe sous la glande vésiculaire. Le pénis, dépourvu de gland, mesure entre 3 et 5 centimètres. Deux glandes préputiales, sécrétant une substance très odorante, sont situées en arrière du pénis. Elles jouent un rôle dans le déclenchement de l'ovulation de la femelle en stimulant le réflexe ovulatoire.

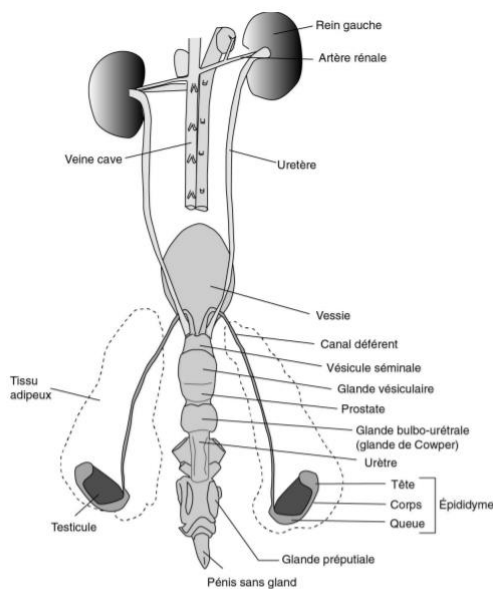


Figure 11. Appareil génital du mâle (d'après Barone et al., 1973)

B-Physiologie

Deux éléments physiologiques sont à mettre en avant : la pratique de la caecotrophie et l'ovulation provoquée par l'accouplement chez la femelle. Outre ses deux particularités, la physiologie du lapin est semblable à celle des autres mammifères.

1-Physiologie générale

Les principaux paramètres physiologiques du lapin sont présentés dans le tableau 2.

Température rectale	38,5 – 40°C
Fréquence cardiaque	180 à 250 battements par minute
Fréquence respiratoire	30-60 respirations par minute
Volume sanguin	55-70 millilitres par kilogramme

Tableau 2. Principaux paramètres physiologiques du lapin (d'après Gidenne, 2015)

a-Perception de l'environnement

Concernant la vue, les yeux des lapereaux commencent à s'ouvrir vers 9-10 jours. Le lapin possède une vision binoculaire, c'est-à-dire que les deux yeux sont placés sur les côtés de la tête. De cette façon, la vision est très large mais mauvaise frontalement à moins d'un mètre. Les vibrisses comblent cette lacune et le lapin s'en sert afin de déterminer la position de ce qui est devant lui. Les vibrisses ont aussi un rôle essentiel concernant le toucher. Le champ de chaque œil est de 192°. La vision du lapin couvre 24° devant lui, 30° au-dessus de la tête, et son champ total de vision s'étend sur 360° autour de la tête. Les oreilles sont la principale gêne au champ de vision du lapin.

Pour l'audition, les oreilles deviennent fonctionnelles vers 12 jours. Le lapin a une bonne sensibilité auditive, c'est-à-dire qu'il est capable d'entendre des bruits de faible intensité. Il perçoit les sons entre 360 et 42 000 Hz, alors que l'homme entend entre 20 et 20 000 Hz. Ils peuvent bouger et orienter leurs oreilles vers la source de bruit afin d'améliorer la détection.

L'odorat du lapin est hautement développé. Il dispose de 50 à 100 millions de récepteurs sur sa muqueuse olfactive contre 10 millions pour l'homme et 1 à 3 milliards pour le chien. La surface importante des cornets nasaux explique la présence de ces nombreux récepteurs.

Quant au goût, la langue du lapin est tapissée d'environ 17 000 cellules gustatives qui lui permettent de distinguer les saveurs salé, sucré, acide et amer. Le lapin marque une préférence pour le sucré et l'amer.

b-Paramètres sanguins

Le volume sanguin total est de 55 à 70 millilitres de sang par kilogramme de poids vif. Chez un lapin adulte 4 kg, le débit cardiaque est de 500 à 600 millilitres par minute. Le sang est pulsé à raison de 250 battements par minute en moyenne avec une marge allant de 130 à 325.

c-Système immunitaire

Le système immunitaire du lapin est organisé par le système lymphoïde (figure 12). Celui-ci correspond aux organes qui produisent ou qui permettent la maturation des cellules impliquées dans la réponse immunitaire. Ce système est globalement le même chez le lapin que chez les autres mammifères. On distingue les organes lymphoïdes primaires et les organes lymphoïdes secondaires. Les cellules lymphoïdes circulent entre ces organes via les vaisseaux sanguins et lymphatiques.

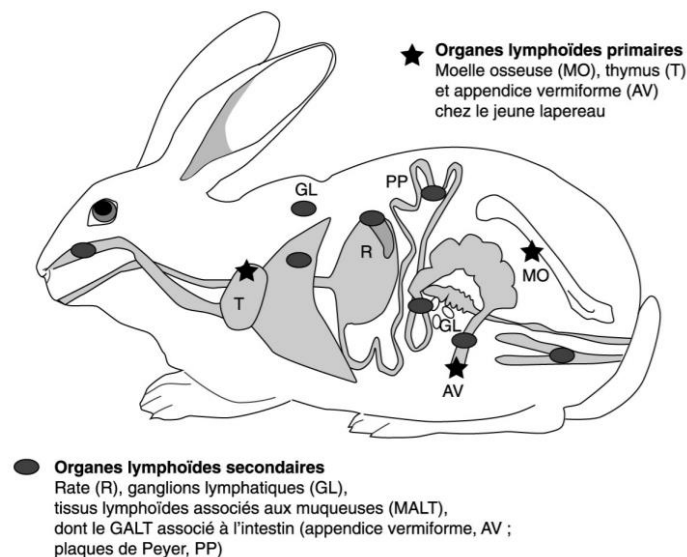


Figure 12. Organisation du système immunitaire chez le lapin (d'après Drouet-Viard et Fortun Lamothe, 2001)

d-Système respiratoire

Son appareil respiratoire est similaire aux autres mammifères. Néanmoins, il faut noter que le lapin n'est pas en capacité à respirer par la bouche. Ainsi, le maintien de l'intégrité des cornets nasaux est important. Si les narines sont obstruées, l'animal peut décéder par insuffisance respiratoire. De plus, lorsque la température ambiante s'élève, le rythme respiratoire de l'animal augmente permettant l'évaporation de plus d'eau. En effet, comme le lapin est quasiment dépourvu de glandes sudoripares, il ne transpire pas. Ce système est

essentiel dans la thermorégulation du lapin. Par exemple, lorsque la température ambiante passe de 18 °C à 30 °C, la fréquence respiratoire est doublée alors que la fréquence cardiaque n'est multipliée que par 1,10. Cette accélération de la fréquence respiratoire permet de faire passer la quantité d'eau évaporée en 24 heures de 95 à 150 millilitres.

e-Système urinaire

Chez un lapin adulte de 4 kilogrammes, la production urinaire est de 160 à 170 millilitres par jour. Cette quantité est très fortement corrélée à la consommation d'eau, elle-même fortement influencée par la température ambiante.

L'excrétion urinaire permet l'élimination des déchets solubles de l'organisme (urée, acide urique, créatinine, glucose) et celle des matières minérales pour maintenir l'équilibre ionique, acido-basique et hydrique des cellules. L'urine est formée dans les reins. Les néphrons filtrent le sang dans les glomérules de Malpighi pour former l'urine primitive. Il y a ensuite réabsorption d'une partie des éléments filtrés dans les tubules pour former l'urine définitive. Le reste est excrété par l'uretère dans la vessie.

L'élément principal excrété dans l'urine est l'urée, élément ultime du catabolisme azoté. Un peu moins de 50 % de l'urée synthétisée dans l'organisme se retrouve dans l'urine. Il existe un catabolisme endogène de l'urée par le microbiote cæcal. L'excrétion d'azote urinaire dépend des apports azotés d'origine alimentaire et du stade physiologique de l'animal.

Les autres éléments importants contenus dans l'urine sont les minéraux particulièrement le calcium. Le lapin possède un système original : d'une part, l'absorption du calcium alimentaire se fait par diffusion passive et n'est pas régulée par la vitamine D. D'autre part, le lapin excrète par voie urinaire la majeure partie du calcium alimentaire (50 à 75 % selon la composition de l'aliment) alors que pour les autres espèces, le rejet urinaire de calcium ne dépasse généralement pas 5 %.

2-Physiologie Digestive

En tant qu'herbivore et monogastrique, le lapin a la capacité de se nourrir d'aliments divers allant des graines de céréales à l'herbe ou des fourrages plus pauvres. La digestion dans les segments antérieurs du tube digestif (estomac et intestin grêle) est réalisée par les enzymes propres du lapin, et concerne la fraction la plus digeste de l'aliment (amidon, protéines,

sucres, lipides). Les éléments non digérés passent ensuite dans les segments postérieurs du tube digestif (cæcum et côlon proximal), où ils sont hydrolysés et fermentés par le microbiote.

a-Cætrophie

Le lapin émet deux sortes de crottes : les crottes proprement dites dures et sèches le jour et les cæcotrophes molles, gluantes et verdâtres la nuit et le matin.

La cæcotrophie est en rapport avec la digestibilité des fibres alimentaires, car ses fibres subissent une digestion différente selon leur solubilité. Les fibres insolubles sont entraînées vers la lumière du tube digestif et elles fournissent les crottes diurnes, rondes et sèches. Les fibres solubles, quant à elles, sont ramenées par les contractions antipéristaltiques du côlon vers le cæcum où elles subissent des fermentations digestives d'origine bactérienne qui produisent des acides aminés, des acides gras volatils et des vitamines absorbées par l'organisme. Le cæcum se contracte deux fois par jour et il vide son contenu dans le côlon. Les contractions antipéristaltiques sont alors annulées de façon réflexe et les cæcotrophes sont éliminées et réabsorbées directement par préhension à l'anus (figure 13).

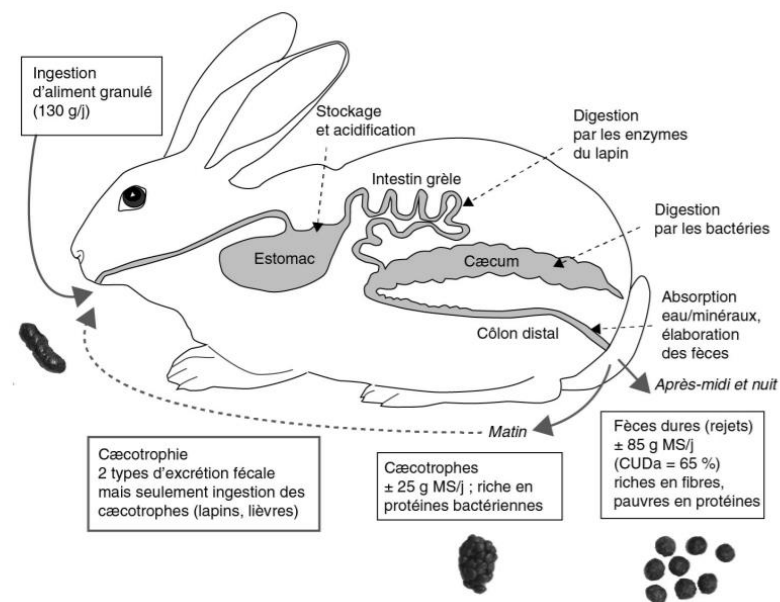


Figure 13. Digestion, excrétion fécale et cæcotrophie chez le lapin (d'après Gidenne,2015)

La cæcotrophie permet au lapin de récupérer la cellulose digestible, des protéines, des vitamines B. En fonction du régime alimentaire, les cæcotrophes contribuent pour environ 15 % de l'azote total ingéré mais cette proportion peut atteindre 70 % pour un régime très pauvre en azote.

Dans des conditions physiologiques normales, les caecotrophes ne sont pas visibles dans l'environnement de l'animal. En termes de comportement, le lapin se concentre en position debout, ramassé sur lui-même. Il s'assoit sur ses postérieurs et se vousse pour amener sa tête entre ses postérieurs. Il récupère directement avec sa bouche, les caecotrophes émises (figure 14). L'ingestion est très rapide et le lapin se redresse tout de suite avant de mâcher lentement. La caecotrophie commence dès l'ingestion d'aliments solides, vers trois semaines. Le principal facteur déclenchant est la composition du contenu caecal (pH et acides gras volatils) et un stimulus inné d'origine rectale.



Figure 14. Lapin pratiquant la caecotrophie (cuniculture.info)

b-Microbiote intestinal

Base du fonctionnement digestif du lapin, le microbiote intestinal est un véritable écosystème digestif du lapin. Il est très diversifié tant du point de vue de sa composition que de ses capacités fonctionnelles. Il joue de multiples rôles physiologiques : hydrolyse et fermentation des nutriments, pouvoir immuno-régulateur, vascularisation et trophicité intestinales, barrières contre les agents infectieux.

Chez le lapin le microbiote intestinal est constitué :

-de bactéries : 10^{11} à 10^{12} bactéries/gramme de matière fécale appartenant à quelques centaines d'espèces. Elles sont surtout présentes dans le complexe caecum-côlon, les caecotrophes et les crottes. Mais elles sont également présentes dans l'estomac et l'intestin grêle.

-d'archées : 10^7 /gramme de matière fécale, affiliées majoritairement à un seul genre. Ce sont des archéobactéries sans noyau ni organite, unicellulaires procaryotes et méthanogènes anaérobies.

Les inventaires moléculaires de la population bactérienne caecale du lapin ont révélé que l'écosystème caecal est majoritairement composé d'espèces encore non décrites et très spécifiques du lapin. Cette population caecale est constituée :

-de *Firmicutes* majoritaires

-de *Bacteroidaceae* minoritaires

Le microbiote revêt une importance particulière chez le jeune lapin. Les conditions d'élevage et le stockage précoce en animalerie par exemple sont à l'origine d'une dysbiose intestinale à laquelle peut s'ajouter le stress du sevrage et de la mise en vente. Cette dysbiose peut conduire à un déficit immunitaire et une perméabilité intestinale induisant le développement d'agents infectieux opportunistes.

L'analyse du microbiote caecal par empreinte moléculaire ne détecte pas chez le lapin, l'existence d'un patron spécifique à chaque individu, stable dans le temps ou dans l'espace au niveau des différents compartiments. Cette absence de patron pourrait trouver son origine dans la similarité génétique entre animaux issus de différentes lignées sélectionnées et la forte standardisation des conditions d'élevage et d'alimentation.

En conclusion, le tractus digestif constitue un habitat privilégié pour une abondante population microbienne. Les récentes avancées technologiques en microbiologie moléculaire ont permis d'acquérir de nouvelles connaissances relatives à la composition du microbiote intestinal. Celles sont encore incomplètes mais l'on pourrait imaginer que de nouvelles analyses apporteraient des réponses concernant les relations entre les fonctions du microbiote et les troubles digestifs.

3-Physiologie de la reproduction

Le lapin est un mammifère polytoque, dont la reproduction se caractérise par une production de nombreux lapereaux en saison d'abondance alimentaire (du printemps jusqu'au début de l'été) : les lapereaux naissent éventuellement de portées successives, avec parfois un accouplement le jour de la mise-bas, ce qui lui permet de valoriser au mieux les ressources alimentaires. Ces caractéristiques reproductives sont bien connues et utilisées en élevage.

La lapine a des périodes d'acceptation de l'accouplement (lors de l'œstrus) et des périodes de refus du mâle (lors du dioœstrus) en alternance. Ces deux phases sont individus-dépendantes. La lapine n'a donc pas de cycle œstrien régulier. Une lapine est dite « réceptive » lorsqu'elle manifeste un comportement d'acceptation de l'accouplement en présence d'un mâle. L'observation de la couleur et de la turgescence de la vulve au moment de l'insémination est un indicateur de la réceptivité sexuelle. En effet, 76 % des lapines à vulve rose, rouge, violette et turgescence acceptent l'accouplement et sont considérées réceptives. Au cours d'un cycle, la lapine exprime une réceptivité sexuelle élevée dans les 24 heures suivant la mise-bas, du fait de l'inversion du rapport progestérone/œstrogènes. La baisse de sécrétion de la progestérone permet une reprise de la croissance folliculaire et ainsi une sécrétion d'œstrogènes à l'origine du comportement sexuel.

L'accouplement est très rapide, de l'ordre de la seconde. En laissant mâle et femelle en présence l'un de l'autre, dans une période où la femelle est réceptive, il peut survenir plus de 20 accouplements successifs.

Chez la lapine, l'ovulation n'est pas spontanée mais provoquée par l'accouplement. L'ovulation a lieu en moyenne 10 à 12 heures après la saillie. Elle est induite par les stimuli associés au coït. La stimulation du système nerveux central entraîne la sécrétion, au niveau de l'hypothalamus, de neuro-hormones (GnRH, Gonadotrophin Releasing Hormone). Dans la région ventrale de l'hypothalamus, les vaisseaux du système porte traversent l'hypophyse, la GnRH stimule alors simultanément la synthèse et la sécrétion de deux gonadotropines FSH (Follicle Stimulating Hormone) et LH (Luteinizing Hormone) au niveau du lobe antérieur de l'hypophyse. Ces gonadotropines provoquent la maturation folliculaire finale. L'accouplement entraîne donc une forte sécrétion de LH (pic de LH), environ 4 heures après. Ce pic de LH permet de libérer l'ovocyte II apte à être fécondé : c'est l'ovulation.

Après l'ovulation, les cellules de la granulosa et de la thèque interne du follicule pré-ovulatoire s'hypertrophient et se transforment pour donner le corps jaune. Ce dernier permet la sécrétion de progestérone préparant l'utérus à la nidation et au développement embryonnaire.

Lorsqu'il y a fécondation c'est-à-dire la fusion entre un spermatozoïde et un ovule, il y a formation d'une cellule unique : l'œuf qui sera à l'origine de l'embryon, du fœtus, puis du lapereau. L'œuf fécondé met en moyenne 3-4 jours pour atteindre la corne utérine.

Chez la lapine, la durée de gestation est de 30-31 jours mais peut exceptionnellement durer jusqu'à 33 jours. La lapine construit un nid dans la dernière semaine de gestation avec les matériaux dont elle dispose et des poils qu'elle arrache de son propre corps. Ce comportement est lié à une augmentation du rapport œstrogène/progestérone et à la sécrétion de prolactine en fin de gestation. Quelques jours avant la mise-bas, une diminution de la consommation alimentaire d'environ 30 % est possible allant même jusqu'à un jeûn de la part de la lapine. La mise-bas proprement dite est brève. Elle dure entre 15 et 30 minutes en moyenne. Le nombre de lapereaux nés varie entre 3 et 12 en général. Dans les élevages français qui utilisent des animaux sélectionnés, la taille moyenne de la portée est d'environ 11 lapereaux nés, dont 10 vivants.

C-Habitat et comportement

Le lapin est une espèce territoriale qui s'organise en groupes sociaux avec un mode de hiérarchie linéaire. Un animal en domine un autre qui lui-même domine un troisième individu et ainsi de suite. Des comportements adaptés permettent à l'animal de se développer et de vivre efficacement au sein de son environnement et d'exprimer son comportement social.

1-En habitat naturel

En milieu naturel, l'espèce fait face à une forte prédation. Face à cette pression, l'habitat et les comportements sont adaptés. Le lapin vit à couvert et la fuite reste un moyen de défense évident.

a-Habitat

Le lapin apprécie tout type de biotope tels que les forêts, les prairies, les dunes de sable en bord de plage, les garrigues, les clairières ou encore les bosquets. Sa présence est retrouvée jusqu'à 1 500 mètres d'altitude. Le lapin s'adapte très bien également au monde urbain car il n'est pas rare de voir des terriers dans les parcs botaniques au cœur des villes ou dans les aéroports. En revanche, le lapin est rarement présent dans les biotopes humides. Le domaine vital d'un lapin sauvage varie de 0,4 à 4 hectares. Le territoire d'un groupe représente quant à lui 9 à 10 hectares en moyenne.

Le lapin s'éloigne peu de son terrier. C'est un animal très sédentaire défendant son terrier contre d'autres lapins intrus et des prédateurs. Le marquage urinaire, de fèces ou des glandes mentonnières délimite le terrier. Il est utilisé pour se reproduire, se reposer, se protéger des

mauvaises conditions climatiques et s'isoler des prédateurs. Le terrier d'un individu peut être relié à celui de plusieurs autres congénères et le réseau de galeries ainsi formé s'appelle une garenne, d'où le nom donné à l'espèce vivant en milieu naturel de « lapin de garenne ».

Les lapins vivent en groupes sociaux de deux à dix adultes. Parfois, les lapins peuvent se rassembler en colonies constituées de plusieurs groupes sociaux, jusqu'à une centaine d'individus. Lorsque la lapine est gestante, elle élabore un nid souterrain au sein d'un terrier individualisé ou, dans certains cas, à l'intérieur même de la garenne.

b-Sociabilité

Le lapin est organisé en groupes sociaux de taille et de composition variables. Généralement, les groupes sont constitués de 1 à 5 mâles et de 1 à 8 femelles adultes, ainsi que des jeunes de différents âges pendant la saison de reproduction. La composition et la taille du groupe sont dépendants de différents paramètres tels que la densité, la structure des âges et les caractéristiques du milieu de vie comme la nature du sol.

Les comportements sociaux entre membres d'un groupe, en particulier entre jeunes, mère et jeunes, femelles et mâles adultes, et femelles adultes entre elles, sont fréquents. Des comportements comme le léchage sont rares dans la nature et sont observés qu'entre la mère et ses jeunes, ou entre le mâle et la femelle d'un couple qui ont un lien social de longue date. Les comportements sociaux positifs entre mâles adultes sont inexistantes.

Le territoire d'un groupe de lapins est exclusif et défendu par le mâle dominant qui s'oppose aux tentatives d'intrusions d'autres mâles adultes non familiers. Les femelles adultes peuvent également défendre les limites du territoire contre des femelles voisines. Le comportement territorial peut dégénérer en combats impliquant des poursuites et des morsures aux limites du territoire. De plus, les individus du groupe marquent certains objets de l'environnement en frottant leur menton afin d'y déposer les sécrétions de la glande sous-mentonnaire. Des amas de crottes dures servent également à marquer les limites du territoire.

La hiérarchie du groupe est établie au début du printemps par l'expression de comportements agressifs entre adultes de même sexe. Les comportements les plus typiques sont des poursuites sur de plus ou moins longues distances avec tentatives de morsures, ou des combats sévères constitués de sauts, morsures, coups et griffures portés avec les pattes arrières. Le mâle dominant a la priorité pour accéder aux femelles du groupe et peut ainsi engendrer presque toute la descendance. Les femelles, quant à elles, sont principalement en

concurrence pour l'accès à une rabouillère (terrier individuel secondaire) de bonne qualité pour mettre bas ou à un site avantageux pour la construire.

c-Comportement

Le comportement du lapin est directement en lien avec le territoire et l'habitat. L'exploration de l'environnement occupe une majeure partie de la journée. Lorsque le lapin est distrait par une source sonore ou visuelle, il présente une réaction d'alarme : il se redresse pour mieux la détecter. Son train postérieur reste au sol et le reste de son corps est vertical, oreilles dressées (position « en chandelier »).

La locomotion est très variable. Le bond est le moyen de déplacement le plus fréquent. L'ampleur des bonds varie selon la vitesse de déplacement de l'animal : de 0,6 mètre pour un déplacement à 7 km/h à 1,5 mètre pour un déplacement à 29 km/h. Les lapins peuvent également effectuer des sauts atteignant jusqu'à 1 mètre de hauteur. Le pas est rare et est adopté pour de petits déplacements très courts de l'ordre du centimètre.

Lorsque l'animal est apeuré, il exprime le comportement de stamping ou thumping, il frappe le sol avec ses deux pattes arrière, simultanément ou successivement. Ce comportement est suivi directement par la fuite de l'animal et déclenche immédiatement, chez tous les congénères avoisinants, une réaction d'alarme. En cas de douleur ou de peur, le lapin émet des cris très aigus en plusieurs vagues successives.

Le lapin dort 12 à 18 heures par jour. Deux phases de sommeil sont distinctes : le sommeil calme et le sommeil actif ou paradoxal. Pendant les épisodes de sommeil calme, le lapin peut être en position ramassée sur ses quatre pattes ou plus étirée, sur le ventre ou couché sur le côté.

Le lapin appartient aux espèces nidicoles. Ainsi, plusieurs jours avant le terme de la gestation la femelle élabore un nid protecteur. En milieu naturel, les femelles dominantes le font parfois dans des cavités de la garenne elle-même, alors que la majorité des femelles dominées construisent le leur autour, dans des terriers isolés. La construction du nid suit trois étapes. La femelle creuse individuellement la terre pour créer un abri clos et souterrain. Puis elle y ajoute des éléments végétaux récupérés. Enfin, elle récupère des poils qu'elle s'arrache. Cette construction permet une bonne isolation thermique pour les lapereaux. Immédiatement après la délivrance et après chaque allaitement, la lapine quitte le nid et rebouche avec de la terre l'entrée du terrier. Épisodiquement, si elle ne sent pas ses petits sous elle, elle peut enfoncer

son museau ou gratter avec ses pattes dans le nid pour localiser les lapereaux et signaler sa présence.

2-En élevage

La domestication et l'élevage ont conduit à limiter les interactions sociales et à faire évoluer certains comportements. Cependant, certains comportements restent inchangés entre le lapin domestique et son homologue sauvage.

a-Habitat

Le logement des lapins en cuniculture professionnelle est principalement un environnement clos plus ou moins grillagés. L'hygiène du logement est maintenue car le sol est ajouré afin de permettre l'évacuation rapide des déjections. Ces logements sont généralement dans des bâtiments dans lesquels la température est maintenue, si possible, entre 10 et 25 °C, l'optimum se situant entre 15 et 21 °C.

Depuis 2017, la réglementation européenne relative à la protection des animaux utilisés à des fins de recherche impose des nouvelles normes de logement : utilisation de cages de surface comprise entre 3 500 cm² (45 cm de haut) pour un ou deux lapins de plus de 10 semaines et de moins de 3 kg, et 5 400 cm² (60 cm de haut) pour un ou deux lapins de plus de 5 kg. Pour chaque lapin supplémentaire, une surface additionnelle de 3 000 cm² est demandée, jusqu'à six lapins inclus, et 2 500 cm² au-delà. Pour des lapines allaitantes avec portée, les mêmes dimensions sont requises avec un espace supplémentaire de 1 000 à 1 400 cm² pour la boîte-à-nid (nids artificiels mimant le nid naturel), en fonction du poids de la lapine.

b-Sociabilité

En élevage, les interactions sociales sont limitées. La femelle est seule, sauf lorsque les lapereaux sont présents. Ceci peut conduire à une forme d'ennui et d'isolement social. Afin de pallier cet inconvénient, un contact visuel et olfactif de différents individus à travers des grillages est mis en place dans la majorité des élevages.

Parfois, des groupes sont établis avec un mâle et quelques femelles. Une hiérarchie linéaire s'installe, le mâle étant un élément modérateur des interactions entre femelles. En effet, les logements collectifs de femelles posent des problèmes d'agressivité et de blessures. En termes de rentabilité, ceci a également des conséquences avec une diminution des taux de mise-bas et une augmentation de la mortalité au nid. Les lapereaux sont tués du fait de la concurrence

pour les nids, ou bien, si la hiérarchie s'installe, les femelles de rang inférieur ont de moindres performances reproductives.

Après le sevrage, les animaux futurs reproducteurs sont le plus souvent sexés et élevés en petits groupes de 2 à 8 individus jusqu'à l'âge de 11 à 14 semaines. Ensuite, l'isolement est rendu nécessaire car avec la maturité sexuelle, la concurrence s'installe et peut entraîner des variations dans l'accès à l'aliment.

c-Comportement

Certains comportements observés chez le lapin dans la nature ne le sont pas en élevage. Le lapin les modifie et/ou en exprime d'autres. On peut éventuellement parler d'activités anormales ou de stéréotypies liées à un environnement monotone. Par exemple, en élevage, le lapin mâchonne son aliment mais ne le ronge pas. Mais l'acte de ronger est déporté et peut également être dirigé vers le grillage de la cage. De plus, on estime à environ 50 minutes le temps consacré par le lapin à se toiletter en conditions naturelles. Ce temps est en moyenne supérieur à 3 heures en élevage, ce qui constitue sans doute une compensation liée au peu de temps passé à chercher de la nourriture et à manger. D'autre part, il est parfois noté en élevage que le lapin se redresse plus qu'en condition naturelle. Ce comportement reflète un état de stress chronique. Il est alors nécessaire d'identifier le facteur de stress impliqué (bruit anormal, problème d'alimentation, nuisibles dans le bâtiment) et de l'évincer.

D'autre part, l'élevage n'a pas fait perdre les comportements de nidification de la lapine. En effet, les femelles les expriment au sein de boîtes-à-nid ajoutées à l'intérieur ou à l'extérieur de chaque cage au minimum 2-3 jours avant mise-bas. Les lapines creusent parmi les éléments végétaux ajoutés par l'éleveur et y ajoutent leurs propres poils. En conditions d'élevage ou de laboratoire, la lapine ne peut pas reboucher l'entrée du nid à chaque visite à ses lapereaux. Cependant, il a été observé en condition semi-naturelle que la domestication et l'élevage n'a pas annihiler ce comportement et les femelles l'expriment quand les conditions le permettent. En pratique, l'allaitement est contrôlé et l'éleveur ferme, par une trappe ou une porte coulissante, l'accès à la boîte-à-nid. Cette pratique permet de « mimer » la situation naturelle d'allaitement. Sur le plan du bien-être animal, cela évite de multiplier les entrées/sorties dans le nid qui peuvent être source de blessures et de mortalité chez les nouveau-nés.

3-Chez les particuliers

a-Habitat

L'habitat du lapin en tant qu'animal de compagnie est très variable. Celui-ci s'adapte généralement à l'habitation du propriétaire. Selon une étude (Boddèle C, 2018) réalisée en 2018 les propriétaires de lapin, 38,8 % des animaux considérés vivent majoritairement dans une cage fermée, 10,4 % en parc, 46,3 % en liberté totale et 4,5 % en clapier extérieur. De plus, est considéré dans les conditions de liberté totale, la semi-liberté, un mode de vie consistant à laisser le lapin en liberté totale en présence du propriétaire et de le laisser dans un lieu de vie dédié, clos en son absence voire la nuit. Ceci révèle que la grande majorité des lapins de compagnie vivent en intérieur plus ou moins strict.

b-Sociabilité

Selon Boddèle (Boddèle C, 2018), 76% des lapins de compagnie ne sont pas en présence de congénères. Les interactions sociales sont ainsi très limitées.

De nombreux lapins de compagnie sont en présence dans leur habitat d'autres animaux tels que chiens, chats ou d'autres tels que furets, hamster etc. Il est noté par les propriétaires que les espèces cohabitent facilement ensemble, au gré de séances de surveillance et d'adaptation. Selon le biologiste Prescott : « Chez les animaux d'espèces domestiques (chiens, chats, lapins, poneys...), l'aptitude à établir des liens interspécifiques a été encouragée par la domestication ».

c-Comportement

De la même façon qu'en élevage, le lapin de compagnie ne peut pas exprimer certains comportements naturels. L'habitat en cage strict pose la question du comportement locomoteur et la possibilité de bondir, de se dresser à souhait. De même, si l'on prend l'exemple du comportement alimentaire, le lapin coupe les éléments arrachables (de type herbe) avec ses incisives puis les mâchonne. En intérieur, ce comportement peut être dangereux vis-à-vis des installations électriques et peut être dramatique pour l'animal (brûlure, électrocution...).

A contrario, il est beaucoup plus aisé de mimer les conditions naturelles chez les propriétaires qu'en élevage. Le fait de n'avoir que peu d'individus enlève les contraintes sanitaires

notamment. Des jeux, ou autre enrichissement sont mis en place afin de pallier les problèmes de stéréotypie.

Le comportement de reproduction au sens large est quasiment absent chez les lapins de compagnie. La majorité des individus vivant à plusieurs dans le même habitat sont stérilisés. Quant aux individus restant seuls, on estime que 84% d'entre eux sont stérilisés avant l'âge de 1 an. La principale raison demeure la prévention du comportement de marquage urinaire ou par des fécès qui peut se révéler gênante au quotidien.

Après cette présentation de l'anatomie, de la physiologie et des comportements du lapin domestique, nous allons développer l'Histoire de la domestication.

II-Evolution vers le lapin domestique

A-Origine et diffusion

Depuis l'origine, les populations sauvages sont communes en Europe. Les restes fossiles les plus anciens sont datés d'environ 6,5 millions d'années et ont été retrouvés en Andalousie.

Deux sous-espèces du genre naissent il y a environ 2 millions d'années : *O. c. algirus*, dans le sud-ouest de la péninsule ibérique et *O. c. cuniculus* dans le nord-est. Les deux sous-espèces demeurent aujourd'hui différenciées mais des échanges réciproques de gènes ont eu lieu au cours des périodes interglaciaires. Le deuxième groupe a donné la population de lapins domestiques. Cette sous-espèce est la souche de tous les lapins domestiques quelles que soient les nombreuses races et variétés, y compris les lapins nains.

Oryctolagus cuniculus cuniculus est donc à l'origine des populations de l'ouest de l'Europe. En France, la colonisation de l'espèce se déroule entre 800 000 et 128 000 avant J.C. au pléistocène moyen mais reste concentrée dans la partie sud. Le lapin devient un gibier de prédilection de la fin du paléolithique au mésolithique. Entre 7000 à 8000 avant J.C. jusqu'au Vème siècle après J.C. il représente même l'essentiel de l'apport carné en Provence. Pendant cette période, la répartition de la population de lapins reste inchangée et est en lien direct avec la végétation méditerranéenne et aquitaine.

Des changements majeurs opèrent au Moyen-Age : les limites géographiques de l'espèce sont bouleversées. La Loire est franchie au IXème siècle, elle était jusqu'alors une limite naturelle majeure. C'est ainsi que l'espèce se répand dans toutes les directions. La vitesse de propagation est variable : d'abord lente (500m/an) puis 4km/an en Europe du Nord. Parfois,

elle atteint les 8 km/an comme en Angleterre au XIIème siècle. L'intervention humaine dans cette diffusion demeure certaine notamment pour le franchissement des grands fleuves ou encore de la Manche.

B-Domestication et élevage

Le lapin commun n'a été domestiqué que tardivement contrairement à d'autres espèces telles que les bovins ou les équidés. De plus, le lapin est le seul animal d'élevage originaire d'Europe.

1-Première gestion de la population de lapins

Les premiers écrits mentionnant l'élevage du lapin sont ceux de Varon entre 116 et 27 av. J.C. Dans son œuvre, il préconise de garder les lapins dans des « leporaria », parcs murés dans lesquels on conservait aussi des lièvres et autres gibiers afin d'en faciliter la chasse. À cette même époque, les Romains ont adopté la consommation des laurices soient des lapereaux nouveau-nés (ou des fœtus). Les premières traces de consommation de laurices sont connues en Espagne par le peuple des Ibères. Au cours du Haut Empire Romain, le lapin a été l'un des symboles de l'Espagne, comme en témoignent par exemple les monnaies de l'époque (figure 15).



Figure 15. Monnaie Romaine, Face : l'empereur d'Hadrien, Pile l'Espagne assise tenant une branche d'olivier avec un lapin à ses pieds (cuniculture.info)

A partir de là, une exploitation intense du lapin a été décelée. En effet, aux environs de Montpellier dans un site gallo-romain du premier siècle après J.C., des restes de très nombreux lapins, principalement des jeunes de moins de 6 mois ont été retrouvés dans trois puits (figure16).



Figure 16. Vue de l'orifice d'un puit, travail de fouille à Latte près de Montpellier (Gardeisen et Valenzuela-Lamas,2004)

À la fin du Vème siècle, Grégoire de Tours mentionne le lapin dans l'Histoire des Francs (Rougeot Jean, 1981). Il reproche aux moines de consommer des laurices en temps de carême. Cette consommation était autorisée car « d'origine aquatique » au même titre que le castor, la loutre et les mammifères marins.

Selon Cécile Callou (Callou C, 2003), cette coutume pourrait avoir participé à l'essor de l'élevage de lapin sans toutefois y avoir pris une part immense car ce n'était pas une coutume retrouvée dans tous les monastères. Cependant, des écrits relatant la création de nids artificiels pour l'élevage de lapereaux par le clergé ont été retrouvés. En effet, en 1963, Zeuner décrit que pour obtenir facilement des laurices, les moines ont imaginé un système pour maintenir les lapines en captivité et accéder plus aisément aux nouveau-nés (Zeuner et al., 1963). L'élevage se répand dès le XIIème siècle avec comme preuve des écrits attestant l'échange de couples de lapins entre couvents. Par exemple le Comte de Vougrin donne en 1140 une garenne à l'abbaye de Saint Cybard d'Angoulême "afin que les moines aient un défens de tous animaux, c'est-à-dire lièvres, lapins, faisans, perdrix, en seigneurie et propriété" (Rougeot Jean, 1981).

De cette façon jusqu'au Moyen Âge, l'élevage reste en semi-liberté, dans de vastes espaces clos que l'on appelle des garennes et qui sont l'héritage des « leporaria ». La création des garennes est à l'initiative de la noblesse car seul groupe social possédant un droit de chasse à l'intérieur de ce système (figure 17). Par contre, la chasse reste libre en dehors des garennes pour le Tiers-Etats. Cependant, à partir du 10 janvier 1396, le roi de France Charles VI réserve l'exercice de la chasse exclusivement pour la noblesse dans les garennes et au dehors.

Il a été retrouvé plusieurs ordonnances royales des rois de France réglementant le développement des garennes. Ces dernières créaient des dommages et des dégâts lorsque des lapins s'en échappaient. Des captures de régulation sont effectuées avec des furets et des filets. Il est possible de relâcher les femelles et de ne laisser qu'un mâle pour 10 à 20 femelles. La chasse à l'arc est aussi pratiquée par les dames de la noblesse mais a l'inconvénient de réguler la population de lapins sans distinction de sexe. De plus, pour réduire l'incidence des dégâts, la limite des garennes est fixée par le placement de bornes à un jet de flèche des cultures les plus proches soit 150 à 200 mètres environ.



Figure 17. Chasse au lapin extrait des Taymouth Hours, Londres, vers 1330 (cuniculture.info)

Autour de l'an 1000, les premiers clapiers apparaissent dans les documents historiques. Des contrôles en dehors des garennes sont effectués surtout concernant les femelles.

C'est ainsi que jusqu'au XVIème siècle, les historiens parlent de cynégétisation plutôt que de domestication. Nous sommes dans des situations de gestion de population avant de parler de domestication sensus stricto.

2-Domestication

La domestication correspond par définition au passage du statut d'animal sauvage à celui d'animal domestique. Selon Digard (Digard P, Coen DM, 1990), le processus de domestication affecte souvent une espèce de manière transitoire et réversible, avant qu'elle ne l'affecte de manière généralisée et durable.

La domestication du lapin va faire apparaître de nombreuses races d'élevage. Les individus se différencient au gré de la sélection humaine. Des différences morphologiques sont observées entre le lapin domestique et son homologue sauvage. Par exemple au XVIème siècle, le lapin domestique est quatre fois plus gros que le lapin sauvage. Ceci est mentionné par Agricola à Vérone, en Italie (Rougeot Jean, 1981).

En 1605, Olivier de Serres distingue trois sortes de lapins : les lapins sauvages qui sont les plus « goûteux », les lapins de garenne plus « agréables au goût » et enfin les lapins de clapier « à la chair plus fade » (cuniculture.info). Ces trois types de lapins sont liés par des caractéristiques gustatives mais pas de façon évidente par leur génétique. Dans son ouvrage, « Théâtre d'Agriculture et Mesnage des Champs », il développe également la construction et la conduite des garennes et des clapiers. Ils conseillent de ne conserver qu'un mâle adulte pour vingt à trente femelles dans les garennes et de castrer les jeunes mâles afin d'améliorer la qualité de leur viande. De même, pour la reproduction des lapins élevés en clapier, il est recommandé de porter la femelle dans la cage du mâle et de pratiquer l'accouplement immédiatement après la mise-bas, de le surveiller, puis de ramener immédiatement la lapine avec ses petits. De cette façon, l'auteur pratique les saillies post-partum il y a plus de 400 ans.

Des précisions sont inscrites dans l'ouvrage de Charles Estienne écrit en latin en 1554 « Praedium rusticum ». Il est traduit, complété puis ensuite publié par son gendre Jean Liébault en 1625 sous le titre "L'Agriculture, Maison rustique". Il y est expliqué que l'élevage en clapier a pour objectif principal de compléter la gestion de la garenne. Effet, tout comme Olivier de Serres, ils expliquent qu'une femelle peut réaliser une portée tous les mois, alors que dans une garenne on ne peut compter que sur seulement 3 à 4 portées par an. Les mâles doivent être élevés dans des cases individuelles. Dans cet ouvrage aussi, la saillie post-partum est la méthode de reproduction conseillée pour les lapins de clapier. La proportion conseillée est de 1 mâle pour 8 ou 10 femelles, comme c'est toujours le cas de nos jours pour la saillie naturelle.

Le clapier a pour fonction de fournir les jeunes qui grandissent ensuite dans la garenne. Il est préconisé d'installer le clapier juste à côté de la garenne close et de ménager des petits passages entre le clapier et la garenne pour que les lapereaux puissent librement aller et venir tandis que les femelles trop grosses sont confinées au clapier. Les auteurs déconseillent fortement de placer des lapins de clapier adultes dans la garenne car ces animaux "endormis et pesants" sont rapidement victimes des animaux prédateurs.

Les lapins de clapier sont nourris par l'Homme mais ceux de la garenne le sont également. Olivier de Serres précise que des branches de saule ou des sarments de vigne peuvent être donnés aux lapins en période hivernale. A la lumière des connaissances du XXIème siècle, cela constitue une bonne source de fibres à une période de l'année où la plus forte proportion

de céréales dans l'alimentation des lapins, consécutive à la raréfaction des fourrages frais, rendait la ration moyenne pauvre en fibres.

Il faut aussi signaler un autre usage du lapin : avec la renaissance des lapins sont aussi élevés comme animaux de compagnie compte tenu de la facilité avec laquelle ils s'appriivoisent. L'élevage en clapier est le moyen d'observer aisément l'apparition naturelle de variants de couleur. Il est facile de sélectionner des lapins ayant une couleur différente de celle des lapins sauvages qui ont, eux, un pelage agouti à ventre blanc. Ces lapins de nouvelles couleurs sont élevés dans les châteaux comme animaux de compagnie (figure 18).



Figure 18. Deux lapins dans l'intérieur d'une maison, Vittore Carpaccio, 1505-1508
(cuniculture.info)

Au cours du XVIIème siècle et jusqu'à la première partie du XIXème siècles, les méthodes d'élevage pratiquées étaient celles de la renaissance pratiquement sans modification. Les ouvrages d'agriculture de cette période sont souvent réédités. Au début du XVIIème siècle, selon les livres de compte de la maison du Roi, un lapin se vend au détail à Paris environ 2 voire 3 livres, alors que pour cette somme on peut acheter environ 6 kg de pain. En comparaison, un ouvrier qualifié touche 1 à 1,5 livres par jour. De cette façon, seule la population aisée peut manger du lapin.

Au cours de cette période néanmoins, on s'intéresse à la biologie du lapin. Des auteurs tels que Buffon dans son Histoire Naturelle (1754), Diderot et d'Alembert dans l'Encyclopédie

(1765) ou encore Valmont-Bomare dans *Universel d'Histoire Naturelle* (1800) dressent une synthèse des connaissances de l'époque.

Au cours du XIX^{ème} siècle, la population rurale commence à fortement migrer pour travailler dans les nouvelles industries urbaines. Dans le jardin souvent annexe au logement, les ouvriers implantent alors des petits élevages de volailles et surtout de lapins. En effet, ces animaux permettent de valoriser les sous-produits de la cuisine et une partie de la production végétale des jardinets (figure 19). Il n'est alors plus question de garennes. Les lapins sont élevés dans de petites cages. Les peaux produites par tous ces lapins sont généralement récupérées par les chiffonniers passant régulièrement collecter des peaux chez les particuliers.



Figure 19. Détail d'un tableau de Krimmel, 1812 (wikiart.org)

La deuxième moitié du XIX^{ème} siècle a été celle des premières créations de race de lapins. A la fin de ce siècle plusieurs dizaines de race sont stabilisées telles que le Géant des Flandres ou le Bélier Français.

Au XX^{ème} siècle, les choses s'accroissent. Les éleveurs sélectionnent et créent de nouvelles races par des croisements organisés. Par exemple le Géant Blanc du Bouscat est présenté pour la première fois en France en 1910 et le Blanc de Vienne la même année en Autriche après un travail de sélection à partir de lapins de type Hollandais. Au milieu du XX^{ème} siècle, les standards de race des différents pays européens ou des USA comptaient chacun 30 à 40 races pures.

Enfin, à partir des années 50, il y a mise en place d'un élevage cunicole moderne fondé sur l'exploitation des connaissances scientifiques établies par des organismes de recherche tels que le centre fédéral de recherche spécifique au lapin à Fontana en Californie.

D'un point de vue législatif, il faut attendre l'arrêté du 11 août 2006 établissant la liste des animaux domestiques pour que les races domestiques du lapin, *Oryctolagus cuniculus*, soit officiellement reconnues comme domestiques. Cet arrêté du 11 août 2006 fixe la liste de toutes les espèces, races ou variétés d'animaux domestiques.

3-Evolution génétique

La sélection animale existe depuis les débuts de la domestication soit il y a environ 12 000 ans. C'est Mendel au XIX^{ème} siècle qui définit la manière dont les gènes se transmettent entre générations. En 1937, Lush expose une théorie générale de l'amélioration génétique des animaux d'élevage qui s'applique à la transmission héréditaire des caractères de production et à l'estimation de la valeur génétique des reproducteurs ou aux effets de la sélection. Dans les années 60, les outils informatiques améliorent énormément l'efficacité des programmes d'amélioration génétique. Ces méthodes sont appliquées au lapin domestique dès les années 70. Des travaux pionniers voient le jour à l'INRA de Toulouse. De plus, le lapin est une espèce qui, par son faible intervalle entre générations, permet un progrès génétique assez rapide. Le faible coût d'entretien de population de lapins est aussi un avantage pour des études de méthodologie génétique.

Nous pouvons prendre un premier exemple d'une sélection génique qui s'est faite afin de faciliter la domestication. Nous pouvons parler de la perte de la capacité de « fuite face à un prédateur ». En effet, en 2014, Carneiro prouve que c'est l'accumulation de variations génétiques, à petits effets mais sur de très nombreux gènes au cours de la domestication, qui a progressivement inhibé cette aptitude (Carneiro et al., 2014). Ceci représente l'un des changements les plus importants dans l'histoire évolutive du lapin et lui confère la notion de domesticité.

D'autre part, une sélection s'est opérée sur le pelage du lapin. En effet, les races sont souvent classées selon la couleur et la structure du pelage. Les variations sont gouvernées par six mutations de coloration, deux mutations de tacheté du pelage et quatre mutations de structure du pelage. Au XIX^{ème} siècle, il n'est toujours décrit que 5 couleurs principales chez le lapin (gris sauvage avec des nuances plus ou moins foncées, blanc, noir, tacheté noir et blanc et riche). Vient néanmoins s'ajouter le lapin Angora qui existe dans les 5 couleurs précédentes. A cette époque, les différents pays européens comptent plus de 60 couleurs différentes chez le lapin. Ce chiffre a depuis continué de s'accroître.

Prenons l'exemple de la fourrure du lapin rex donnant à la fourrure des poils plus courts, plus compacts et plus doux. La mutation causale de ce caractère a été identifiée par Diribarne en 2011 (Diribarne et al., 2011). Il s'agit d'une délétion d'une base nucléotidique dans l'exon 9 du gène LIPH se traduisant par une protéine LIPH tronquée. Le niveau d'expression de LIPH dans la peau et le follicule pileux est trois fois plus faible chez les rex que chez le lapin commun. De même, les lapins satins ont une fourrure brillante et lisse, plus douce et soyeuse que celle d'un lapin commun. Ce caractère est dû à une mutation récessive observée pour la première fois en 1930 (Diribarne et al., 2011).

Ainsi, bien que la variabilité génétique des races de lapins reste élevée en comparaison à d'autres mammifères domestiques, le processus de domestication et la création des races se sont accompagnés d'un appauvrissement génétique de l'ordre de 21 % (Garreau H, Gunia M, 2018).

C- Apparition de lignées

Une lignée de lapin, ou souche, correspond à un ensemble relativement homogène d'animaux soumis à une sélection continue et dirigée dans une orientation précisée à l'avance, dans un milieu donné et en troupeau fermé. Les lignées sont caractérisées par l'origine raciale et le nombre des reproducteurs, l'année et le mode de constitution, les critères de sélection et un certain niveau de performances.

Une dizaine de races sont répertoriées au milieu du XIX^{ème} siècle notamment le Bélier, l'Angora, le Blanc de Chine (aussi appelé Russe ou Himalayan), le Nicard et le Géant. Dans la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle, en France, des éleveurs amateurs multiplient les souches d'agrément, le nombre de races nouvelles ne cesse de s'accroître. A partir des quelques races citées précédemment et de leurs croisements entre elles ou avec des populations fermières de nouvelles lignées sont développées.

Il faut attendre la fin du XIX^{ème} siècle pour disposer de données plus complètes sur les races de lapins, leurs origines et leur description détaillée (ffc.asso.fr) avec notamment les ouvrages de Darwin (1879), Knight (1881), Cornevin (1897) et Meslay (1900). C'est à partir de ses ouvrages que le lapin est classé en fonction de la taille notamment et les dénominations lourde, moyenne, légère et naine apparaissent.

Pour les lapins grands ou de taille moyenne, la sélection est généralement faite sur la production de viande. Cette sélection privilégie la masse et la conformation corporelle sans tenir grand compte des capacités productives. Au contraire, pour les lapins de petit format l'objectif de la sélection est surtout la création et la stabilisation de lapins de couleurs aussi variées que possible ou de conformation originale. Concernant les animaux destinés à la recherche animale, des lignées sont apparues tardivement. Les critères de sélection se sont principalement accrus sur la prolificité de l'animal.

Aujourd'hui, il existe quatre types de races de lapins :

-les races primitives ou géographiques, à partir desquelles se sont différenciées toutes les autres. Elles sont directement issues des lapins sauvages.

-les races obtenues par sélection artificielle à partir des précédentes. Par exemple : Fauve de Bourgogne, Néo-Zélandais Blanc, Argenté de Champagne.

-les races synthétiques obtenues par croisement raisonné de plusieurs races. Par exemple : Géant Blanc du Bouscat, Californien.

-les races mendéliennes, obtenues par fixation d'un caractère nouveau, à détermination génétique simple, apparu par mutation. Par exemple : Castorrex, Satin, Japonais, Angora.

Les races peuvent aussi être classées en fonction de leur taille adulte. Cette dernière est souvent en rapport avec des caractères de production : précocité, prolificité, vitesse de croissance, vitesse d'atteinte de l'état adulte.

Ainsi, le lapin est devenu un animal domestique prisé et élevé pour sa chair, sa fourrure ou comme animal de laboratoire ou animal de compagnie.

III-Sélection génétique et standards de race

A-Vers le lapin élevé à des fins expérimentales

Les premières expérimentations utilisant le lapin remontent au XVIIIème siècle. Les lapins commencent à être utilisés dans le domaine ophtalmologique, pour être ensuite utilisés comme modèle d'investigation pour les études pharmacologiques de transfert placentaire de médicaments, de métabolites et de stéroïdes.

Le lapin a été aussi utilisé précocement pour étudier l'appareil de la femme car la placentation est similaire entre l'Homme et la lapine.

Trois races sont préférées par les scientifiques : le néo-zélandais, le hollandais et le bélier.

Le clonage du lapin a été pour la première fois réussi en 2002 à partir de cellules adultes (Chesné P et al., 2002).

En 1995, dans le monde, environ 1,5 million de lapins ont été utilisés comme animaux de laboratoire en 1995. Ceci reste une valeur modeste en comparaison de ceux d'autres animaux utilisés pour les mêmes fins.

Actuellement, les pays qui utilisent cette espèce à des fins scientifiques sont l'Allemagne et les Etats-Unis avec 300 000 lapins chacun. Puis viennent le Japon, le Canada et la Chine.

B-Vers le lapin de chair

Différentes caractéristiques ont été sélectionnées par éleveurs et scientifiques dans le but de rendre l'élevage du lapin de chair plus rentable. Les élevages cherchent à obtenir des animaux fertiles, prolifiques, qui assurent une bonne croissance des lapereaux grâce à une production laitière correcte. Ils cherchent également à obtenir des lapereaux qui aient une croissance rapide, un niveau correct de gras et une haute teneur en muscle de la carcasse. Nous parlerons dans cette partie en particulier de la sélection du caractère maternelle.

1-Sélection en production

En mars 1928, le centre fédéral de recherche spécifique au lapin en Californie voit le jour. Il a fonctionné jusqu'en 1965 date à laquelle il a fermé pour cause de restrictions budgétaires. Les travaux qui y ont été conduits pendant presque 40 ans ont été publiés surtout dans les années 50 et au début des années 60. Ces travaux ont mis en avant 3 éléments majeurs qui sont aujourd'hui les éléments initiaux de l'élevage moderne :

-l'élevage sur grillage

-l'alimentation granulée qui permet de fournir une ration complète que les lapins ne peuvent pas trier

-les lapins de race néo-zélandais blanc et californien sélectionnés pour leur productivité et pouvant être élevés sur grillage

En Europe, l'élevage actuel du lapin s'est développé à partir du tout début des années 1960. Des travaux de recherche spécifiques ont été conduits en France, à l'INRA, dès cette époque et également dans les universités italiennes, puis rapidement en Belgique, en Espagne et enfin dans un grand nombre de pays de l'Europe de l'Ouest. Des travaux ont également été conduits dans l'Ex-URSS ainsi qu'en Hongrie et en Pologne.

Ainsi, dès 1961, le ministère français de l'Agriculture a missionné l'INRA de Toulouse pour sélectionner et diffuser des souches à forte prolificité. Selon Rochambeau (Rochambeau et al., 1989), six souches ont ainsi été créées à partir d'animaux de races pures provenant de France et des États-Unis. Une expérience de croisement réalisée entre 1970 et 1972 a abouti au choix de deux d'entre elles pour les utiliser en croisement afin de produire une femelle parentale métisse : la souche A1077, d'origine néo-zélandaise blanche et la souche A2066 d'origine grand-russe et californienne. Ce programme public de diffusion, arrêté en 2008, a remporté un franc succès puisque la Fédération Nationale des Eleveurs de lapins de chair (Fenalap) estime à 66 % la proportion de femelles issues du croisement entre les deux lignées Inra élevées en élevage de production soit environ 800 000 lapines.

En outre, la plupart des lapins utilisés pour la production commerciale de viande appartiennent à des lignées hybrides, provenant de croisements entre plusieurs races, et issues de schéma de sélection. La race la plus utilisée est sans conteste la race néo-zélandaise, ou du moins une population de lapins albinos fortement apparentés à cette race.

2-Sélection du caractère maternel

Ici, le principal objectif est d'améliorer le nombre de lapereaux sevrés par la lapine et/ou la productivité numérique au sevrage. La productivité numérique est le produit du nombre de portées sevrées par an, du nombre de nés vivants par portée soit la prolificité et du taux de survie des lapereaux entre la naissance et le sevrage. La prolificité peut elle-même se diviser en plusieurs composantes : le taux d'ovulation, le taux de fertilisation des ovules, la survie embryonnaire et la survie périnatale. L'héritabilité des caractères maternels est généralement faible limitant l'efficacité de la sélection (tableau 3).

Caractère	Héritabilité	Référence
Fertilité	0,05 à 0,07	Piles <i>et al.</i> , 2005
Taux d'ovulation	0,16 à 0,24	Mocé et Santacreu, 2010
Prolificité	0,07 à 0,11	Mocé et Santacreu, 2010
Durée de la carrière reproductive	0,17 à 0,19	Piles <i>et al.</i> , 2006

Tableau 3. Présentation de l'héritabilité de quelques caractères maternels (selon Gidenne, 2015)

Deux approches expérimentales ont été mises en avant pour améliorer la prolificité chez les femelles. La première consiste à sélectionner le nombre maximal de fœtus qu'une lapine peut porter lorsque le taux d'ovulation n'est pas un facteur limitant. Des lapines hémiovariectomisées ont été utilisées permettant de doubler le taux d'ovulation de la corne utérine restante. La seconde approche sélectionne le taux d'ovulation en le mesurant par endoscopie. Cependant, dans les deux cas, la prolificité n'est pas supérieure à celle obtenue en sélectionnant directement la taille de portée.

Concernant la survie des jeunes, la sélection a été faite pour accroître la moyenne des poids à la naissance avec les travaux de Loussouarn et Garreau en 2013 (Loussouarn V, Garreau H, 2013). Lenoir, en 2013 s'est appliqué à sélectionner le poids du plus petit lapereau de la portée (Lenoir G et al., 2013). Ces deux approches ont été appliquées dans les schémas de sélection français.

3-Sélection de la résistance aux maladies

Il est possible de sélectionner les lapins sur leur résistance aux maladies. Les caractères de résistance aux maladies sont fondés sur l'observation de signes cliniques et sur l'autopsie des animaux pour identifier des lésions sur différents organes. Il est important de noter que l'identification de la maladie ou de son étiologie n'est pas nécessaire pour sélectionner la résistance des animaux à celles-ci.

Du point de vue pratique, les animaux fréquemment malades ou moribonds ne sont pas utilisés comme reproducteurs. En effet, en plus du danger qu'ils représentent en tant que source de contamination dans le cheptel, ils sont à même de transmettre à leur descendance leur plus grande sensibilité aux maladies.

Par exemple, un effet génétique du père a été mis en avant sur la résistance aux troubles digestifs de ses descendants. Ces effets peuvent être non spécifiques car induits par un régime

pauvre en fibre ou bien spécifiques (résistance à la coccidiose). Les animaux génétiquement plus résistants ont souvent un meilleur poids et un meilleur rendement en carcasse selon Hervé Garreau (Garreau et al., 2008).

Ainsi, des lignées sélectionnées pendant plusieurs générations, sur la résistance aux troubles digestifs ou sur la longévité, présentent une moindre mortalité liée aux troubles digestifs.

C-Vers le lapin élevé pour les fourrures

L'utilisation de la fourrure du lapin s'est rapidement développée au XIX^{ème} siècle comme produit dérivé de la viande. Comme dit plus haut, à cette époque, des marchands se rendent chez les particuliers afin de collecter des peaux. Ces dernières sont ensuite tannées pour produire un cuir assez souple utilisé par la chapellerie pour fabriquer du feutre.

En effet, la chapellerie française consomme au début du XIX^{ème} siècle environ 15 millions de peaux par an. Les peaux à poil long des lapins angoras sont particulièrement recherchées.

Dans les années 1970, la valorisation des peaux constitue encore le bénéfice des abattoirs. Les peaux ont alors deux utilisations. Les poils sont séparés mécaniquement de la peau sont filés puis utilisés pour « diluer » le poil angora. Le cuir est quant à lui utilisé pour fabriquer de la colle ou de l'engrais.

Au cours du XX^{ème} siècle se développent le lapin rex caractérisé par une mutation génétique qui fait qu'il ne possède que du sous-poil. Ils possèdent donc une fourrure douce et soyeuse. La création d'une souche appelée Orylag par l'INRA a permis la production de cette fourrure à grande échelle et elle est encore aujourd'hui utilisée pour la confection de produits de luxe. Le poil des lapins angoras, qui en raison d'une mutation génétique est particulièrement long, est lui aussi rapidement utilisé par l'industrie textile.

En effet, l'amélioration génétique de la production de fibres et de fourrures chez le lapin est fondée sur des schémas de sélection de races pures spécialisées : le lapin de race Angora porteur homozygote de la mutation ll pour la production de fibres, et le lapin rex porteur homozygote de la mutation rr pour la production de fourrures.

Il existe deux types de lapin Angora produisant des toisons aux caractéristiques différentes, résultant d'une sélection adaptée à la méthode de récolte de la toison par tonte ou par dépilation : le type français produisant un poil long et jarreux, principalement élevé en France, et le type allemand produisant un poil laineux plus court, élevé dans les autres pays dont,

principalement, la Chine. Le lapin Angora produit 1,2 à 1,5 kg de poil/an avec une récolte toutes les 10-12 et 14-15 semaines respectivement chez les lapins Angora de type allemand et français.

Concernant le lapin rex, il est élevé spécialement pour la production d'une fourrure. Le développement s'est fait à partir de 1919 jusque vers 1950. L'amélioration du lapin rex a eu pour objectif une production à double finalité : pour la fourrure et pour la viande.

Le principal obstacle à la production de fourrure de qualité est l'âge de l'abattage : la peau doit être de taille assez grande, entièrement mature et ayant une densité élevée de fourrure. Les animaux sont abattus à un âge de 20 à 30-35 semaines d'âge.

Les caractères d'intérêt pour améliorer la production de fourrure sont nombreux. La maturité de la fourrure et la progression des mues sont évaluées en observant l'extension et l'intensité de la pigmentation bleue de la peau, un indicateur de l'activité des follicules pileux et de la croissance de poils. La composition, la structure et la densité de la fourrure sont des caractères importants déterminant la douceur et la compacité d'une fourrure. La compacité de fourrure, qui correspond à la densité des fibres peut être évaluée par maniement du pelage ou mesurée à l'aide d'un compacimètre. Selon les travaux de Vrillon en 1998 et Thébault en 2000, la sélection effectuée sur les caractéristiques du pelage rex a considérablement amélioré la production de fourrure.

D-Vers le lapin de compagnie

Le lapin de compagnie est lui aussi issu de la sélection au sein d'élevages. Il faut rappeler que tous les lapins domestiques sont issus du lapin européen, *Oryctolagus cuniculus*. Le lapin a été sélectionné également comme animal d'agrément, animal de compagnie ou de concours.

Généralement les lapins de compagnie sont de plus petites tailles, inférieurs 1,5 kg, moins prolifiques et plus fragiles vis-à-vis des éléments extérieurs.

Le lapin nain de compagnie de pure race possède des caractères physiologiques qui diffèrent de son homologue de production. Il possède une tête plus ronde, des pattes plus courtes et des oreilles généralement plus courtes également.

1-Origine

L'origine du lapin nain de compagnie provient seulement d'une race : le Polonais ou l'Hermine. En effet, comme son nom l'indique, il est blanc comme l'hermine.

Le premier standard français du lapin hermine est établi en 1910 par le Club des Éleveurs de Lapins. Ce standard a été ensuite adopté le 17 janvier 1921 par la Commission des Standards de la Société Française de Cuniculture. En 1940, est créé le premier vrai lapin nain.

La sélection se fonde essentiellement sur la petitesse de la taille et conduit à la sélection d'une faible prolificité.

2-Races stabilisées

Aujourd'hui 10 races naines sont reconnues par la Fédération Française de Cuniculture.

La première comme décrite précédemment est l'hermine ou le polonais, race blanche, à oreilles droites et très courtes. Il pèse entre 1 et 1,25 kg. Plusieurs variétés existent comme l'hermine aux yeux bleus ou hermine de Saxe, l'hermine de Lutterbach, blanc à oreilles panachées.

Ensuite vient le nain de couleur, race issue du polonais mais qui admet de nombreuses variétés au pelage agouti, unicolore, argenté, himalayen ou multicolore. Ces variétés sont déclinées dans différentes couleurs : noir, blanc, bleu, gris, brun, havane, crème, écru... mais aussi en fonction de leurs aspects : feu, cendré, chinchilla, loutre, lynx, martre, chamois, siamois, dalmatien...

Le nain cendré écru est une race très rare, issue du croisement d'un nain de couleur chinchilla et d'un nain de couleur agouti brun.

Le nain bélier est, quant à lui, une race issue du croisement de lapins nains avec des lapins béliers. Du nain de couleur, il a hérité la taille réduite et les nombreuses variétés colorées. Du bélier, il a les oreilles tombantes et une taille un peu plus grosse que les autres lapins nains soit entre 1,4 et 1,7 kg.

Le nain bélier rex, race assez rare, est issu du croisement de lapins nains béliers avec des lapins rex. Il allie le standard des premiers avec le pelage semblable à du velours caractéristique des rex.

Le nain angora, race peu répandue, est issu du croisement de lapins nains avec des lapins angoras dont il a hérité l'aspect « boule de poil ». Cette race est un peu plus grosse que les nains classiques avec un poids allant de 1,2 à 1,5 kg. Plusieurs variétés de couleurs existent.

Le nain renard est une race issue du croisement de lapins nains et avec des lapins renard, c'est-à-dire au pelage plus long et luisant. Cette race admet plusieurs variétés de couleurs avec des poils de 3,5 à 5 cm et se situe entre 1,1 et 1,35 kg.

Le nain rex est peu répandu. Il est issu du croisement de lapins nains avec des lapins rex, dont ils ont le pelage semblable à du velours. Elle admet plusieurs variétés de couleur et un poids situé entre 1 et 1,5 kg.

Enfin le nain satin, peu répandu lui aussi est issu du croisement de lapins nains avec des lapins satin, dont ils ont le pelage brillant et soyeux. Il comprend également plusieurs variétés de couleur pour un poids situé entre 1 et 1,5 kg.

3-Races non stabilisées

Plusieurs races sont en expansion mais ne sont pas à ce jour stabilisées.

Le nain tête de lion doit son nom au fait qu'il possède un poil court et fin sur le corps et des poils longs sur la tête, ce qui lui dessine une crinière qui peut atteindre 10 cm de longueur. La plupart des individus pèsent entre 1,3 à 1,6 kg. Sa sélection provient du croisement entre un lapin nain de couleur avec un angora. Cette race est difficile à stabiliser.

Le bélier nain angora est une race de lapin nain en cours d'homologation en Belgique. On l'appelle très souvent "bélier nain teddy", traduction d'une appellation allemande "teddywidder". Il résulte du croisement entre un bélier nain et un nain angora.

Le nain fuzzylop ou cashemire possède des poils longs sauf sur la tête. Il ressemble au nain renard tout en se rapprochant du nain angora. Il est d'ailleurs issu du croisement entre ces deux races.

4-Appellations commerciales

Dans les animaleries principalement ou chez les éleveurs de lapin de compagnie, plusieurs appellations commerciales sont de mises. Il est important de le notifier car les lapins en vente sont souvent désignés par ces appellations plutôt que par leur race.

Il existe le mini-nain, extra nain ou lapin toy. C'est une appellation souvent utilisée par les animaleries ou par les particuliers pour désigner un animal de très petite taille.

Le nain bouclette, est un lapin rex nain au poil anormalement ondulé. Il n'est pas reconnu en tant que race stabilisée ni en cours de stabilisation.

Le nain nounours est une appellation d'animalerie ne correspondant pas à une race précise qui désigne un lapin tête de lion très poilu.

Le nain teddy, est l'appellation anglicisée du lapin nain angora. Nous retrouvons principalement cette appellation plutôt que celle de nain angora.



Figure 20. Exemple de races de lapin (planetanimale.com)

**DEUXIEME PARTIE : LE LAPIN, ANIMAL DE
LABORATOIRE, DE RENTE ET DE COMPAGNIE –
ACTUALITES EN FRANCE**

I-Animal de laboratoire – un outil pour les travaux de recherche

A-Généralités

L'étude des maladies humaines et la mise au point de nouveaux médicaments ne peuvent à l'heure actuelle se passer de l'utilisation de modèles animaux. Un animal doit posséder plusieurs caractéristiques pour être un bon modèle biomédical :

- Être de petite taille
- Avoir un temps de gestation court
- Être prolifique avec 5 à 10 petits par portée
- L'élevage doit être bien maîtrisé

Le lapin de par sa taille réduite et sa forte prolificité associée à un court temps de gestation possède les qualités requises pour être un bon modèle animal. Sa taille intermédiaire offre la possibilité d'effectuer des manipulations trop délicates sur la souris ou le rat, tout en restant facile à élever dans l'espace restreint d'un laboratoire. Le temps de génération court et la grande taille des portées permettent de diminuer la durée et les coûts des expérimentations. Enfin, l'élevage du lapin est bien maîtrisé. De plus, la physiologie et l'immunologie de cet animal ont été très étudiées (Manning et al., 1994).

Le lapin de laboratoire est un modèle de choix depuis des années. En effet, le premier transfert d'embryon a été réalisé par Walter Heape en 1980 en utilisant des lapins (Gore-Langton R, Daniel S, 1999). Ce travail a permis un travail sur l'influence de l'environnement sur le développement de l'embryon.

Selon Yanni en 2004, le lapin Néo-Zélandais est le plus fréquemment utilisé (Yanni AE et al., 2004). D'autres souches sont employées telles que le Fauve de Bourgogne, le Californien, le Hollandais, et le Géant des Flandres blanc.

Le lapin fait l'objet d'un intérêt scientifique croissant comme le prouve l'augmentation du nombre de publications utilisant cette espèce comme modèle d'étude dans des disciplines diverses (génétique, physiologie, éthologie, neurosciences, médecine, etc.). Les travaux conduits sur cette espèce sont parfois directement comparables et généralisables à d'autres espèces animales, voire à l'Homme. Ils permettent donc une meilleure compréhension du

vivant. Depuis plusieurs années, le lapin fait également l'objet de nombreux travaux visant à améliorer son bien-être en élevage.

Le lapin est en particulier très largement utilisé pour les recherches biomédicales et pour la recherche en industrie biopharmaceutique. Le marché européen de la production d'anticorps de lapin est estimé à trois milliards d'euros tandis que plus de 400 000 lapins sont utilisés comme animaux de laboratoire chaque année en Europe.

Le lapin est aussi un très bon modèle pour certaines maladies humaines (obésité, asthme, tuberculose) en raison d'une plus grande proximité génétique et embryologique avec les primates que les rongeurs. Les domaines scientifiques utilisant l'espèce sont très larges : ophtalmologie, pharmacologie, maladie cardiovasculaire, pathologie ostéoarticulaire et respiratoire, oncologie, diabétologie, hypertension, athérosclérose, arthrose, infection à papillomavirus ou encore gynécologie. Une étude en 2004 a recensé les différents domaines de recherche utilisant le lapin (figure 21).

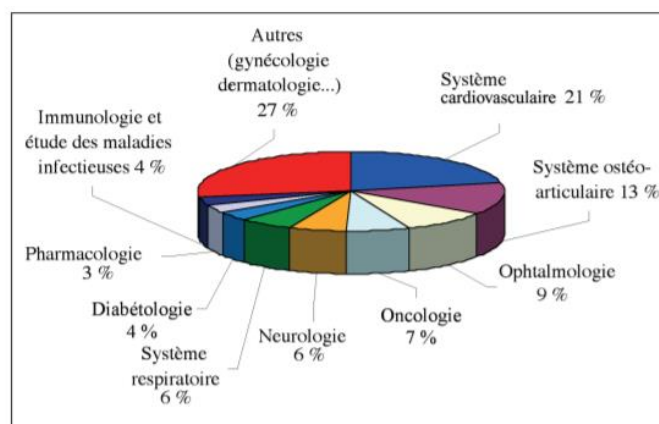


Figure 21. Domaines de recherche utilisant le lapin, réalisé à partir de 585 références répertoriées sur PubMed en 2004 (Dewree R, Drion P, 2004)

Ces chiffres évoluent dans les années 2010. En effet, en 2016, en termes de statistiques sur l'utilisation des animaux à des fins scientifiques en France, 1,9 million d'animaux ont été utilisés. Parmi eux, 1 145 000 souris soit 59,6%, 307 000 poissons de toutes espèces soit 16%, 172 000 rats soit 8,9%. Le lapin se place en quatrième position avec 118 000 individus soit 6,1%. Viennent ensuite les poulets (2,9%), les cochons d'inde (2,3%). Les autres oiseaux, chiens, primates non humains et chats, minoritaires, représentent respectivement 0,7%, 0,2%, 0,18% et 0,05%. Les animaux utilisés sont très majoritairement originaires de l'Union Européenne (97,2%). Les animaux proviennent d'élevages, de fournisseurs agréés ou sont

issus directement de l'établissement qui les utilise. Enfin 41,5% des lapins utilisés sont issus d'une lignée génétiquement modifiée. Ces modifications peuvent être de différentes natures : mutation spontanée, dirigée, transgénèse, etc.

B-Le lapin en tant que modèle d'étude actuel

La physiologie générale des lapins est similaire à celle de l'Homme. Tout comme les souris et les rats, les lapins souffrent de nombreuses maladies « équivalentes » à celles de l'Homme. Par exemple, les lagomorphes sauvages mais aussi domestiques sont touchés par la maladie hémorragique virale du lapin dont les symptômes sont comparables à ceux provoqués par le virus Ébola chez l'Homme. Les animaux infectés contractent une forte fièvre et souffrent d'hémorragies mortelles. En conséquence, le lapin est un modèle de choix pour permettre de mieux appréhender certaines maladies.

1-Le lapin : modèle en toxicologie

Depuis la fin des années 1930, le lapin est souvent utilisé pour les tests de toxicité et de sécurité en recherche et dans l'industrie pharmaceutique. Comme mentionné plus haut, sa petite taille rend son élevage possible dans un espace restreint et minimise la quantité de réactif à tester. Il est néanmoins assez grand pour pouvoir visualiser de petites irritations ou observer des fœti.

Le lapin est hypersensible aux agents tératogènes et sa réponse à ces agents est très semblable à celle de l'homme contrairement à la souris. De nombreux types de tests dermatologiques ont été réalisés sur le lapin : évaluation de l'irritation ou de la corrosion dermique d'un produit, tests de phototoxicité pour évaluer les interactions entre un produit à tester et les ultraviolets et tests de comedogénicité (Anderson et Henck, 1994). Une autre illustration est celui des expériences de laboratoire pour la fabrication de préparations à base de toxine botulique, utilisées pour éliminer les rides du visage.

Parmi les exemples d'utilisation du lapin en pharmacologie, on peut distinguer les essais précliniques de photodithazine utilisée en oncologie en Russie et en Biélorussie, en 2019 (Turbanova et al., 2019). Cette molécule vise les cancers du nasopharynx et certains sarcomes. En effet, la thérapie photodynamique est une technique de traitement de certains types de cancer basée sur l'association d'un photosensibilisateur (ici la photodithazine), de lumière et d'oxygène ayant pour objectif la mort des cellules tumorales grâce à leur sensibilisation photochimique.

Le lapin est le seul animal utilisé dans les tests de pyrogénicité. Ce test est un indicateur majeur dans la sécurité des médicaments notamment les injectables et les perfusions. Le test est effectué pour identifier les pyrogènes. Les pyrogènes provoquent un état fébrile lorsqu'ils sont injectés dans le corps. Pour ces essais, les lapins sont sélectionnés car ils sont particulièrement sensibles aux agents pyrogènes, sensibilité proche de celle de l'Homme.

2-Le lapin : un outil en biotechnologie

Bien que le lapin ait été considéré comme une espèce difficile à cloner, les premiers lapins clonés ont été obtenus par une équipe de l'INRA de Jouy-en-Josas dirigée par Jean-Paul Renard en 2002 (Chesné P et al., 2002). Les embryons de lapins ont été produits par électrofusion d'oocytes énucléés et de noyaux de cellules du cumulus. Ces résultats contribuent à étendre l'utilisation du modèle lapin pour la recherche biomédicale. Actuellement, seul le clonage de femelles est au point.

Le lapin peut être utilisé comme modèle pour développer des outils de transgénèse, comme l'étude du gène codant la Green Fluorescent Protein sous la dépendance du promoteur ubiquitaire EF1-alpha (Boulanger et al., 2002). D'après les travaux de Boulanger en 2002, quand il est observé sous éclairage ultra-violet avec un filtre jaune, il est possible de visualiser les parties de l'animal dans lesquelles est exprimée la GFP et d'analyser les avantages et les limites du promoteur ubiquitaire EF1-alpha.

Notons également que les scientifiques ont pu améliorer le lapin de laboratoire en utilisant le génome d'autres espèces comme la souris. Certains ont isolé un gène responsable de l'immunité contre le virus de l'hépatite B à partir de l'ADN de souris et l'ont introduit dans l'ADN d'embryons de lapin, ce qui a permis d'obtenir des lapins résistants à cette infection (Sinovac M, 2011). L'utilisation de telles technologies pour obtenir des lignées de lapins aux propriétés entièrement nouvelles ouvre une page moderne sur l'utilisation du lapin dans la recherche scientifique.

D'autre part, la production d'anticorps par des animaux de laboratoire permet de détecter la présence ou l'absence d'une maladie et d'étudier les maladies infectieuses et l'immunologie. Les anticorps sont un élément essentiel du système immunitaire adaptatif, une partie du système immunitaire qui reconnaît spécifiquement un organisme étranger. Ce sont des molécules complexes pouvant être produites uniquement par le système immunitaire d'un animal vivant qui reconnaissent et se lient à des séquences protéiques très spécifiques.

Chez le lapin, les anticorps recherchés sont souvent récupérés dans le lait. Une lapine qui allaite peut produire jusqu'à 250 mL de lait par jour. En fonction du niveau d'expression du transgène, la concentration en anticorps obtenue varie de 1 à 10 g par litre de lait. En France, la société BioProtein Technologies produit des protéines complexes ou des protéines recombinantes dans le lait de lapines transgéniques.

En effet, plusieurs systèmes peuvent être utilisés pour produire ces protéines recombinantes : les bactéries, les levures, les cellules d'insectes, les plantes, les cellules de mammifères et les animaux directement. En fonction de la complexité de la protéine à obtenir, il est nécessaire de choisir le système le plus approprié. En effet, les bactéries, les levures et les cellules d'insecte ne peuvent réaliser les modifications nécessaires à l'activité biologique de certaines protéines à structure complexe, telles que les glycosylations ramifiées, la formation de ponts di-sulfure, les repliements et les clivages spécifiques des eucaryotes supérieurs. Les cellules de mammifère peuvent assurer ces modifications mais elles sont souvent fragiles, coûteuses et à faible rendement. Les animaux transgéniques sont donc une bonne alternative pour la production, à but thérapeutique, de protéines humaines complexes. Les protéines sont généralement exprimées dans les fluides physiologiques, ce qui facilite leur récupération. L'animal utilisé est souvent choisi en fonction de la quantité de protéines à produire. Le lapin, par sa taille intermédiaire entre celle des rongeurs de laboratoire et celle des animaux de rente permet d'obtenir des protéines en quantité raisonnable.

L'alpha-glucosidase humaine est la première protéine produite à partir de lait de lapin et testée sur l'homme (Van den Hout et al., 2001). Van den Hout et son équipe, en 2000 et 2001, ont produit et utilisé cette protéine pour soigner quatre patients atteints de la maladie de Pompe. Cette maladie génétique rare est due à un déficit en alpha-glucosidase et elle est particulièrement mortelle chez les nourrissons et jeunes enfants.

De nombreuses protéines recombinantes ont été produites à partir de lapins transgéniques dans un but thérapeutique pour des utilisations potentielles en médecine humaine, comme l'antitrypsine-alpha-1 humaine, l'érythropoïétine humaine ou l'hormone de croissance humaine (Fan et Watanabe, 2003).

Le principe est toujours sensiblement le même. La molécule cible est produite par le système immunitaire du lapin et l'évolution de la production est contrôlée en prélevant des petits échantillons de sang à intervalles réguliers. Dès qu'un niveau suffisant d'anticorps est produit, le lapin est placé sous anesthésie et son sang est prélevé. La présence d'une veine marginale à

l'oreille et la nature docile de l'animal rendent le prélèvement facile, en quantité raisonnable pour l'analyse.

Enfin la purification d'immunoglobulines de lapin est bien documentée notamment par l'étude de Stills en 1994.

Le lapin peut ainsi être considéré comme un magnifique bioréacteur. La production de molécules pharmacologiques par des lapins a été obtenue à partir de sang ou de lait. Des recherches sont néanmoins en cours afin de s'affranchir de l'utilisation de ces lapins.

3-Le lapin : modèle pour la recherche biomédicale

Le lapin est un modèle pour la recherche biomédicale principalement dans l'étude de l'athérosclérose et des papillomavirus, le lapin semblant plus pertinent que la souris. Il est aussi très intéressant pour la recherche ophtalmologique et en biologie du développement. Par ailleurs, l'utilisation de lapins transgéniques a été particulièrement bénéfique pour l'étude de certaines maladies humaines métaboliques ou génétiques.

Le lapin a été très utilisé pour étudier la physiopathologie et l'immunologie d'un grand nombre de maladies infectieuses d'origine virale comme les encéphalites provoquées par le HSV (Virus Herpes Simplex), étude menée par Weissenbock (Weissenbock et al., 1997). Les études sur le virus de l'immunodéficience humaine (VIH) ont également été menées avec des lapins, transgéniques, exprimant la protéine CD4 humaine (Boddèle C, 2018). Des études sur les maladies infectieuses d'origine bactérienne ont été réalisées notamment pour isoler des bactéries ne se multipliant pas sur milieu artificiel et tester les doses d'antibiotiques nécessaires, comme pour *Treponema pallidum*, responsable de la syphilis (Tantalo et al., 2005).

Notons aussi que par le passé, Louis Pasteur a utilisé des lapins pour mettre au point son vaccin contre la rage (pouurlascience.fr).

Concernant l'athérosclérose, cette maladie est la plus importante cause de mortalité dans les pays développés, avec une incidence d'environ 50 %. La maladie est caractérisée par l'infiltration de lipides, principalement du cholestérol, dans les vaisseaux sanguins et la formation d'un tissu fibreux appelé plaque d'athérome. La progression de la maladie est associée à un épaississement de la paroi des artères. Leur obstruction peut entraîner la mort par infarctus du myocarde. En 1908, Ignatowski mène des expérimentations chez le lapin pour

prouver le lien entre régime alimentaire et apparition d'athérosclérose. En les nourrissant avec des aliments riches en cholestérol, comme le lait, la viande et les œufs, il démontre qu'il existe une relation entre l'alimentation et la survenue des plaques d'athérome (Ignatowski, 1908). Le lapin possède un métabolisme lipidique plus proche de l'homme que la souris.

La lignée de lapins hypercholestérolémiques Watanabe est un modèle animal particulièrement apprécié pour l'étude de cette maladie. Le lapin Watanabe souffre de taux élevés et mortels de cholestérol en raison d'une anomalie génétique, ce qui met en lumière l'affection humaine potentiellement mortelle. Ces lapins sont généralement victimes de troubles cardiaques avant l'âge de deux ans. Une étude menée par Yamamoto explique que cette lignée d'animaux présente une délétion de 4 bases au sein du gène du récepteur de la lipoprotéine de basse densité qui affecte le transport de ce récepteur à la surface des cellules provoquant une hyperglycémie (Yamamoto et al., 1986). Ces lapins servent de modèles afin de pouvoir fournir de meilleurs traitements pour les enfants souffrants de cette maladie et pour les recherches générales sur les taux élevés de cholestérol. Différentes recherches ont eu recours à ces lapins, notamment le développement d'un foie artificiel pour enlever l'excès de cholestérol du sang d'enfants souffrants d'hypercholestérolémie (animalresearch.info.fr).

Il faut nuancer l'importance du modèle du lapin car d'autres animaux domestiques, comme le chien et le porc sont aussi utilisés pour étudier cette maladie. Des différences physiologiques peuvent limiter l'utilisation du lapin. En comparaison à l'homme, le lapin possède une déficience relative en lipase hépatique, enzyme nécessaire au catabolisme des lipoprotéines. De plus, le plasma de lapin contient 30 à 50 % de moins d'apolipoprotéine E que celui de l'homme. Enfin, chez le lapin les lésions d'athérosclérose se situent essentiellement dans l'arche aortique et l'aorte thoracique, contrairement à la maladie humaine où les lésions apparaissent au niveau de l'aorte abdominale (Fan J. Watanabe T, 2003).

Par ailleurs, le modèle lapin est apprécié pour l'étude des infections par les papillomavirus (Campo MS, 2002). En effet, le lapin européen peut être infecté expérimentalement par un papillomavirus et développer des lésions cutanées bénignes telles que des verrues ou malignes telles que des carcinomes. Ces infections reproduisent très bien les lésions cutanées associées aux papillomavirus chez l'Homme. Le lapin est un excellent modèle pour étudier les mécanismes de progression tumorale et de régression spontanée des lésions induites par ces virus. Dans ce contexte, le lapin est également un animal de choix pour expérimenter des stratégies vaccinales contre les infections à papillomavirus.

De plus, le lapin est aussi un modèle intéressant pour étudier l'activation du génome embryonnaire et les premières différenciations chez les mammifères. Selon Christians, la cinétique d'activation transcriptionnelle du génome chez le lapin est plus représentative de celle de nombreux mammifères, notamment l'Homme que ne l'est celle de la souris. Deuxièmement, la surface de l'embryon de lapin possède une croissance très rapide et permet un contact important avec le milieu extérieur permettant d'utiliser ce modèle pour l'étude métabolique des perturbations du développement liées à l'environnement (Christians E et al., 1994).

Le lapin est également un modèle excellent pour simuler la réponse du tissu humain au rayonnement produit par les lasers chirurgicaux. Il existe plusieurs exemples des avancées concernant les lasers, avancées rendues possibles par la recherche sur les lapins, notamment la chirurgie de l'œil et la dissolution de l'accumulation de plaques d'athérome sur les parois artérielles.

D'autre part, le lapin est un animal très apprécié pour la recherche ophtalmologique, de par son faible coût de production et d'entretien, son accessibilité, sa traçabilité et surtout parce qu'il possède des globes oculaires proéminents proportionnellement à sa taille. Les lapins albinos sont notamment utilisés dans les études sur les effets des médicaments, leurs yeux n'étant pas pigmentés. De plus, les lapins ont une intensité de larmoiement inférieure à celle des autres animaux permettant une action plus inhérente du médicament testé. Un exemple serait le test Draize, développé en 1944 aujourd'hui interdit. Un lapin était immobilisé après quoi une substance d'essai était appliquée sur la cornée de l'œil. Les modifications de la cornée et le pouvoir irritatif de la substance étaient alors observés. Le test de Draize pouvait également être effectué sur la peau des lapins, on parle alors de test d'irritation cutanée de Draize (figure 22).



Figure 22. Exemple d'expérimentation ayant utilisé le test de Draize, image d'archive (TB ScienceEDU, youtube, 2017)

Plusieurs alternatives à ce test ont été validées par l'ECVAM (Centre européen de validation des méthodes alternatives) en 1998, 2006 et 2007. Elles utilisent notamment de la peau humaine reconstituée et testent séparément la corrosion et l'irritation.

Ainsi le lapin est une espèce phare en recherche. Actuellement, son principal désavantage comme modèle animal est le faible nombre d'outils moléculaires pour étudier son génome. De tels outils sont indispensables pour connaître les gènes impliqués dans des maladies ou des caractères d'intérêt agronomique et enrichir la cartographie comparée des mammifères.

C-Le monde animal en déclin dans les travaux de la recherche

De nombreux arguments sont avancés afin de limiter l'utilisation des animaux tels que le lapin dans les travaux de recherche actuels. Une expérimentation animale reste au niveau du modèle animal. Combien d'expérimentations réussies chez les lapins n'arrivent pas à être transposées chez l'homme. Dans bien des essais expérimentaux, le passage à l'Homme a été un échec.

1-La difficulté de s'affranchir des barrières d'espèces

L'exemple le plus frappant est celui de la thalidomide. La thalidomide est une molécule conçue en Allemagne en 1954 et prescrite pour corriger les nausées des femmes enceintes. Cette molécule a été largement utilisée dans les années 50. En effet, les chercheurs l'ayant mise au point, ont affirmé que la thalidomide, même à très hautes doses, n'avait pas d'autres effets secondaires qu'un effet sédatif. Mais en 1961, le Docteur McBride, un gynécologue,

soupçonne la thalidomide d'être la cause de malformations de nombreux bébés. Les malformations peuvent être différentes selon les cas, on observe généralement les suivantes : absence de pavillons de l'oreille externe et surdité, malformations des muscles de l'œil et du visage, absence ou hypoplasie des bras, pouces avec trois phalanges, difformité du fémur et du tibia, malformations du cœur, de l'intestin, de l'utérus et de la vésicule biliaire (figure 23). Ces malformations qui causent souvent la mort prématurée du bébé dépendent du moment de la prise du médicament.



Figure 23. Image d'archive d'un enfant allemand atteint de malformation induite par la thalidomide (francetvinfo.fr)

En 1962, une autre enquête révèle la tératogénicité de la thalidomide (Lenz - Problems of Birth Defects, 1962). Les premiers essais avaient été réalisés sur des rats et les signes de toxicité infructueux. Or, dans cette étude, la toxicité fœtale de la molécule a été mise en évidence lors d'une expérience chez le lapin. Lors de cette étude, 150 mg/kg/jour de thalidomide sont administrés du 8 me au 16 me jour de gestation à quatre lapines. On remarque dans les portées des trois lapines un taux important d'individus malformés et mort-nés. Les malformations résultant de l'expérience sont similaires à celles observées chez l'Homme.

Le caractère tératogène de la thalidomide a été prouvé statistiquement par l'utilisation grandissante du produit qui coïncide avec la croissante du taux des malformations chez les fœtus. On a aussi retrouvé les mêmes résultats lors des expériences sur le lapin. On en a

conclu donc que la thalidomide est tératogène mais la tératogénicité n'est pas la même selon les espèces.

Malgré de nombreux tests, les malformations spécifiques que le principe actif de la thalidomide provoque chez l'humain ne peuvent être provoquées que chez certaines espèces animales comme le lapin néo-zélandais et une seule espèce de singe.

Cet exemple illustre le fait que quand bien même les essais sont fructueux avec des animaux de laboratoire, la barrière entre espèces est bien là et il est important de choisir correctement le modèle utilisé.

2-Le principe des 3R

Depuis des années, la communauté s'intéresse aux problèmes éthiques posés par l'expérimentation animale et à l'élaboration de méthodes alternatives. Ainsi, dans leur ouvrage *The Principles of Humane Experimental Technique*, William Russell et Rex Burch ont défini dès 1959 la règle dite « des 3 R ». Celle-ci consiste à développer et à favoriser les méthodes d'investigation pouvant se substituer à l'utilisation de l'animal (Replacement), mais aussi celles capables de réduire le nombre d'animaux utilisés (Reduction) ou encore de diminuer la douleur ou le stress imposés à ces animaux (Refinement). Cette philosophie des 3 R sert de cadre à la communauté scientifique, mais également inspire la plupart des recommandations éthiques, règlements et lois élaborés pour réguler le recours à l'expérimentation animale.

Dans les 3 R, le premier R désigne donc les méthodes qui évitent l'utilisation d'une espèce animale donnée dans un domaine où elle était jusqu'alors nécessaire. Cette substitution peut consister en un remplacement d'animaux vertébrés, dont la sensibilité est considérée comme élevée, par des animaux dont le potentiel de perception de la douleur est défini moins grand, comme certains invertébrés notamment.

À ce titre, les méthodes de « substitution » s'apparentent aux méthodes de réduction, le deuxième R, dont le but est de réduire le nombre d'animaux utilisés dans les études plutôt que de les éliminer complètement. Des méthodes consistent à concevoir des plans d'expérience plus efficaces ainsi que des tests statistiques plus pertinents, qui vont permettre d'obtenir des résultats significatifs à partir des effectifs réduits. Elles passent aussi par le partage de banques de données de résultats expérimentaux, la création de centres de ressources

d'animaux modèles au génome ou au phénotype bien établi, ainsi que par la réutilisation d'animaux sur plusieurs expérimentations.

Enfin, les méthodes relevant du troisième R désignent les modifications apportées aux conditions d'élevage ainsi qu'aux procédures expérimentales et d'observation dans le but de réduire le stress et la douleur des animaux utilisés. Elles se traduisent par exemple par l'utilisation de techniques d'exploration non invasives telles que l'imagerie RMN, la télémétrie, le recours systématique à l'anesthésie, l'évaluation comportementale, etc. Ce sont également toutes les bonnes pratiques de zootechnie qui améliorent la vie des animaux.

Appliquons quelques exemples. Il est largement reconnu que la production d'anticorps comme présenté plus haut soulève des questions préoccupantes concernant le potentiel de souffrance et de détresse grave chez les animaux. Du fait du développement rapide de la méthodologie de production *in vitro* des anticorps, l'utilisation des animaux est de plus en plus difficile à justifier actuellement. Par conséquent, plusieurs pays ont pris position sur le fait que les méthodes alternatives *in vitro* devraient être utilisées pour la production d'anticorps. La méthode de récupération directement à l'animal n'est alors justifiée que dans des circonstances particulières par exemple lorsque la méthode *in vitro* n'a pas permis de produire les anticorps cibles. En tout état de cause, lorsqu'on produit *in vivo* des anticorps, il est indispensable de définir précisément les limites et les « points limites », ainsi qu'une surveillance rigoureuse des animaux pour minimiser le potentiel de détresse.

Ces points clefs doivent être fondés sur les observations quotidiennes du personnel formé et doivent faire partie des soins de routine durant l'expérimentation. Tous comportements ou symptômes inhabituels doivent être traités sans délai. Les signes caractéristiques de détresse sont les suivants : activité réduite, dos voussé, poils ébouriffés, détresse respiratoire, perte de poids, etc (tableau 4) Les conditions d'expérience au cours de la production d'anticorps est un excellent exemple pour illustrer le raffinement des procédures par l'établissement de points limites visant à réduire la détresse éprouvée par les animaux et le remplacement de l'expérimentation par des méthodes *in vitro*.

Modification de l'activité	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution de l'activité générale (activité alimentaire, toilette, immobilité) • Regard anxieux, tête tournée vers le fond de la cage • Ingestion de litière ou de nouveau-nés
Vocalisations	<ul style="list-style-type: none"> • Cris perçants
Tempérament, modification de la réactivité	<ul style="list-style-type: none"> • Agitation (tape de la patte) ou au contraire apathie • Apparence anxieuse (crainte lors de manipulation, fuite)
Autres	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de gaspillage de nourriture ou d'eau
Modifications motrices	<ul style="list-style-type: none"> • Retrait d'un membre, sursauts
Modifications végétatives	<ul style="list-style-type: none"> • Circulatoires : tachycardie, augmentation de la pression artérielle • Respiratoires : respiration rapide, sécrétions des yeux et du nez

Tableau 4. Signes indiquant la douleur, le stress ou l'inconfort chez le lapin d'expérimentation, selon Morton et Griffiths en 1985

Aussi, depuis le désastre de la thalidomide, le recours à une espèce non-rongeur est devenu obligatoire dans les essais précliniques des médicaments.

Un autre exemple est celui des tests d'irritation oculaire cités. Auparavant, les substances potentiellement irritantes étaient testées sur des cornées de lapins vivants. Depuis peu, ces expériences sont remplacées par des tests sur des yeux de poulet ou de bœuf « récupérés dans des abattoirs ».

Ainsi, au cours des dernières années, le mouvement en faveur de la protection des animaux a eu pour effet de réduire l'utilisation du lapin, mais les besoins en animaux de laboratoire restent importants. Se restreindre à l'étude des molécules, des cellules et des tissus risque de freiner la compréhension de la mécanique et des interactions complexes entre constituants qui caractérisent tout organisme vivant. Même si de nouvelles approches et des méthodes d'exploration révolutionnaires émergent, l'utilisation de modèles animaux demeure encore indispensable au progrès scientifique et médical. La recherche biologique en a besoin car c'est tout simplement le seul moyen dont nous disposons pour observer et comprendre le fonctionnement de l'organisme et des grandes maladies systémiques. Bien entendu, cette recherche doit se faire dans le plus grand respect des règles d'éthique et de bien-être animal.

II-L'animal de rente – le recul de la consommation française

A-Généralités

La France produit chaque année 80 000 tonnes de viande de lapin. Le pays est le troisième producteur européen.

On comptait en 2000 près de 5 000 exploitations de plus de 20 femelles, bien que ce chiffre se réduise du fait de l'agrandissement des structures. L'élevage moyen garde toutefois une dimension familiale : 1 à 2 UTH pour en moyenne 450 lapines reproductrices par élevage. La production est principalement située dans le nord-ouest du pays avec les Pays de la Loire (52 %), la Bretagne 11 %, le Poitou-Charentes (16 %) et le Nord (5 %). On estime que 10 000 emplois sont liés à cette production. La filière compte moins d'1 millier d'éleveurs professionnels dont 42 % de femmes contre seulement 23 % en moyenne pour l'ensemble des agriculteurs.

Selon l'association CIWF France, le pays compte 37 millions de lapins élevés dans des cages grillagées hors-sol, et selon l'association L214, 99 % de la production française est issue d'élevages professionnels intensifs. La France ne dispose d'aucune législation spécifique en matière de bien-être des lapins mais applique la réglementation européenne en vigueur.

Les Français font partie des plus importants consommateurs de cette viande. La consommation française de viande de lapin est de 0,44 kgéc par habitant en 2020 et est en diminution de la même manière que les autres viandes. Contrairement à d'autres productions, les certifications par label rouge ou agriculture biologique sont peu développées en lapin du fait des difficultés de maîtrise sanitaire.

Concernant la production de fourrures, la récolte de poils angoras variait entre 60 et 210 tonnes selon les estimations en 1995. Actuellement, la France produit environ 70 millions de fourrures de lapin par an. Les fourrures sont transformées en France, mais les produits obtenus sont exportés, les français étant très peu consommateurs de produits en poil angora.

B-Le lapin de chair

1-Evolution au XXème siècle

En 1952, la myxomatose est introduite en France et se répand dans toute l'Europe. Le virus a été introduit afin de lutter contre la pullulation de lapin comme en Australie au cours de la même décennie (figure 25). Cette introduction a été motivée par le gouvernement australien.

Au contraire, en France, il s'agit d'une action personnelle initiée par le docteur Paul-Félix Armand-Delille. Ce dernier possédait à Maillebois, en Eure-et-Loir, un domaine de 300 hectares, clos de murs. Les préjudices causés par les lapins à ses cultures étant importants, il espérait trouver une solution définitive à ses problèmes grâce à la myxomatose. Le 19 janvier 1952, il reçoit de Suisse un échantillon de cultures du virus et réalise une inoculation sur trois lapins de clapier. Armand-Delille pensait que l'épizootie se limiterait à sa propriété close. L'inoculation aux lapins sauvages déclenche l'épizootie. Moins de deux mois plus tard, près de 90 % des lapins de son domaine sont morts ou présentent des symptômes de la maladie. La maladie se répand alors très rapidement en France.

La conséquence est une accélération de la disparition des élevages familiaux et des petits élevages qui n'utilisent pas le vaccin mis au point. Depuis, la myxomatose est entretenue là où existent des lapins sauvages. La transmission se fait par les insectes piqueurs à partir des porteurs sains. Pour les éleveurs professionnels cet épisode a été géré par une vaccination efficace. Cependant, pour les petits éleveurs et les chasseurs c'est une catastrophe. La disparition des élevages familiaux crée une demande plus forte pour des lapins produits dans des unités spécialisées.



Figure 25. Le lapin un nuisible en Australie (leparisien.fr)

Au cours des années 1960 et début 1970, l'élevage sur grillage est adopté par les éleveurs français. Les cages désormais entièrement grillagées sont placées dans des bâtiments qui doivent être correctement conditionnés, l'absence de litière ne fournissant plus de protection aux animaux.

A la fin des années 60, est développée la fécondation post partum et la capacité des lapines à conduire simultanément gestation et lactation. Les éleveurs passent d'un sevrage à 6-8 semaines avec saillies après le sevrage à des saillies post partum et un sevrage à 28 jours.

Au cours de la même décennie, débute la sélection de lignées spécialisées destinées à la production de lapins de chair et l'utilisation d'un schéma génétique pyramidal (figure 26) où la sélection ne se fait plus dans l'unité de production, mais dans des unités spécialisées.

Puis dans les années 70 et début des années 1980, on voit apparaître le développement des élevages en batteries superposées sur 2, 3 voire 4 niveaux et plus. La justification est de valoriser au mieux le volume intérieur des bâtiments. Ce type d'installation est rapidement abandonné car l'élevage y est mal maîtrisé. Les principaux désavantages sont la surveillance difficile, la mauvaise ventilation du bâtiment et la difficulté à assurer un chauffage et un éclairage corrects sur tous les niveaux de cage.

Les années 1970 voient aussi le début de la formulation d'aliments granulés notamment en fonction du stade de production des lapins (reproduction, engraissement...). Cela va de paire avec les travaux réalisés sur la démonstration du mécanisme de formation des crottes dures et molles lors du fonctionnement de la cæcotrophie. Ceci est notamment un point de départ pour permettre d'analyser correctement le rôle des fibres dans la santé digestive des lapins et de proposer le concept actuel de besoins en fibres.

En parallèle, la synthèse par l'industrie pharmaceutique du premier analogue de la GnRH permet de révolutionner la gestion de la reproduction. Il est alors possible de faire ovuler les lapines lors de l'insémination artificielle.

Dans les années 1980, on peut observer l'abandon progressif des saillies post partum remplacée par la pratique des saillies 8 à 10 jours après la mise-bas. Cette période marque aussi le début de la conduite des lapines en groupes de reproduction permettant des adoptions et des égalisations de portées.

Au cours des années 1990, l'insémination artificielle se généralise dans les élevages de production. Des centres spécialisés d'insémination artificielle sont créés en particulier en France. La reproduction des lapines se fonde alors sur le principe de bande : toutes les lapines de l'élevage sont inséminées le même jour. La conséquence de cette gestion de la reproduction en bande unique est que tous les lapins sont vendus à l'abattoir le même jour. Ceci a entraîné une modification des relations entre éleveurs et abattoirs : il doit y avoir une organisation particulière permettant aux abattoirs de fonctionner en continu sur la semaine alors que chaque élevage ne fournit des lapins qu'une fois tous les 6 semaines en général.

Ainsi avec le développement d'une production rationnelle, se substituant progressivement à une production traditionnelle, la filière cunicole française a connu une forte expansion au cours de la deuxième moitié du XXème siècle. Cette croissance a été stoppée à partir de 1997 par l'entérococolite épizootique. Cette maladie touche le système digestif et provoque une forte mortalité au sein des élevages. La production française est alors passée de 150 000 tonnes équivalent carcasse (TEC) au début des années 1980, à 91 000 TEC en 1995 puis 80 000 TEC en 2003.

La situation économique s'est aggravée depuis 2014 avec la conjonction de facteurs défavorables qui pèsent sur les exploitations et les entreprises : le cours élevé des matières premières et la perte de valorisation des peaux.

Enfin, la crise sanitaire qui sévit depuis 2016 avec la recrudescence de la maladie hémorragique virale du lapin (en anglais RHD- due au virus RHDV2) aggrave les difficultés. De plus, structurellement la filière cunicole devra faire face au départ à la retraite d'ici 2022 d'un quart de ses producteurs.

2-Organisation de la filière cunicole

En France, les éleveurs sont organisés en groupements de producteurs, eux-mêmes rassemblés au sein d'une fédération nationale, la FENALAP. Les producteurs constituent une filière avec les autres familles professionnelles, notamment les fabricants d'aliment et de matériel, les sélectionneurs, les abattoirs. Le marché est organisé avec une cotation nationale de la viande de lapin. Depuis 30 ans, l'INRA collabore avec l'Institut technique de l'aviculture et des animaux de basse-cour (ITAVI) pour accumuler des connaissances et mettre au point l'élevage rationnel du lapin. Il existe des recommandations technico-économiques globales et

des applications techniques individuelles pour connaître les performances des élevages de production.

La cuniculture française est une cuniculture rationnelle dont les éleveurs produisent de la viande pour la vendre à des abattoirs. L'élevage classique possède 200 femelles ou plus, un ou plusieurs bâtiments spécialisés avec des cages grillagées et un système d'abreuvement automatique. L'aliment granulé complet est acheté en totalité. L'éleveur achète aussi des reproducteurs améliorés et il applique un plan de prophylaxie hygiénique et sanitaire.

Le rythme de reproduction est intensif, avec une saillie dans les jours qui suivent la mise-bas, entre 0 et 12 jours. Le sevrage est fait vers quatre ou cinq semaines. Les lapins sont abattus au poids de 2,2 à 2,4 kg et vendus en majorité sous forme de carcasses entières.

La recherche s'oriente vers des lapins adaptés à cet élevage rationnel, c'est-à-dire une femelle qui sèvre un grand nombre de lapereaux assez lourds pour atteindre rapidement le poids commercial et un mâle qui transmet à ses descendants un bon potentiel de croissance ainsi qu'une bonne qualité de carcasse.

La France a choisi un schéma pyramidal pour créer, cumuler et diffuser le progrès génétique à l'image de ce qui existe en aviculture (figure 26). Des sociétés privées sélectionnent des souches utilisées en croisement pour produire le lapereau de boucherie. Les souches femelles sont sélectionnées sur leur fécondité. Les souches mâles sont sélectionnées sur leur croissance post sevrage et leur qualité de carcasse. Ces sociétés privées contrôlent des réseaux d'élevages de multiplication qui croisent les souches pures pour produire la femelle métisse et le mâle de croisement terminal, parents du lapereau de boucherie.

Les producteurs de viande achètent ces reproducteurs améliorés. De plus en plus souvent, les reproducteurs sont achetés à l'âge de un jour, et l'éleveur les fait adopter par des femelles avec une bonne aptitude maternelle.

Les principaux inconvénients de ces schémas sont le risque sanitaire et la lourdeur de leur organisation. Pour contrôler le risque, les principales dispositions comprennent une visite tous les deux ans des élevages de sélection et de multiplication par une commission d'experts, l'utilisation d'une gestion technico-économique et une instruction par la FENALAP des plaintes des éleveurs. Le schéma pyramidal assure une création et un cumul du progrès génétique chez les sélectionneurs, une diffusion de ce même progrès et son utilisation par les producteurs.

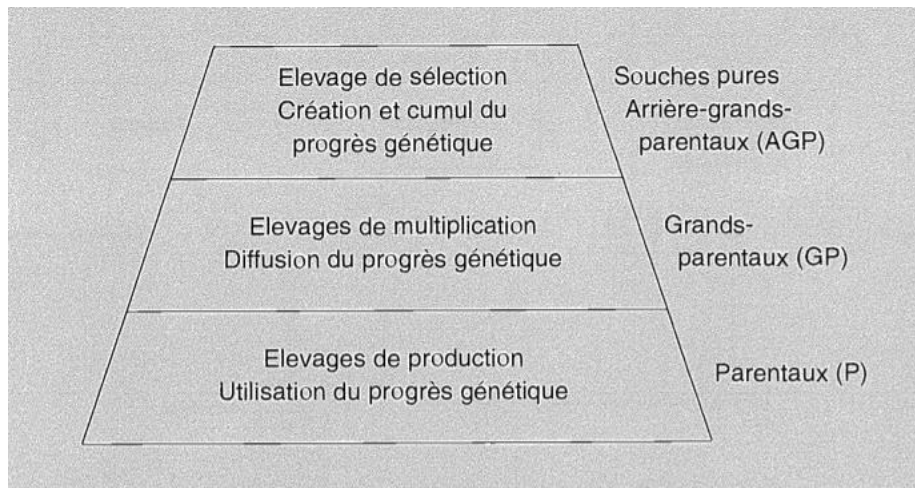


Figure 26. Organisation pyramidale de la filière (selon Gidenne, 2015)

Le fait que la lapine n'ait pas de cycle œstrien régulier, et que l'ovulation ne soit pas spontanée mais provoquée par l'accouplement, a des conséquences très intéressantes pour la gestion de la reproduction en élevage. En effet, l'éleveur ne consacre pas de temps de surveillance pour la détection des chaleurs, comme cela peut être le cas dans d'autres systèmes d'élevage tels que celui des bovins. En conséquence, c'est l'éleveur qui décide du rythme de reproduction qu'il impose à son troupeau de femelles. Ainsi, les saillies ou les inséminations artificielles peuvent être planifiées et programmées à l'avance pour tout le troupeau. Cela entraîne un regroupement des mises-bas, qui se déroulent sur 2 à 3 jours pour un troupeau. De même, le sevrage et la commercialisation des animaux peuvent alors être regroupés sur un seul jour. Cette particularité biologique, lorsqu'elle est mise à profit en élevage par le regroupement des saillies, permet une planification et donc une organisation favorable du travail en élevage. Celui-ci est alors cadencé par quatre temps forts : les saillies ou inséminations, les mises-bas, le sevrage et la vente.

D'autre part, comme l'ont montré les travaux de Cantier, c'est d'abord le tissu osseux qui se développe chez le jeune lapin en croissance, puis le tissu musculaire et enfin le tissu gras. Dans une population de lapins communs de poids adulte moyen (4 kg), le squelette se développe rapidement jusqu'au poids vif de 1 kg, et sa croissance se poursuit plus lentement jusqu'au poids de 4 kg. Le tissu musculaire croît, en poids, très rapidement jusqu'au poids vif de 2,3 à 2,6 kg. Cette croissance est très ralentie par la suite. L'augmentation de poids des tissus adipeux est excessivement rapide à partir du poids vif de 2,1 kg. Les lapins doivent être abattus lorsqu'ils pèsent de 50 à 60% du poids adulte caractéristique de leur race ou de la population à laquelle ils appartiennent en vue d'obtenir un optimum à la fois pour la

composition anatomique de la carcasse et l'efficacité de l'utilisation des aliments distribués et consommés (Cantier et al., 1969). L'âge et le poids optimaux d'abattage sont toujours à étudier en fonction des objectifs du marché ainsi que des conditions d'élevage et d'alimentation de la population animale utilisée.

3-Amélioration génétique du lapin de production

En raison de l'importance économique de la croissance et de la production de viande, la plupart des études génétiques chez le lapin porte sur ce groupe de caractères. Fontanesi et son équipe ont étudié le caractère de croissance le plus couramment enregistré et sélectionné dans les populations commerciales de production de viande, le poids à 70 jours (Fontanesi et al., 2012). D'autres auteurs tels que Peng, Zhang et Wang ont étudié des caractères de croissance, de carcasse et de qualité de viande mesurés à des âges différents (Peng et al., 2013). Le gène de la myostatine a fait l'objet de nombreuses études chez le lapin en raison des effets bien connus des mutations de ce gène sur le développement du tissu musculaire. Les effets de l'hypermuscularité liés aux variations de ce gène ont été décrits chez la souris par McPherron (McPherron et al., 1997), chez le bovin par Kambadur (Kambadur et al., 1997) et chez le mouton par Clop (Clop et al., 2006). Cependant, aucun polymorphisme du gène de la myostatine n'a été découvert à ce jour chez le lapin dans les races et lignées étudiées.

Les gènes impliqués dans le fonctionnement de l'axe somatotrope, et en particulier le gène de l'hormone de croissance, du récepteur de l'hormone de croissance, du facteur de croissance analogue de l'insuline et le gène du récepteur de la mélanocortine peuvent avoir des effets importants sur la croissance ou les caractères de production. Ces effets ont été décrits chez le bovin par Lagziel (Lagziel et al., 1996) et chez le porc par Van Laere (Van Laere et al., 2003). Des mutations et des effets significatifs de ces gènes ont été mis en évidence chez le lapin par Zhang (Zhang et al., 2013) et Fontanesi (Fontanesi et al., 2014). La plupart de ces études met en évidence que l'allèle le plus favorable de ces gènes est également le plus fréquent dans les populations commerciales étudiées. Cette observation démontre l'effet de la sélection qui tend à accroître la fréquence des allèles favorables en sélectionnant à chaque génération les meilleurs animaux, porteurs de gènes favorables, pour les reproduire et constituer les générations suivantes.

4-La consommation française en baisse

Historiquement le lapin est un met français à part entière. Dans des villes du nord de la France comme Lille et Douai, on se doit de manger du lapin le Lundi Parjuré, fête traditionnelle qui se déroule le lundi qui suit l'Épiphanie. Au cours du repas familial le plat principal est alors le lapin à la Tournaisienne appelé aussi Lapin aux préones. On cuisine aussi le lapin à la moutarde ou le lapin aux carottes.

Le niveau de consommation individuelle de viande de lapin est aujourd'hui plutôt bas. Le lapin ne représente que 1 à 2 % de la viande consommée par an en France, en 2018, avec un volume de viande estimé à 54000 tonnes équivalent carcasse en intégrant les élevages en filières organisées et les élevages traditionnels.

La consommation française est en baisse d'environ 3% par an. Cette consommation est très hétérogène au sein de la population française et le consommateur majoritaire possède un profil rural et plutôt âgé.

Pourtant, la chair de lapin est tendre, savoureuse, peu grasse et très nutritive. C'est l'une des viandes des fins gourmets. C'est aussi, par excellence, la viande des personnes ayant des problèmes cardiovasculaires placés sous régime, parce qu'elle contient un très faible taux de cholestérol.

La viande de lapin jouit d'une bonne image auprès du public : 80 % ont une bonne image, dont 24 % déclarent même en avoir une très bonne image. Pour les français, c'est une viande qui a de bons atouts nutritionnels et culinaires et que l'on peut cuisiner pour n'importe quelle occasion. La question du prix n'est pas négligeable. 62% des personnes jugent chère la viande de lapin qu'ils évaluent à 12,10 euros le kilogramme vendu entier au consommateur.

De plus, pour les jeunes consommateurs urbains, s'ajoute une offre faible de découpes et de préparations à base de lapin. Ces pièces bouchères ne correspondent pas aux attentes de la jeune population qui souhaite consommer des pièces prédécoupées, faciles à cuisiner. Enfin, des attentes sociétales fortes en termes de bien-être animal ou d'usage des antibiotiques sont devenues l'objet de discussions à l'échelle européenne en partie sous l'impulsion et la pression de certaines associations de défense des animaux.

Pour illustrer tout cela, dans une enquête de l'IFOP en 2018, huit Français sur dix affirment consommer du lapin. 89% des consommateurs sont âgés de plus de 50 ans. 87% des

personnes interrogées ont connu un élevage domestique de lapins. De plus, 69 % des 15-24 ans déclarent manger du lapin. Cependant, la part de consommateurs réguliers décroît : 15 % déclarent manger du lapin au moins une fois par mois, un chiffre en recul de 10 % par rapport à 2010. En revanche, la part des mangeurs occasionnels progresse : 10 % en mangeant moins d'une fois par an (+ 7 %). Trois consommateurs de viande de lapin sur dix (29 %) affirment qu'ils ne mangent pas souvent du lapin car ils n'y pensent pas. Conséquence de cette spontanéité de la consommation, le lapin est principalement mangé à domicile.

54 % des consommateurs achètent la viande de lapin dans les hypermarchés ou supermarchés au rayon traditionnel avec un boucher, 51 % dans les hypermarchés ou supermarchés en libre-service, 33% chez un bouchers/volailleurs, 20 % sur les marchés, 19 % en vente directe.

Ainsi, le marché du lapin reste caractérisé par l'importance de la vente directe et de l'autoconsommation à laquelle s'ajoute la concurrence des lapins d'importation pour le circuit de la restauration hors domicile.

Le consommateur de lapin attache une grande importance à la traçabilité du produit. L'origine française du lapin est le premier critère de choix aux yeux des consommateurs français (44 %), loin devant le prix du produit (27 %) ou d'autres garanties, comme la présence d'un label de qualité (26 %), l'information sur les conditions d'élevage (12 %) ou la garantie sans OGM (9 %). Un logo Lapin de France a été mis en place afin de redynamiser la filière. La viande de lapin qui porte ce logo garantit toujours une viande issue d'animaux nés, élevés, abattus et transformés en France.

Cependant, malgré sa petite taille, la filière cunicole française reste une filière dynamique qui s'est toujours investie dans la recherche et le développement, en interne, mais aussi via de nombreuses collaborations avec l'INRA. Des campagnes de communication sont organisées régulièrement afin de pouvoir toucher les jeunes consommateurs urbains. Nous développerons les axes sur lesquels la filière travaille, dans la troisième partie

C-Le lapin utilisé pour la fourrure

Pour rappel, l'utilisation de la fourrure du lapin comme produit dérivé de la production de lapin de chair s'est rapidement développée au XIXème siècle. En effet, la chapellerie française consomme au début du XIXe siècle environ 15 millions de peaux par an. Au cours du XXème siècle se développe le lapin rex. La création d'une souche appelée Orylag par l'INRA a permis la production de cette fourrure à grande échelle et elle est aujourd'hui

utilisée pour la confection de produits de luxe. Dans les années 1970, la valorisation des peaux constitue encore le bénéfice des abattoirs : pour la conception traditionnelle du feutre ou pour fabriquer de la colle et de l'engrais.

Aujourd'hui, les peaux ont perdu de leur importance, à l'exception de celles produites dans certains pays d'Europe de l'Est où les fourrures permettent la fabrication de vêtements chauds pour l'hiver rude. Les pays d'Asie du Sud-Est, le Maroc et le Mexique font aussi figure d'exception et voient se développer un petit artisanat autour des peaux de lapin.

Actuellement, les poils de lapin sont utilisés comme une fibre « spéciale » de la même façon que les fibres obtenues à partir des races de chèvres spécialisées (mohair et cachemire) et de certains camélidés (lama, alpaga, vigogne et chameau). L'angora, avec une production entre 2500 et 3000 tonnes par an, occupe le troisième rang pour la production des fibres textiles nobles. Les deux premiers rangs sont occupés par la laine de mouton et le mohair, avec respectivement 1,5 millions et 12 000 tonnes par an. Viennent ensuite, le cachemire et l'alpaga. Ces fibres permettent la confection de produits dits « fantaisie » ou « haut de gamme ». Le poil angora est récolté par tonte, par exemple en Allemagne ou par épilation comme en France. Le principal producteur aujourd'hui est la Chine et la chute des prix causée par le développement de l'élevage chinois a engendré une forte diminution des élevages ailleurs dans le monde notamment en Europe. Les produits manufacturés sont écoulés sur les marchés japonais, allemand et américain principalement.

Les peaux provenant de lapins de chair sont collectées en abattoir pour une valorisation à l'export sous forme de peaux brutes, vers la Chine principalement (figure 27). Après un tri intense, les meilleures peaux sont orientées vers l'industrie de la fourrure, les autres sont transformées pour collecter le poil à destination de l'industrie textile. Il s'agit d'un marché spéculatif très fluctuant. Le lapin de chair ne fait l'objet d'aucune amélioration de la qualité de la peau.



Figure 27. Fourrures de lapin récoltées (cuniculture.info)

Il faut noter que les changements dans les pratiques visant à améliorer les techniques de production de lapin de chair ont permis de diminuer l'âge à l'abattage, passant de 5-6 mois à 10-12 semaines. A cet âge, le lapin possède toujours son pelage infantile ou commence à muer vers son pelage sub-adulte. Ce pelage, fin et peu homogène, de mauvaise qualité, ne convient pas aux fourreurs.

De plus, les animaux sont maintenant abattus toute l'année, or la composition et le poids du pelage de lapin varient énormément en fonction des saisons, comme pour beaucoup de mammifères, passant de 50 g pour un pelage d'été à 80 g en hiver. De cette façon, les plus belles fourrures sont utilisées dans l'habillement et celles de mauvaise qualité sont recyclées, les poils servant pour la fabrication de feutrine ou de textile.

A cela s'ajoute la diminution de la variété de l'offre, avec de plus en plus de fourrure de couleur blanche, conséquence d'une production raisonnée de lapins dérivés des souches californiennes de couleur himalayen et néo-zélandaises albinos. Les lapins de couleur himalayen sont blancs avec les extrémités noires (figure 28).



Figure 28. Image d'un lapin himalayen (petsareyours.com)

La finalité première de l'élevage du lapin est de très loin la production de viande, même s'il y a eu des travaux remarquables sur la production de fourrure grâce à l'Orylag, dont le succès reposait largement sur la maîtrise des conditions d'élevage. Le poil de lapin normal et celui des lapins Angora sont encore utilisés en filature. Aujourd'hui, les peaux ont perdu de leur importance. La peau des lapins angoras n'est plus du tout utilisée et on ne récolte plus que ses poils.

La consommation et la pression sociétale ont aussi eu raison de cette production. De nombreux scandales éclatent visant à éclairer le consommateur des conditions parfois désastreuses des lapins utilisés pour les fourrures. En 2013, PETA révèle le scandale des fermes chinoises de lapins angora qui sont « récoltés » encore en vie. Une vidéo met en scène plusieurs ouvriers chinois torturant et arrachant les poils de lapins vivants. Ils utilisent des méthodes de mise à mort peu coûteuses notamment la suffocation, les électrocutions anales et vaginales, le gazage, les empoisonnements et même le dépeçage des animaux vivants. Cette vidéo révèle également au grand public des conditions d'élevage déplorables.

Enfin, le nombre de chaînes de prêt-à-porter et de designers qui prennent la décision de ne plus vendre aucune fourrure, y compris celle de lapins, ne cesse de croître. Plusieurs directeurs de chaînes de prêt-à-porter ont déjà annoncé ne plus vouloir commercialiser de fourrure à commencer par Zara fin 2004, puis Promod, Camaïeu et la Redoute en début d'année 2006.

III-L'animal de compagnie – Le lapin dans nos foyers

A-Développement du NAC

Les NAC ou Nouveaux Animaux de Compagnie représentent en principe tous les animaux autres que chiens et chats détenus comme animaux de compagnie. Le terme a été utilisé pour la première fois à l'occasion d'une réunion de médecine comparée à Lyon en 1984. Le terme NAC est rentré dans les habitudes, il est largement repris par les médias et s'est banalisé au sein de la profession vétérinaire (GENAC, réunions NAC, matériel NAC etc) et des réseaux sociaux (vétérinaire NAC etc).

Une enquête réalisée en 2009 (d'après afvac.fr), auprès de vétérinaires praticiens exerçant au sein des grandes villes françaises ou dans leur proche périphérie montre que 97 % d'entre eux reçoivent couramment des NAC en consultation. 34 % des vétérinaires interrogés disent avoir rencontré au moins un NAC d'origine illégale au cours des cinq dernières années, et 36 % ont été confrontés à un ou plusieurs cas de zoonoses causées par des NAC.

Le lapin est dit « NAC conventionnel » au même titre que les animaux suivants : cobaye, chinchilla, octodon, rat, souris, hamster de Syrie et espèces naines, gerbille, tamia de Sibérie dit écureuil de Corée, furet, tortues terrestres méditerranéennes, une partie des oiseaux de cage et de volière.

Or, comme nous l'avons développé précédemment, si la domestication remonte à la fin du Moyen-Age, c'est aussi le cas de la présence du lapin en tant qu'animal de compagnie puisque par un effet de mode de l'époque, il était déjà présent dans les châteaux pour sa nouveauté (figure 29).



Figure 29. Un lapin noir et blanc dans ce tableau de Vittore Carpaccio peint en 1505-1508
(cuniculture.info)

En 2014, 2,8 millions de lapins, rongeurs, furets font partie des animaux de compagnie des français. Ce sondage, réalisé à la demande de la FACCO (Fédération des fabricants d'aliments chiens, chats, oiseaux et autres animaux familiers), portait sur 14 000 foyers français, ce qui n'est pas forcément significatif. L'indication 2,8 millions de petits mammifères reste vague et ne permet pas de distinguer par exemple le furet et le lapin. Une étude similaire de la FACCO en 2018 rapporte une augmentation du nombre de petits mammifères à 3,7 millions (figure 30).

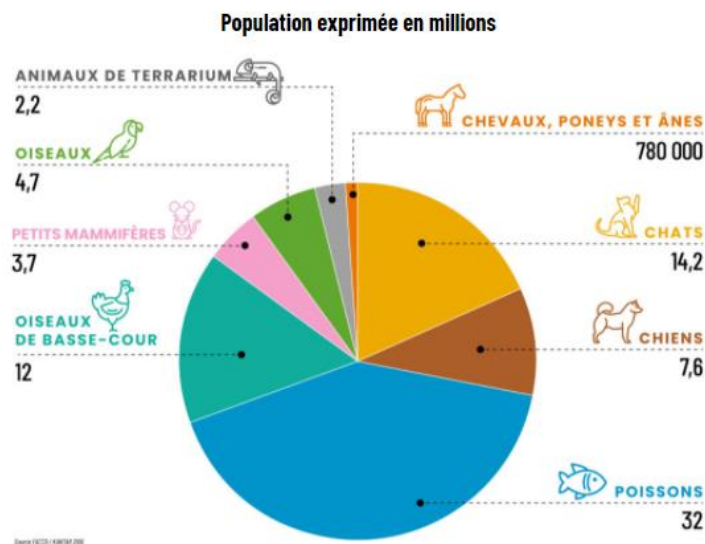


Figure 30. Rapport de la FACCO en 2018 (facco.fr)

Selon cette même étude, le lapin est le plus populaire des petits mammifères de compagnie. Il représente à lui seul près de 60% des ventes des petits mammifères.

Le succès du lapin s'explique par de nombreux facteurs. Tout d'abord, sa taille permet de bien le manipuler et de le câliner, à l'inverse des petits rongeurs tels que la souris ou le hamster. Au niveau du caractère et du comportement, le lapin est vraisemblablement à mi-chemin entre le chien et le chat. Il est reconnu affectueux mais indépendant. Le lapin peut vivre en semi-liberté ou en liberté dans la maison s'il est bien éduqué et si l'intérieur est « rabbit-proof », c'est-à-dire sécuriser pour le lapin, ou bien dans le jardin. Cet aspect est très important, car de plus en plus d'amateurs de NAC avouent ne pas vouloir garder leur animal en cage.

Le lapin est un animal domestique très apprécié et plébiscité. Ce NAC est en effet très présent dans les foyers français depuis de nombreuses années. S'il a avant tout une image "d'ami des enfants", il convient à toutes les générations. Aujourd'hui, le lapin domestique n'est plus

seulement relégué au rôle de compagnon des enfants laissé dans sa cage pour satisfaire les envies et la curiosité des plus petits. Le lapin est désormais perçu comme un animal domestique et un véritable membre du foyer. Il peut en effet vivre plusieurs années, voire une décennie et il nécessite des soins comme le chien et le chat.

Selon une enquête réalisée en 2016 par la société de marketing Toluna (nac-magazine.com), ce sont surtout les femmes qui sont attirées par le lapin de compagnie : après le chat, le chien et la poule, le lapin est le quatrième animal de compagnie que les françaises souhaitent posséder. D'autre part, ce sont les jeunes couples de moins de 30 ans qui se tournent le plus souvent vers le lapin lorsqu'ils choisissent un animal de compagnie.

De la même façon que le chien, le lapin peut satisfaire toutes les envies du fait des multiples races existantes. Entre le gros géant des Flandres, long de 1 mètre pour 8 à 10 kg et le lapin nain et ses 1 à 2kg le choix est grand.

Grâce aux préoccupations de plus en plus développées pour le bien-être animal, les lapins sont désormais bien soignés et leurs besoins sont respectés. Si les lapins nains bénéficient essentiellement des faveurs d'un intérieur, les autres espèces ont bien souvent accès à l'extérieur et vivent dans des clapiers et enclos confortables et bien aménagés. Les propriétaires de lapin apprécient voir gambader leur animal en toute liberté.

Entre autres avantages pratiques et non négligeables pour une population urbaine, les lapins s'avèrent très propres dans un environnement humain restreint, s'acclimatent parfaitement à la vie en appartement et sont aisés à transporter. Ils jouent mais sont des animaux peu bruyants.

B-Lapins dans la culture populaire

D'après une étude de Vieillefond (Rougeot Jean, 1981), l'importance qu'accordent les français avec le lapin rend compte de la place de cet animal dans notre culture : expressions dans le langage populaire, images et symbolismes. Les poèmes, fables, contes, romans de notre littérature utilisent l'image du lapin. De la même façon, l'art s'en inspire que ce soit dans la peinture, le dessin, la sculpture ou bien les arts figuratifs.

1-Symbolisme et expressions

Le symbolisme du lapin est ancré en France. Prenons l'exemple du lapin de Pâques qui apporte les œufs de Pâques aux enfants. Des lapins en peluche ou en chocolat sont aussi

offerts à cette occasion. En effet c'est la déesse de l'aube et du printemps, Eostre dont l'animal familier est le lapin qui est à l'origine du mot Pâques.

Le lapin étant très prolifique, il est considéré, avec le lièvre, comme un symbole de fécondité dans plusieurs pays dont la France.

De plus, la patte de lapin est parfois considérée comme un porte-bonheur.

Chez les charpentiers, on appelle lapins les apprentis du métier et désigne également un outil. D'autres métiers emploient parfois également ce terme notamment chez les Compagnons du Devoir.

D'un point de vue plutôt négatif, le lapin rongeur des cordages et le bois des bateaux fait partie de la superstition des marins. Par extension, cette superstition de ne pas prononcer le mot lapin est acquise dans le monde du théâtre car il employait des anciens marins. L'animal est appelé par des périphrases comme « l'animal aux longues oreilles », « cousin du lièvre » ou par le mot « pollop » sous peine de porter malheur. L'évocation de son nom même pour la viande de cet animal est taboue dans le milieu des marins.

Les proverbes et expressions françaises liés au lapin sont nombreux. Nous retrouvons notamment :

« C'est un chaud lapin » : c'est un séducteur.

« Détaler comme un lapin » : s'enfuir.

« Le coup du lapin » : un coup sur les vertèbres cervicales.

« Poser un lapin », ne pas aller au rendez-vous donné. À l'origine cette expression voulait dire ne pas rétribuer les faveurs d'une prostituée.

D'autre part, le lapin appartient à une catégorie de caricatures appelée « Monde retourné » dans lesquelles chaque classe opprimée des êtres animés devient le seigneur et maître de son ancien oppresseur. Sur le principe de la réciprocité du crime, l'animal traite l'opresseur avec le même genre de cruauté, ou lui administre une punition. De ce fait, le chasseur chassé par un lapin ou un lièvre est un thème récurrent. On retrouve ce thème dans les marges des manuscrits gothiques, dans les enluminures. Dans les décrétales de Smithfield par exemple, datant de 1330, la punition du chasseur fait l'objet d'un véritable cycle. Un chasseur est

terrassé par un lapin, attaché et conduit devant un juge. Condamné à mort, il est mené au gibet puis décapité (figure 31).



Figure 31. Détail des décrétales de Smithfield (pinterest.fr)

Enfin notons que dans le calendrier républicain, « Lapin » était le nom attribué au quinzième jour du mois de Nivôse. Cela signifie que l'animal faisait partie de la culture populaire dès le XVIIIème siècle.

2-Dans la littérature, l'art et la culture enfantine

Le lapin est un personnage récurrent dans la littérature occidentale notamment avec celui que Lewis Carroll fait poursuivre par Alice au pays des merveilles. La Fontaine, lui, l'utilise dans ses fables avec la célèbre « Le chat, la belette et le petit Lapin ». Dans la littérature contemporaine, nous pouvons citer Peau de lapin de Claire Barbier.

Dans la peinture, en Occident, la représentation de l'animal est très codifiée. Par exemple dans la Vierge au lapin, le peintre Titien met un lapin blanc au premier plan en symbole de pureté mariale (figure 32). Au contraire, la représentation de plusieurs lapins à la fois dans une toile est un symbole érotique.



Figure 32. La Vierge au lapin, peint par Le Titien, 1525-1530 (musee.louvre.fr)

De nombreux personnages célèbres de la littérature enfantine, de la bande dessinée, du dessin animé, des jeux vidéo sont des lapins. Nous retrouvons Hazel, Fiver et le reste de la garenne dans *Watership Down* de Richards Adams, Pierre Lapin (*The Tale of Peter Rabbit*, 1902), Jeannot Lapin (*The Tale of Benjamin Bunny*, 1904) et le Méchant Petit lapin (*The Story of A Fierce Bad Rabbit*, 1906) de Beatrix Potter ont ainsi accompagné plusieurs générations d'enfants depuis leur création.

Plus tard ce furent Panpan (Thumper), le compagnon de Bambi dans le film d'animation de Walt Disney sorti en 1942 et Bugs Bunny, lapin vedette des Looney Tunes dessiné par Tex Avery à partir de 1940, qui prirent le relais.



Figure 33. Bugs bunny, Le lapin d'Alice au pays des merveilles, Panpan (le-monde-des-lapins.fr)

Aujourd'hui, les célèbres lapins crétins sont incontournables dans le monde du jeu vidéo. Le développement de la B.D. n'a pas pu épargner l'utilisation de notre animal. Prenons l'exemple « De Cape et de Crocs » scénarisée par Alain Ayroles et dessinée par Jean-Luc Masbou.

Le cinéma actuel n'est pas en reste avec le personnage central de *Zootopia*, le film d'animation d'Alice au Pays des Merveilles ou le lapin tatoué sur l'épaule d'un personnage de *Matrix*.

Les lapins sont aussi présents dans la chanson enfantine. Par exemple, nous les retrouvons dans la comptine Au clair de la lune où il y a « trois petits lapins qui mangeaient des prunes comme trois petits coquins », ou dans une chanson populaire « Dans sa maison un grand cerf » : « lapin-lapin entre et vient, me serrer la main ». Des chanteurs phares de la comptine

enfantine s'inspire du lapin tel que Henri Dès avec le Lapin Albinos. Chantal Goya, raconte, elle, l'histoire d'un chasseur tué par un lapin.

C'est aussi traditionnellement l'animal sortant du chapeau des magiciens.

Ainsi l'animal placide et au pelage agréable au toucher est souvent représenté dans la culture populaire, en particulier enfantine.

3-Lapins dans le marketing et la communication

Le monde du marketing et de la communication s'en est également emparé, créant des mascottes célèbres comme le lapin rose infatigable de Duracell ou l'imprudent lapin du métro parisien qui se fait pincer les doigts. Dans un autre domaine, Rayman est le lapin emblématique d'Ubisoft et est décliné en goodies (peluches, figurines, porte-clefs, etc).

Le lapin est aussi devenu la mascotte du Festival international du film d'animation d'Annecy.

En termes de communication, le lapin est omniprésent dans les peluches, jouets et jeux pour enfants. Nous pouvons prendre l'exemple d'un jeu de société phare : Croque-carottes.

Fortement associé à la fête de Pâques, le lapin est adopté comme symbole dans des cultures et des professions très diverses, un peu partout dans le monde et le marketing s'en est également emparé, créant des mascottes célèbres. De grandes oreilles, un beau pelage et une queue en coton, il n'en faut pas plus pour entendre dire que le lapin est l'animal de compagnie idéal pour les enfants. En motif, en peluche, en chanson ou en personnage de fiction, les lapins font partie des classiques de l'univers enfantin.

C-Le NAC le plus abandonné : effet sociétal ?

Le lapin est loin d'être une peluche docile et les refuges débordent de lapins abandonnés parce que leurs propriétaires ont été déçus : ils ont adopté une petite boule de poil adorable, qui en grandissant s'est révélée territoriale. Sans compter que certains lapins non stérilisés peuvent causer problème. Le lapin est actuellement le NAC le plus abandonné.

Les sondages convergent vers le fait que souvent, l'adoption d'un lapin est un coup de cœur en animalerie. Les propriétaires de lapin offrent un adorable animal à leur enfant ou ne résistent pas dans une animalerie. Seulement, au bout de quelques mois, la peluche vivante se transforme en vrai lapin adulte. En effet, contrairement au chien ou au chat, une certaine

méconnaissance est présente autour du lapin. Le grand public semble mal informé des besoins et du mode de vie de cet animal de compagnie.

C'est ce qu'on pourrait qualifier d'effet peluche. Les propriétaires de lapins se rendent compte que ce qu'ils pensaient être juste un animal fragile et peureux peut en réalité avoir un caractère bien trempé. Beaucoup de personnes qui espéraient un lapin amical et affectueux sont très déçues quand elles se rendent compte que leur animal ne correspond pas à leurs attentes. Il faut savoir décoder les comportements de son animal et cela prend du temps. Malheureusement, les débutants ou personnes mal renseignées ne comprennent pas ce qui se passe quand leur petit compagnon attaque la main qui fait intrusion dans la cage, par exemple ou quand il ne veut pas être caressé ou au contraire réclame des câlins sans arrêt. Les exemples sont nombreux mais bons nombres de forum en ligne regorgent de question sur le comportement du lapin dans le foyer : il ronger les barreaux de la cage, tourne en rond, gratte, tape du pied, la lapine fait un nid...etc.

Et malheureusement si le lapin grogne ou mord, il est condamné à vivre en reclus ou finir en refuge.

Beaucoup de personnes ne savent pas qu'un lapin peut et doit être éduqué afin de vivre en parfaite harmonie dans la maison. Il faut non seulement éduquer le lapin à la propreté, mais aussi à respecter les affaires et le territoire de ses humains. Malheureusement, ces règles assez simples pour la plupart sont inconnues, ou ne sont pas mises en place car elles sont jugées trop contraignantes.

D'autre part, le budget lapin est un fait non négligeable. Si le prix bas de l'animal en lui-même peut paraître attractif, il faut lui acheter un enclos ou autre type d'habitat, un bac à litière, des couchettes et autres accessoires... Il faut aussi avoir un budget conséquent pour la nourriture car cet herbivore peut manger plusieurs kilos de foin et de légumes frais chaque semaine.

La mésinformation concerne également les frais vétérinaires importants et obligatoires tels que les vaccins contre la maladie hémorragique et la myxomatose. A cela il faut ajouter la stérilisation ou la castration, vivement recommandées afin de mettre en sourdine les problèmes de comportement et protéger les femelles des maladies sous influence hormonale telles que les adénocarcinomes utérins.

Un autre argument en faveur de la déception des propriétaires en relation avec une mésinformation est la formation préalable des vendeurs animaliers notamment dans les animaleries. Les erreurs de sexage sont fréquentes, les ventes de femelles gravides sans le mentionner également mais aussi la vente de matériel inadapté. D'un point de vue législatif, il suffit d'une seule personne titulaire de l'attestation de connaissances (ACACED), sachant que cette formation concernant les NAC domestiques ne dure que 4 à 6 heures, alors que les espèces concernées sont tout aussi bien mammifères qu'oiseaux, reptiles ou poissons.

L'abandon des lapins est à mettre en relation avec les frais vétérinaires que peuvent occasionner des maladies classiques du lapin de compagnie. Une étude a été menée par Mäkitaipale en 2015 (Mäkitaipale et al., 2015). Elle révèle que chez les lapins de 3 ans et plus, 82,3 % présentent une pathologie. Apparemment sains d'après leur propriétaire, les lapins de compagnie présentent en fait une pathologie, décelée à l'examen clinique ou par radiographie. La proportion de « malades » dépasse même 80 % après l'âge de 3 ans. 45 % possèdent des anomalies dentaires. En ajoutant les cas de malocclusion et hypodontie, la prévalence des anomalies dentaires s'élève à 45,5 %. 30 % présentent des atteintes du rachis. Les maladies cutanées complètent le podium (28 lapins : 10 cas de squamosis dont 5 associés à une cheyletiellose).

Malgré la gêne ou la douleur associée aux lésions, les propriétaires n'avaient pas signalé de symptôme. Cette atteinte silencieuse peut s'expliquer par le comportement naturel de l'animal visant à dissimuler la maladie pour échapper à ses prédateurs en milieu sauvage, comme observé pour d'autres espèces domestiques dont les ruminants. Une fois exprimé, les soins sont beaucoup plus importants et parfois ne peuvent être pris en charge par le propriétaire. En conclusion, les lapins étant discrets quant à l'expression de leur pathologie, il pourrait être intéressant de pratiquer au moins une fois par an, surtout à partir de 4-5 ans une consultation vétérinaire en prévention.

La place du lapin a été chamboulée dans notre société actuelle. L'élevage du lapin de chair et l'animal de laboratoire peuvent sembler quelque peu en déroute. Quant à l'animal de compagnie, il semble être l'animal du futur tout en restant méconnu. Nous allons développer dans une dernière partie, les enjeux des différents axes évoqués.

TROISIEME PARTIE : LE LAPIN PERSPECTIVE D'AVENIR

I-Un point sur le futur de l'élevage

A-Des conditions d'élevage en amélioration

La filière cunicole, afin de répondre aux attentes sociétales doit mener des actions sur différents terrains que ce soit la lutte contre l'antibiorésistance ou bien la recherche vers un élevage plus éco-responsable.

1-Lutte contre l'antibiorésistance et biosécurité

Concernant la lutte contre l'antibiorésistance, la filière a su se doter dès 2011 d'un plan interprofessionnel se soldant par des progrès notables.

En effet, la filière lapin pour réduire l'usage des antibiotiques a mis en place certains cahiers des charges qui garantissent aujourd'hui une allégation « sans antibiotiques après sevrage ». La lutte passe aussi par le respect de bonnes pratiques d'élevage et par d'une diminution très progressive de l'usage des antibiotiques.

D'autre part, la réduction de l'utilisation des antibiotiques passe par des équipements renouvelés et adaptés. Les équipements de ventilation, les systèmes de chauffage et de climatisation, les systèmes d'alimentation et d'abreuvement doivent être améliorés afin de garantir de bonnes pratiques et une bonne hygiène des animaux.

Sur le plan de la recherche, des travaux sont poursuivis pour le développement des autovaccins, une meilleure connaissance du microbiote et l'utilisation de la génomique dans la résistance des animaux aux maladies afin de toujours réduire l'utilisation des antibiotiques.

En termes de biosécurité seule, le but dans un futur proche est de renouveler l'aménagement des sites de production. Ces sites doivent respecter un plan de circulation, avoir des aires de stationnement stabilisées, des SAS 3 zones ou encore des bacs réfrigérés ou chambres froides dédiés aux animaux trouvés morts (ATM). La liste de ces infrastructures est non exhaustive.

2-La question du bien-être animal

Du côté du bien-être animal, la filière française s'engage sur plusieurs points.

Tout d'abord, la réflexion porte sur le développement de modes de logements alternatifs aux cages. Ces projets sont menés dans le cadre du projet 3L (Living Lab Lapin) de l'INRA de Toulouse afin de construire l'élevage du futur. Des ateliers sont créés dans l'objectif de faire

émerger un ou des nouveaux systèmes d'élevage alliant bien-être et santé des animaux, conditions de travail satisfaisantes pour l'éleveur et rentabilité suffisante. Le tout dans le cadre d'une acceptabilité sociétale notable. Le projet engage également les industriels et les organisations de production.

Il engage aussi des associations qui luttent pour améliorer les conditions d'élevage. Par exemple Compassion in world farming est une association de défense des animaux dite welfariste. Au contraire des abolitionnistes, elle ne milite pas contre l'élevage, mais contre certaines pratiques. La disparition des cages fait partie de ses revendications. Elle participe activement aux réflexions de la filière cunicole.

Afin de pleinement s'engager dans le projet, la filière a investi 60 millions d'euros pour la mise en place de nouveaux modes de logement d'ici 2022.

Par exemple, en Vendée un nouveau mode d'élevage, sans cage, en adéquation avec les demandes des consommateurs et de la grande distribution, mais restant compatible avec une organisation de filière industrielle a vu le jour (figure 34). Pour promouvoir ce mode d'élevage, une marque a été lancée : Lapin et bien. L'entreprise comprend deux bâtiments d'engraissement de 2500 lapins. La structure globale du bâtiment, charpente et fosses, reste la même que les anciennes structures d'élevage. En revanche, les cages sont remplacées par des enclos dont le sol est constitué d'un caillebotis en PVC. Ce matériau est solide et facile à nettoyer. Chaque enclos comprend des refuges surélevés à deux étages, qui offrent aux lapins une aire de repos ou de mise à l'abri, deux grandes mangeoires rondes faciles d'accès par l'ensemble des lapins et des pipettes d'eau. Au total, chaque lapin dispose de 800 cm² de surface. En moyenne, les lapins passent 35 jours dans ces parcs d'engraissement.



Figure 34. Une éleveuse dans un parc à lapin (Terragricole de Bretagne, 2019)

3-Rédynamiser la filière

L'enjeu ici est de redonner envie au français de consommer de la viande de lapin. La viande de lapin possède d'excellentes qualités nutritionnelles. A ce titre, le lapin a toute sa place dans l'équilibre et la diversité de l'alimentation. De plus, cette viande fait partie du patrimoine gastronomique des français et représente une différence culturelle à préserver.

Selon l'étude Kantar Wordlpanel (franceagrimer.fr), 8/10 français estiment que les aliments ont une influence sur la santé et ils se préoccupent de la composition de leur assiette. De ce fait, des entreprises proposent déjà des cahiers des charges intégrant une alimentation enrichie et répondant aux critères de la démarche Bleu/Blanc/Cœur. Leur intérêt à adhérer à cette démarche de certification collective est d'utiliser le logo qui demeure un signe de réassurance pour 30% des consommateurs et bien soutenu publicitairement.

Afin de communiquer d'autant plus sur cet axe, des signes officiels de qualité Label rouge et Bio, perçus par le consommateur comme des modes de production de qualité supérieure sont en cours d'élaboration. L'objectif d'ici 2022 est de multiplier par 10 la production de lapin sous ces cahiers des charges.

Les industriels doivent également s'adapter. En effet, la diminution du temps moyen accordé par les français à la préparation des repas (25% de temps en moins en 25 ans) et la perte de

savoir-faire culinaire des nouvelles générations se traduisent par une demande croissante pour des produits élaborés, prêts à être manger et par le développement des repas pris hors domicile. Un des leviers pour répondre à cette évolution de la consommation est de proposer de la viande de lapin désossée. Or, l'industrie du lapin a plus de difficulté à mécaniser les opérations de découpe et de désossage que d'autres secteurs comme le porc ou la volaille dont les carcasses sont plus standardisées. La morphologie du lapin et le manque d'homogénéité des carcasses complexifient la mécanisation des opérations. Les principaux leviers sur lesquels doivent jouer les industriels pour répondre aux nouvelles exigences des consommateurs : la qualité, la praticité, la variété, l'apport de goûts nouveaux.

Quant à la commercialisation, elle doit favoriser les circuits courts. Le but est aussi d'augmenter la visibilité en grande surface et de renforcer la commercialisation du lapin dans les circuits spécialisés. Cela passe aussi par la visibilité et la publicité avec des appellations accrocheuses telles que « lapin de France », des conseils sur le mode de préparation ou encore des recettes.

De plus, on sait que la restauration collective à l'école et au travail renforce le modèle alimentaire français et contribue à maintenir la culture alimentaire. Elle joue un rôle de relais d'apprentissage et de transmission des savoirs culinaires et des manières de manger. Dans le cas du lapin, ce marché doit être pris en compte comme un vrai levier de consommation. Selon le GIRA, le volume de viande de lapin vendu en restauration hors foyer est estimé à 3500 tonnes pour 25 millions d'euros. 67% des volumes sont achetés en restauration collective et 33% par la restauration commerciale. La principale source d'approvisionnement est à ce jour le lapin d'origine chinoise. Cependant, le demande va vers les productions locales et ce marché est à combler. Selon IAO, il serait possible de reprendre 50% des volumes de lapin importés de pays tiers. Pour favoriser ce remplacement, il faudrait rendre obligatoire l'étiquetage de l'origine dans les produits transformés. A ce jour le règlement INCO ne retient pas le lapin dans la liste des viandes dont l'étiquetage de l'origine est obligatoire, donc le lapin n'a pas été retenu dans le décret du 21 août 2016 sur l'étiquetage de l'origine dans les produits transformés.

4-Un système éco-responsable ?

Sur le plan environnemental, la filière a des avantages spécifiques à faire valoir. L'empreinte environnementale de la production de lapin est effectivement plus faible que la production des

autres produits animaux sur l'ensemble des impacts évalués, notamment grâce à la forte proportion de co-produits.

Concernant l'alimentation des animaux garantie « sans OGM », la filière lapin est en mesure de répondre à des exigences sur cette spécificité grâce la certification « Socle Technique Nourri sans OGM » mise en place par les entreprises de la nutrition.

L'amélioration des performances environnementales doit passer par des systèmes de séparation de phases pour les effluents, une meilleure isolation et étanchéité des bâtiments, des systèmes d'éclairage économes ou encore par le développement de bâtiments à énergie positive (panneaux solaires etc...).

Ainsi, la filière a besoin de poursuivre les efforts de recherche sur le plan de la conception d'un système d'élevage cunicole socialement accepté, la réduction du coût de production, la connaissance du microbiote en relation avec l'immunité des animaux et la santé digestive, la génomique pour la résistance aux maladies et la rusticité des animaux, la durabilité des systèmes d'élevage. Réussir la mutation de la filière passera par des investissements majeurs.

B-Baisse de la consommation de viande et société

1-Profonde modification de la consommation

C'est à partir du début du XXème siècle que la ration alimentaire, jusqu'alors essentiellement à base de céréales, a progressivement intégré de plus en plus de viande entraînant une forte hausse des lipides dans la ration alimentaire au détriment des glucides. La part des lipides est passée de 15% à plus de 40% dans les années 80.

La baisse de la consommation de viande a commencé au début des années 80, bien avant les chocs liés aux crises sanitaires des dernières années et particulièrement celles de l'ESB en 1996 et 2001. Ce renversement de tendance apparaît principalement lié aux changements des recommandations nutritionnelles apparus à la même période mettant en garde contre la trop forte consommation de lipides associés à l'image de la viande. Selon l'INSEE, sur les trente dernières années les dépenses en viandes de boucherie ont chuté.

Sur une période de 9 ans, de 2007 à 2016, la consommation individuelle moyenne de viande et produits carnés est passée de 153 g/jour à 135 g/jour avec une accentuation de la baisse au cours des dernières années. La plus importante concerne les viandes de boucherie (-20%).

Cette évolution concerne toutes les catégories socio-professionnelles. La baisse de consommation a d'abord commencé chez les cadres où elle est la plus marquée (-19%).

2-Importance de l'effet générationnel

Parmi les facteurs explicatifs à la baisse de la consommation de viande, le fait générationnel est primordial.

Contrairement aux idées reçues, de façon globale, les jeunes générations sont les plus gros consommateurs de produits carnés en raison de l'importance de la consommation d'ingrédients, sandwiches et hamburgers (franceagrimer.fr). A l'inverse, la consommation est la plus faible dans les catégories seniors (113 g/jour dans la tranche des 75 ans et plus).

Cependant, une part de plus en plus importante des jeunes générations, urbaines notamment, modifie leurs régimes alimentaires. Cela conduit à une baisse des consommations de protéines animales au profit des protéines végétales. La consommation de viande continuera de baisser structurellement dans les pays développés. Pour y faire face, les filières devront répondre aux préoccupations « santé » tout en étant durables et en assurant le respect du bien-être animal.

Les jeunes générations consomment différemment et leur comportement alimentaire résulte d'une profonde évolution des valeurs et des visions culturelles. Toutes les enquêtes d'opinion confirment qu'elles accordent une importance de plus en plus grande à l'environnement. La préoccupation du bien-être animal est également en progression.

Les moins de 25 ans sont aussi très sensibles aux préoccupations « santé » et aux recommandations nutritionnelles. Aussi, les crises alimentaires ont accentué la perception du risque alimentaire alors qu'en réalité il n'a pas augmenté.

3-La consommation de viande régit par les normes culturelles

Bertrand Hervieu explique que les prescriptions religieuses régissent la consommation de nombreuses personnes. Le christianisme n'a pas d'interdit alimentaire tandis que les prescriptions sont très importantes dans le judaïsme et l'islam. L'islam interdit la consommation des espèces « supérieures » (cheval), « impures » (chien) ou qui occupent une position ambiguë, comme l'autruche, oiseau, mais qui ne vole pas, ou le porc, non ruminant, mais au pied fendu comme les ruminants. Dans le judaïsme, la consommation de viande de lapin est interdite notamment.

L'acte d'élever des animaux pour les tuer et les manger ne va de soi dans aucune culture, ce qu'illustre, en France par exemple, le recours à de nombreux euphémismes comme l'emploi du mot abattage pour mise à mort, ou le choix de noms non-anatomiques pour les pièces de découpe bouchère. La consommation des animaux dépend avant tout de leur statut culturel.

Ce statut peut évoluer très rapidement et transformer les animaux d'élevage en animaux de loisir ou de compagnie comme c'est le cas du lapin en France avec pour conséquence la chute de leur consommation. Le statut peut cependant varier d'une culture à une autre comme en témoigne la consommation de chiens en Asie.

Malgré la volonté de l'élevage à s'améliorer, la défiance de la société persiste. De nos jours, un décalage s'est instauré entre la réalité de l'élevage et sa perception par l'opinion. Il est nécessaire d'accélérer les réponses sur l'amélioration ou les alternatives aux pratiques qui engendrent de la souffrance.

Ainsi, la baisse de la consommation de viande est un phénomène avec des origines multifactorielles : santé, nutrition, différences sociales, culturelles, regard sur l'animal. La place démographique de l'agriculture devient marginale. Il y a 110 ans, 50% de la population travaillait dans une multitude de petites exploitations. En 2030, 1% des actifs seulement seront des chefs d'exploitation. L'espace rural est maintenant urbain.

Cependant si la baisse de consommation s'applique en France, ce n'est pas le cas au plan mondial où la demande augmente et où se pose la question d'un minimum de consommation et où la filière lapin pourrait bien être présente.

C-Un apport de protéine animale pour les pays en développement

1-Implantation de la filière dans un pays tiers

La production de lapin de chair dans les pays en développement est une alternative pour augmenter l'approvisionnement en protéines parce que la production de lapin est bon marché et peut fournir de la viande abordable. Le potentiel de rendement est élevé par période de production, par une qualité de viande supérieure. De plus, le lapin nécessite un investissement minimal en capital pour sa production par rapport à d'autres unités de production animale comme les bovins.

Le lapin domestique est moins répandu à travers le monde que les autres espèces de mammifères domestiques exploitées traditionnellement (bovins, volailles). Cependant, sa

plasticité génétique est grande et il semble de ce fait pouvoir s'adapter, avec une productivité zootechnique suffisante, à une gamme très variée de milieux d'élevage.

Les recherches sur le comportement zootechnique du lapin et sur le développement de son élevage sont récentes. Cela peut être à la fois un avantage et un inconvénient sur le plan de l'élevage et de la sélection,

C'est tout d'abord un avantage parce qu'on est à même d'importer des recettes toutes faites sans étudier la problématique du pays, et que l'on dispose de suffisamment de variabilité génétique pour y répondre. C'est un inconvénient car il faut établir la doctrine d'amélioration génétique adaptée aux besoins du pays dans lequel on souhaite développer l'élevage. La contrainte essentielle est la dépendance vis-à-vis du milieu d'élevage. Ce dernier doit être étudié et ensuite maîtrisé.

La plasticité génétique de l'espèce et la rapidité de son cycle biologique sont des atouts. Cette plasticité est fonction d'une variabilité génétique qui trouve son origine dans une domestication récente et une absence de sélection artificielle intense pour un objectif spécialisé. Elle a permis l'obtention rapide de races très différentes pour la taille adulte et la quantité de muscles d'un animal comme nous avons pu le voir précédemment.

La prolificité de la lapine est essentiellement liée au déterminisme racial. Pour des races de taille adulte comparable, la prolificité moyenne dépend peu du milieu. On pourra donc tirer parti de cette caractéristique dans l'étude de l'utilisation des populations locales.

Mais un minimum de facteurs du milieu doit au préalable être maîtrisés. Le lapin doit s'adapter aux contraintes du milieu physique et humain. Dans la plupart des pays en développement, il faut donc penser le développement à l'inverse du raisonnement visant à l'industrialisation par un élevage hors sol très intensif, où tous les facteurs sont maîtrisés. Cela entraîne la nécessité d'études sur le milieu d'élevage dans chaque pays (études techniques sur l'alimentation à partir des ressources locales, études génétiques, sociologiques) et d'une formation des éleveurs.

Sur le plan de l'amélioration génétique, on peut mettre l'accent tout d'abord sur l'étude du comportement zootechnique des populations locales pures et en croisement, entre elles et avec des animaux importés. Les populations locales étant en général de petite taille et de plus faible prolificité, on pourra étudier les composantes biologiques de cette prolificité ainsi que l'accroissement progressif de cette taille par des croisements appropriés, dans le but

d'augmenter la productivité. Les techniques traditionnelles d'élevage et de contrôle de la pathologie devront être perfectionnées progressivement.

Le développement de l'élevage de l'espèce peut être défini à partir d'une analyse des contraintes du milieu, des facteurs limitants locaux, de la recherche d'un optimum pour la productivité attendue dans des conditions bien étudiées. Le but est de valoriser le potentiel biologique du lapin en fonction des conditions de milieu.

2-Développement en Afrique

De nombreux avantages sont avancés dans le but de promouvoir le développement de l'élevage du lapin. Les petites espèces animales prolifiques et faciles à élever peuvent servir d'appoint et contribuer à pallier l'insuffisance de la viande dans les pays confrontés à cette problématique. Economique et pouvant répondre au besoin carné d'une population grandissante, les pays en développement ont un intérêt majeur à implanter des élevages de lapins de chair.

Tout d'abord, les excréments de lapin peuvent être transformés en engrais / compost pour fertiliser le sol pour les cultures. Le lapin peut être élevé à la basse-cour avec du matériel sommaire à condition de veiller à l'hygiène. De plus, les cages, les abris de lapins peuvent entièrement se réaliser avec des matériaux locaux. Les mangeoires et abreuvoirs se réalisent facilement. Le lapin, ce petit mammifère très prolifique, se nourrit facilement de végétaux locaux.

Toutefois, la bonne réussite d'un élevage dépend aussi bien des conditions d'élevage que de l'éleveur. Le plus souvent lorsque les problèmes surgissent dans un élevage, on a tendance à ignorer les facteurs humains tout en incriminant uniquement les animaux et les conditions d'élevage. De nos jours, il n'est pas rare de constater que dans un même groupement de producteurs appliquant les mêmes techniques et recevant les mêmes conseils, il y a des éleveurs qui réussissent merveilleusement alors que d'autres échouent. Ceci nous amène à penser que le comportement de l'éleveur est déterminant dans la réussite de son entreprise.

Pour cela, il faut engager les éleveurs dans des formations concrètes. Cela doit les aider efficacement à apprécier l'ambiance de l'élevage, les mauvaises odeurs (animaux morts, lapereaux morts aux nids, mauvaise ventilation, etc...) mais aussi permettre de repérer les animaux malades (anorexie, amaigrissement, poils hérissés, œil terne, adynamie, diarrhée,

ballonnement du ventre), ou les animaux en bonne santé (œil vif, pelage luisant, bon déplacement, embonpoint raisonnable, ...).

Prenons l'exemple de la Tunisie. La Tunisie est déficitaire en viande. L'élevage du lapin est marginalisé. La production est actuellement estimée à 50 tonnes provenant du secteur traditionnel et 100 tonnes des élevages industriels. On estime la consommation potentielle à 20.000 tonnes de viande dont la moitié provenant du secteur fermier.

L'élevage traditionnel souffre de performances très faibles accompagnées de mortalités très élevées.

Le développement de l'élevage du lapin dépend de ses aptitudes à s'adapter aux contraintes nationales et à s'intégrer dans l'agriculture du pays. Moyennant la stimulation de la consommation, le lapin peut être appelé à se développer rapidement et peut contribuer à résoudre le déficit en viande du pays.

L'élevage cunicole bénéficie depuis ces dernières années d'un ensemble d'actions visant l'amélioration de la productivité. Sur le plan génétique, le lapin local a fait l'objet d'une tentative d'amélioration. En effet, un programme de coopération a été mis au point avec la SAGA de Toulouse. Ce projet de collaboration a pour but la recherche d'une meilleure connaissance des populations locales quant à leur capacité spécifique d'adaptation au milieu et à leurs caractéristiques biologiques, notamment par rapport à leurs aptitudes de reproduction.

Des études ont permis de mieux connaître le secteur et d'avancer certaines propositions d'amélioration de l'élevage traditionnel et familial (Sikiru et al., 2020). Ces études ont porté sur les performances de la lapine locale et les possibilités d'amélioration par sélection et croisement, la conception d'un logement simple, bon marché, s'appuyant sur des techniques et des matériaux locaux. L'amélioration de l'alimentation du lapin et l'utilisation de sous-produits ont été mis en avant. La réflexion s'est aussi intéressée à la conduite en colonie et la fréquence de l'introduction du mâle. Ces travaux ont abouti à des documents de vulgarisation indiquant les méthodes rationnelles pour la création de petits élevages de lapin.

Des animaux tunisiens du type Chinchilla ont été envoyés à la SAGA. Ces lapins ont été testés pour leurs potentialités génétiques sur les performances de la productivité numérique. Le programme développe également le croisement des animaux locaux. Le croisement des lapins tunisiens avec le néo-zélandais et le californien a entraîné une amélioration de la

production de lapereaux. Ce programme malheureusement n'a pas pu s'achever et a été vite abandonné. Cependant, loin d'abandonner le projet, un groupement professionnel et d'une fédération de cuniculteurs tunisiens pour encadrer les éleveurs et l'organisation du secteur a été créé.

II-En recherche : nécessité de l'animal de laboratoire et poursuite des 3R

A-Apport de la génomique

La recherche actuelle tend à se diriger principalement vers la génomique. Le lapin est véritablement entré dans l'ère de la génomique depuis le séquençage de son génome. Le séquençage complet du génome du lapin réalisé par le « Broad Institute » (Boston, USA), avec l'appui d'un consortium international auquel a contribué l'INRA, a été publié en 2014 (Garreau et al., 2018). Cela a ouvert la voie à des travaux permettant de mieux comprendre l'histoire évolutive de cette espèce. Les gènes caractérisant le pelage sont les mieux connus chez le lapin, d'autres gènes affectant la croissance, la reproduction et la résistance aux troubles digestifs ont pu être caractérisés depuis 2010. La création d'outils génomiques tels qu'une puce à marqueurs SNP pour le lapin en 2016 permet d'approfondir la connaissance des gènes et régions du génome liés aux caractères d'intérêt et ouvre la porte à de nouvelles stratégies utilisant l'information génomique (Garreau et al., 2018).

L'intérêt de ses recherches réside essentiellement dans l'amélioration de la précision de la sélection car l'intervalle de génération étant déjà très court, les intensités de sélection sont très élevées. La sélection génomique présente aussi un intérêt pour les caractères difficiles à mesurer chez des candidats à la sélection, comme la résistance aux maladies.

Plusieurs contraintes rendent toutefois la sélection génomique difficile à mettre en place dans les schémas génétiques cunicoles. Une population de référence de plusieurs milliers d'individus est nécessaire pour obtenir une précision d'évaluation génétique au moins égale à celle obtenue avec les dispositifs actuels. Or la taille des noyaux de sélection cunicole est généralement faible avec une ou quelques centaines de femelles. De plus, le coût d'un génotypage est encore relativement élevé pour le lapin. En 2017, le prix s'élevait à 120 euros. Le gain le plus intéressant est la réduction d'intervalle de génération avec une diminution de cinq années par rapport au schéma fondé sur le testage sur descendance. Actuellement, chez le lapin, le seul gain de progrès génétique espéré par la sélection génomique couvrira difficilement ces coûts.

On peut toutefois espérer une baisse des prix du génotypage ou l'utilisation de puces dédiées à faible densité, et donc moins coûteuses, dans un avenir proche. La valeur marchande d'un reproducteur de cette espèce est faible mais, compte tenu de l'organisation pyramidale de la production cunicole et du pouvoir de diffusion de l'espèce, le progrès génétique réalisé dans les noyaux de sélection de dimension limitée se diffuse rapidement et à grande échelle. Bien qu'il n'existe à ce jour aucune étude économique pour la chiffrer, la sélection génomique pour la résistance aux maladies du lapin s'annonce très intéressante pour la filière, compte tenu de la sensibilité clinique de cette espèce.

B-Perspectives et projets

Les caractères retenus pour ces projets sont la résistance aux maladies qui nécessite l'inoculation des animaux et l'efficacité alimentaire qui nécessite un enregistrement individuel des quantités d'aliment ingérées.

Le projet RELAPA (génomique pour la REsistance des LApins à la PAsteurellose) est le premier projet ayant pour but d'utiliser l'information génomique pour identifier des régions du génome associées à la résistance à la pasteurellose et posant les bases de la sélection génomique pour ce type de caractères. Une population d'un millier de lapins représentative de populations commerciales françaises a été inoculée expérimentalement avec une souche de *Pasteurella multocida*. La réponse à l'infection a été finement caractérisée.

Un second projet nommé Microrabbits a été lancé par l'INRA en 2014 et se poursuit dans le cadre du programme Européen H2020 « Feed-a-Gene ». Ce projet est fondé sur un protocole d'adoptions croisées entre une lignée sélectionnée pour l'efficacité alimentaire et une lignée témoin non sélectionnée. Trois cents lapereaux de chaque lignée ont été contrôlés pour leur croissance et leur consommation d'aliment entre le sevrage et 63 jours d'âge, puis génotypés. Des études veulent mettre en avant les régions du génome du lapin impliquées dans l'efficacité alimentaire (Garreau et al., 2018).

Parallèlement, un échantillon de contenu caecal a été collecté sur chacun des lapereaux. La composition du microbiote intestinal des animaux doit être décrite par une méthode de séquençage qui permet d'identifier et d'évaluer la proportion des différentes familles microbiennes (Combes et al., 2011). Les objectifs du projet sont de déterminer la part relative de la variabilité de l'efficacité alimentaire expliquée par le microbiote, transmis par la mère, et celle expliquée par le génotype de l'individu lui-même.

Mais d'autres caractères que ceux d'efficacité alimentaire et de résistance à la pasteurellose peuvent être étudiés dans un futur proche. Les projets de génomique peuvent s'étendre aux caractères maternels tels que fertilité, productivité numérique ou qualités maternelles. La sélection génomique de ces caractères a déjà été mise en place dans les races porcines françaises. Elle a permis des gains de précision de 30 à 50% pour des caractères comme la prolificité des truies selon Bouquet en 2017 (hal.inrae.fr).

C-Poursuite d'un usage raisonné

Il y a une prise en considération croissante de la souffrance animale générée par les expérimentations et de la nécessité de réduire, supprimer ou soulager l'inconfort, la douleur, la détresse et/ou l'angoisse subis par les animaux de laboratoires.

Actuellement, pour chaque projet expérimental, les chercheurs doivent justifier devant un comité d'éthique la pertinence de l'animal choisi comme modèle expérimental et démontrer qu'il n'existe pas de méthode de remplacement équivalente. Les membres de ces comités, provenant de domaines divers, doivent respecter une Charte d'éthique qui prévoit leur indépendance et leur impartialité.

1-Cadre réglementaire européen

L'Union européenne a mis en place des normes de bien-être des animaux parmi les plus élevées au monde. Le cadre général des actions de l'UE en matière de bien-être des animaux est défini dans la Stratégie 2012-2015 de l'UE pour le bien-être des animaux. Les textes suivants harmonisent l'utilisation des animaux à des fins expérimentales.

Les Conventions sur la protection des animaux, élaborées au Conseil de l'Europe sont les premiers instruments internationaux à définir des principes éthiques pour l'utilisation des animaux à des fins expérimentales :

- Convention européenne sur la protection des animaux vertébrés utilisés à des fins expérimentales ou à d'autres fins scientifiques du 18 mars 1986 (Convention STE 123 du conseil de l'Europe), entrée en vigueur en 1991, qui introduit notamment la règle des « 3R ».
- Protocole d'amendement à la Convention européenne sur la protection des animaux vertébrés utilisés à des fins expérimentales ou à d'autres fins scientifiques.

- La directive n° 86/609/CEE du 24 novembre 1986 concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des États membres relatives à la protection des animaux utilisés à des fins expérimentales ou à d'autres fins scientifiques.
- Le Règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil (CE) du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH) et qui institue l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA).
- Le règlement REACH, entré en vigueur le 1er juin 2007, oblige les industriels qui fabriquent et importent des substances chimiques à évaluer et gérer les risques liés de leur utilisation, ce qui implique le recours à l'expérimentation animale.

Ainsi, sur la période 2007-2018, 30 000 substances ont été testées. S'il vise à assurer un niveau élevé de protection pour la santé humaine et l'environnement et à accroître la compétitivité de l'industrie chimique, REACH encadre également le recours aux animaux pour l'évaluation des substances chimiques. Il encourage l'emploi des méthodes alternatives. Il contient des dispositions relatives au partage des données dans le but de limiter le nombre d'essais sur les animaux vertébrés. Il impose une évaluation des dossiers techniques des industriels afin de minimiser la nécessité du recours à certains types d'expérimentation sur les animaux vertébrés.

Il permet notamment à l'agence ECHA de vérifier que l'industrie respecte ses obligations et évite les essais sur les animaux vertébrés lorsque cela est inutile.

- La Recommandation de la Commission européenne du 18 juin 2007 pour des lignes directrices relatives à l'hébergement et aux soins des animaux utilisés à des fins expérimentales ou à d'autres fins scientifiques, avec une section spécifique aux primates non humains.
- La Déclaration du Parlement européen sur l'utilisation de primates dans les expériences scientifiques du 25 septembre 2007.
- La directive 2010/63/UE du Parlement européenne et du Conseil du 22 septembre 2010 relative à la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques. Ce texte a remplacé la directive 86/609/CCE et pris effet le 1er janvier 2013.

Ce dernier texte introduit des avancées importantes. Il permet notamment la diversification des catégories d'animaux protégés : certains types d'invertébrés (les céphalopodes) sont

protégés « car leur aptitude à éprouver de la douleur, de la souffrance, de l'angoisse et un dommage durable est scientifiquement démontrée ». La directive inscrit fermement les principes directeurs pour l'utilisation éthique d'animaux dans les procédures expérimentales selon la règle des « 3R ».

La Commission encourage le développement de méthodes alternatives pour les animaux qui continuent à être utilisés en laboratoire, malgré l'absence de délai lié à l'objectif d'élimination totale des tests sur les animaux.

2-Cadre réglementaire français

Les textes français découlent des textes européens.

- Signature par la France le 2 septembre 1987 de la Convention européenne sur la protection des animaux vertébrés utilisés à des fins expérimentales ou à d'autres fins scientifiques du 18 mars 1986.
- La directive n° 86/609/CEE du 24 novembre 1986 a été transposée dans l'ordre juridique français par le décret 87--848 du 19 octobre 1987, modifié par le décret 2001-464 du 29 mai 2001.
- Décret n° 2001-486 du 6 juin 2001 portant publication de cette Convention.
- La directive 2010/63/UE du 22 septembre 2010 et a été retranscrite en droit français via le décret n° 2013-118 et ses arrêtés d'application du 1er février 2013. La nouvelle directive UE est applicable en France depuis le 1er janvier 2013.

En France, il existe un contrôle des recherches pratiquées sur des animaux. Celles-ci ne sont licites que si les expérimentations obtiennent l'autorisation préalable de l'étude par un comité éthique en expérimentation animale agréé par le ministère chargé de la recherche. Toutefois, le rôle de garde-fou des comités éthiques est souvent remis en cause. Il est souvent affirmé qu'ils ne remplissent pas leur rôle.

Il doit aussi y avoir justification par les expérimentateurs de leurs choix : la finalité de l'expérience doit correspondre aux domaines listés dans l'article R 214-105 du code rural.

Le respect des exigences de compétence des expérimentateurs doit être avancé. Les expériences doivent être conçues et réalisées par une personne titulaire d'un titre, d'un diplôme et d'une formation spéciale en matière d'expérimentation animale qui soit reconnu par un agrément interministériel.

L'obtention d'un agrément interministériel par l'établissement de recherche est obligatoire. Les chercheurs ont aussi l'obligation d'utiliser les méthodes alternatives disponibles. Les chercheurs doivent utiliser un niveau adéquat d'analgésie et d'anesthésie. Le comité d'éthique peut toutefois accorder des dérogations dans ce domaine.

3-Contrôle des expérimentations

La directive UE de 2010 exige que « les États membres effectuent des inspections régulières », dont une partie doit être conduite sans avertissement préalable. En France, ces inspections sont conduites par les vétérinaires-inspecteurs des Directions départementales de protection des populations (DDPP) qui soumettent un rapport des infractions constatées au Préfet. Indépendamment des sanctions pénales auxquelles les contrevenants s'exposent, le Préfet, après mise en demeure de l'intéressé de se conformer aux exigences prescrites, peut, si ce dernier n'a pas satisfait à ses injonctions dans le délai prescrit, prononcer la suspension ou le retrait immédiat des agréments d'établissement ou de l'autorisation nominative d'expérimenter.

S'il existe un motif de préoccupation, la Commission européenne peut effectuer un audit de contrôle des autorités nationales.

4-Promouvoir des méthodes alternatives

La Commission Européenne soutient la recherche en matière de protection animale, notamment des projets visant à développer des méthodes alternatives à l'expérimentation animale. Elle abrite le European Union Reference Laboratory for alternatives to animal testing (EURL-ECVAM), laboratoire de référence de l'UE sur les méthodes alternatives à l'expérimentation animale. Lancé en 1991 au sein du Centre Commun de Recherche (Joint Research Centre), l'EURL-ECVAM ne travaille pas directement sur le bien-être des animaux mais sur des méthodes d'essai alternatives.

L'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA), dans le cadre de ses activités d'évaluation des risques liés aux produits chimiques et à l'alimentation humaine et animale, publie des avis scientifiques et émet des recommandations sur les approches alternatives utilisables selon les principes de la règle des « 3R » afin de réduire le recours aux animaux de laboratoires et leur souffrance.

D'autres organismes internationaux publient des recommandations et documents d'orientation relatifs au bien-être des animaux, notamment l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE).

En juillet 2007, le ministère chargé de la recherche et l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) ont mis en place la plateforme française pour le développement des méthodes alternatives en expérimentation animale (FRANCOPA), sous la forme d'un Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS). Celui-ci œuvre à identifier et promouvoir les méthodes alternatives permettant de réduire ou supprimer l'expérimentation animale à des fins de recherche et d'enseignement ainsi que dans le cadre du contrôle de la sécurité des produits de santé, alimentaires, cosmétiques et chimiques.

De plus, l'Association française des sciences et techniques de l'animal de laboratoire (AFSTAL) œuvre pour la diffusion des connaissances et techniques relatives à l'expérimentation animale. Aussi, l'association OPAL (Recherche expérimentale et protection de l'animal de laboratoire) œuvre pour la promotion des méthodes substitutives.

Des actions sont possibles à tous les niveaux. Il est possible d'écrire au député ou au sénateur de sa circonscription afin de dénoncer l'insuffisance de l'enseignement du droit animal applicable à l'expérimentation, l'absence de contrôles de la bonne application de la réglementation, en particulier la règle des 3R, et les conflits d'intérêts qui existent potentiellement au sein des comités éthiques.

L'adoption d'un animal issu de l'expérimentation est aussi de plus en plus répandue. Il arrive qu'en fin de protocole, les animaux soient proposés à l'adoption (article R214-112 du code rural). L'association GRAAL (Groupement de réflexion et d'action pour l'animal) donne la possibilité d'adopter ces animaux (chats, chiens, rongeurs), tandis que l'association White Rabbit s'occupe de la réhabilitation des lapins de laboratoire. Si la réhabilitation d'un animal de laboratoire est généralement une expérience gratifiante pour l'adoptant, il faut néanmoins savoir qu'il faut beaucoup de patience pour développer la socialisation de l'animal.

Notons que l'association HARE (Human against rabbit exploitation) s'est constituée au Royaume-Uni et aux États-Unis pour s'opposer à l'usage des lapins dans les laboratoires. Mais d'autres associations militent et ont créé des labels afin de pouvoir différencier les produits testés sur animaux et ceux qui ne le sont pas !



Figure 35. Exemple de labels militant la non-expérimentation animale (le-monde-des-lapins.fr)

Le bien connu logo cruelty free est entré dans nos mœurs et il est évident que le lapin dessiné n'aide pas le grand public à se défaire de l'image du lapin souffrant en cage lors d'expérimentations.

Ainsi, avec les études sur les tissus, les cellules et les molécules, l'utilisation des modèles animaux fait partie des principaux outils à la disposition du biologiste pour interroger et comprendre le vivant. Elle seule permet d'étudier les réponses intégrées d'un organisme ainsi que les interactions entre cellules, tissus et organes qui le composent. Elle seule permet aussi, sans recourir à l'expérimentation sur l'homme, d'analyser les causes des maladies, d'envisager des traitements et d'en tester l'efficacité. Au fondement de toute expérimentation animale, il y a un organisme qui va servir de modèle à un autre, plus sensible, moins accessible ou plus difficilement manipulable.

III- Le NAC en développement

A-Attente des propriétaires d'animaux de compagnie

L'utilisation des animaux comme animaux de compagnie est l'une des relations humaines-animaux les plus intimes. Le maintien des animaux de compagnie entraîne de nombreuses interactions mutuelles et dynamiques entre les personnes et les animaux, qui ont des répercussions positives et négatives sur la santé publique, l'économie, l'écologie, la conservation et le bien-être des animaux.

Des chercheurs ont montré les impacts de la présence d'un animal sur la production d'hormones intervenant à la fois sur le plan psychique et physique, telles que l'ocytocine (facteur de bien-être), le cortisol (hormone du stress) et même l'insuline. Une influence dont sont conscients les possesseurs d'animaux qui apprécient leur compagnie apaisante, sécurisante, voire consolatrice.

Non seulement le marché des animaux de compagnie est porteur économiquement, mais il est aussi très innovant et en développement constant. L'intérêt toujours grandissant pour les animaux poussent les entreprises et industries du secteur à toujours proposer des offres et des services de plus en plus en adéquation avec la demande des propriétaires d'animaux et cherchent à faciliter la vie des maîtres mais aussi de leurs compagnons domestiques. Du toilettage aux assurances santé et maladie, en passant par des services de psychologie comportementale, de pompes funèbres ou encore de services de garde personnalisés, tout un pan de l'économie se développe grâce à ce fructueux marché des animaux de compagnie dont celui du lapin.

Cela se traduit aussi par une consommation croissante de produits d'hygiène et de soin, mais aussi par une augmentation des frais vétérinaires : certains maîtres n'hésitent pas à dépenser beaucoup pour sauver leur petit animal lorsqu'il tombe malade, comme ils peuvent le faire pour un chien ou un chat.

Dans cette optique, des branches vétérinaires se sont développées dans les NAC. Des associations ont été créées telles que RévelNAC ou bien l'AEMV. La première est une association regroupant des vétérinaires exerçant en clientèle NAC sans toutefois être diplômés. La seconde regroupe des vétérinaires ayant pour projet d'améliorer les soins des petits mammifères dont le lapin.

D'autres vétérinaires sont spécialistes et exercent exclusivement en clientèle NAC révélant la place ancrée de ces animaux en France. Parmi les formations diplômantes nous pouvons citer : ECZM (European College ou Zoological Medicine), ACZM (American College ou Zoological Medicine), EBVS (European Board of Veterinary Specialisation) ou l'ABVP (American Board of Veterinarian Practitioners).

La place du lapin en tant qu'animal de compagnie s'ouvre au grand public. La relation lapin-propriétaire se rapproche de plus en plus de ce que l'on peut attendre avec un chien ou un chat. Même des événements sportifs d'agility voient le jour (figure 36).



Figure 36. Lapin faisant du kaninhop (linternaute.com)

B-Un compagnon écologique ?

Dans une recherche du compagnon idéal, les propriétaires se tournent vers des espèces respectant leurs propres convictions. Dans la mesure où les propriétaires de lapin sont de jeunes urbains cela a du sens que ce compagnon respecte les dogmes écologiques.

Alors que les chats et les chiens sont le plus souvent nourris avec des aliments industriels issus de l'élevage intensif d'autres animaux, les lapins sont, eux, des herbivores. Les études convergent vers le fait qu'il est écologiquement préférable de nourrir un compagnon herbivore que carnivore.

Pierre Rigaux explique en effet qu'il est écologiquement préférable de nourrir un compagnon herbivore que carnivore (Étonnants lapins, Pierre Rigaux, 2020). Même quand les granulés donnés ne sont pas issus de cultures écologiques, ils restent théoriquement issus de végétaux, dont la production est bien moins néfaste pour la planète que celle de la viande. La litière du lapin est, elle, totalement compostable.

D'autre part, aux espèces sauvages et à la biodiversité, les animaux de compagnie peuvent être néfaste. Les chats domestiques sont régulièrement accusés de causer des ravages parmi les oiseaux, les chauves-souris, les papillons et autres petits animaux des jardins et des campagnes. Les lapins domestiques quant à eux mangent de l'herbe. Il y a peu de risque qu'un lapin ramène une hirondelle à son propriétaire.

Pour ceux qui souhaitent une compagnie animale, on peut estimer que le choix d'accueillir un lapin est cohérent avec celui de ne pas consommer de produits animaux pour des raisons éthiques et écologiques.

C-Place paradoxale du lapin

Finissons ce travail par questionner de nouveau la place paradoxale qu'a le lapin. Les lapins sont aussi menacés, chassables et déclarés nuisibles. Ils sont perçus de façon ambivalente, et sont considérés comme faisant partie de la faune locale, sans que l'on cherche à les éradiquer.

Rappelons que les lapins étaient considérés comme nuisibles pour l'agriculture, avant leur déclin dû à la myxomatose dans les années 1950. Auparavant en Grande-Bretagne, les pertes de récoltes dues aux lapins se chiffraient à 50 millions de livres par an.

Le cas très connu est celui de l'Australie. Des lapins ont d'abord été importés pour la chasse au XIX^{ème} siècle. Ils se développèrent abondamment. Tous les moyens possibles et imaginables ont alors été déployés pour les éliminer, dont l'introduction de différents virus en particulier celui de la myxomatose en 1950 (cuniculture.info). Après quelques années, une partie des lapins se sont immunisés. Vient ensuite la RHD (maladie hémorragique virale du lapin). Les autorités australiennes ont renouvelé l'expérience en introduisant en 1996 le RHDV. Comme il perdait son effet avec le temps, le RHDV2 fut introduite dans les années 2010 et s'est répandu.

Depuis 2010, la RHD à RHDV2 se répand aussi en Europe où il est considéré comme très problématique pour les populations de lapin et de lièvres. Quant aux lâchers volontaires de virus, ils n'existent pas qu'en Australie. Les lapins de garenne ne furent pas éradiqués, mais leurs effectifs ont largement chuté, sans jamais retrouver ensuite les niveaux d'antan.

Depuis, plusieurs décennies, la régression des effectifs de lapins devient même une source de préoccupation. En France, le lapin de garenne est classé « quasi-menacé » sur la liste rouge de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature). L'agriculture intensive est principalement mise en cause comme les maladies (myxomatose et de RHD) et la chasse non raisonnée.

Les biologistes s'inquiètent de la disparition des lapins. L'Etat français autorise l'élimination des lapins de garenne par toutes sortes de moyens en considérant qu'ils sont « susceptibles

d'occasionner des dégâts ». Mais sont aussi encouragés les lâchers pour le « repeuplement » et la chasse.

Selon le contexte écologique et historique local, on cherche à les éliminer ou au contraire à les protéger, tandis que d'autres espèces de lapins sont aujourd'hui en voie de disparition sur la plupart des continents à cause du développement humain.

CONCLUSION

Ce travail de synthèse tente d'éclairer l'origine et l'évolution du lapin domestique dans toute sa diversité. Les enjeux et les attentes sont bien particuliers à chaque secteur présenté. A l'origine restreint au sud-ouest de l'Europe, la répartition du lapin a décuplé en quelques siècles de par la volonté humaine. Les lapins domestiqués ont fait l'objet d'une immense exploitation. Ils sont aujourd'hui élevés dans le monde entier.

Le lapin domestique est devenu un animal de compagnie et nous ouvre les portes du monde des NAC. Face aux enjeux d'une transition vers la végétalisation de notre alimentation, le lapin répond aux nouvelles façons de vivre de leur propriétaire.

De cette façon, même si la filière cunicole française doit répondre à des besoins de plus en plus importants des consommateurs (traçabilité, praticité, qualité), elle sera bien présente dans le monde entier. L'apport en protéine animal est un enjeu face à la pression démographique. L'élevage du lapin notamment en Afrique est un point à développer.

De plus, la recherche et l'utilisation animale est régie par un cadre réglementaire considérable. La règle des 3R constitue la base de nouvelles méthodes alternatives et de l'amélioration des conditions de maintien.

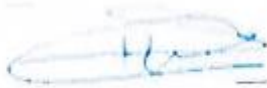
Ainsi, ces trois axes sont dirigés par les perceptions sociétales, l'Histoire et la culture. Ces derniers jouent un rôle crucial dans la transition du lapin domestique de l'état d'animal de production à celui d'un compagnon à quatre pattes, présents dans nos foyers urbains.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussigné, Stéphane BERTAGNOLI, Enseignant-chercheur, de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de MARTRECHARD Laetitia intitulée « Etude générale du lapin domestique (*Oryctolagus cuniculus*) : domestication, répartition actuelle et perspective d'avenir » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 15/11/2021
Enseignant-chercheur de l'École Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Professeur Stéphane BERTAGNOLI



Vu :
Le Président du jury
Professeur Alexis VALENTIN



Vu :
Le Directeur de l'École Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Monsieur Pierre SANS



Vu et autorisation de l'impression :
Le Président de l'Université Paul
Sabatier
Monsieur Jean-Marc BROTO
Par délégation, le Doyen de la faculté de
Médecine de Toulouse-Rangueil
Monsieur Elie SERRANO



Mme MARTRECHARD Laetitia
a été admis(e) sur concours en : 2016
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le: 06/07/2020
a validé son année d'approfondissement le: 16/09/2021
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

BIBLIOGRAPHIE

Aigner B, Besenfelder U, Seregi J, Frenyo LV, Sahin-Toth T, Brem G (1996) Expression of the murine wild-type tyrosinase gene in transgenic rabbits. *Transgenic Res* 5:405–411, PubMed

Aigner B, Besenfelder U, Müller M, Brem G (2000) Tyrosinase gene variants in different rabbit strains. *Mamm Genom* 11:700–702, Google Scholar

Anderson JA, Henck JW (1994)-The biology of the laboratory rabbit, - Elsevier, 21 - Toxicity and Safety Testing, Google Scholar

Appella E, Chersi A, Mage RG, Dubiski S (1971) Structural basis of the A14 and A15 allotypic specificities in rabbit immunoglobulin G. *Proc Natl Acad Sci USA* 68:1341–1345, PubMed

Arana A, Zaragoza P, Rodellar C, Amorena B (1989) Blood biochemical polymorphisms as markers for genetic characteristics of wild Spanish and domestic rabbits. *Genetica* 79:1, Google Scholar

Argente MJ, Merchán M., Peiró R., García M.L., Santacreu M.A., Folch J.M., Blasco A., 2010. Candidate gene analysis for reproductive traits in two lines of rabbits divergently selected for uterine capacity. *J. Anim. Sci.*, 88, 828-836, Pubmed

Argente MJ, Blasco A, Ortega JA, Haley CS, Visscher PM (2003) Analyses for the presence of a major gene affecting uterine capacity in unilaterally ovariectomized rabbits. *Genetics* 163:1061–1068, PubMed

Barone R., *Anatomie comparée des mammifères domestiques*. 1966, Google Scholar

Biju-Duval C, Ennafaa H, Dennebouy N, Monnerot M, Mignotte F, Soriguer R, El Gaaïed A, El Hili A, Mounolou J-C (1991) Mitochondrial DNA evolution in lagomorphs: origin of systematic heteroplasmy and organization of diversity in European rabbits. *J Mol Evol* 33: 92–102, Google Scholar

Bodèle C (2018) *Le Bien-être du lapin de compagnie : réglementation et aspects éthologiques du vendeur au particulier*, Thèse vétérinaire - Alfort

Bolet G, Monnerot M, Arnal C, Arnold J, Bell D, Bergoglio G, Besenfelder U, Bösze S, Boucher S, Brun JM, Chanteloup N, Ducourouble MC, Durand-Tardif M, Esteves PJ, Ferrand N, Hewitt G, Joly T, Koelh PF, Laube M, Lechevestrier S, Lopez M, Masoero G, Piccinin R, Queney G, Saleil G, Sur-ridge A, van der Loo W, Vanhommerig J, Vicente JS, Virag G, Zimmermann JM (1999) A programme for the inventory, characterisation, evaluation, conservation and utilisation of European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) genetic resources. *Animl Genet Resour Info* 25:57–70, Google Scholar

Bolet G, Brun JM, Monnerot M, Abeni F, Arnal C, Arnold J, Bell D, Bergoglio G, Besenfelder U, Bösze S, Boucher S, Chanteloup N, Ducourouble MC, Durand-Tardif M, Esteves PJ, Ferrand N, Gautier A, Haas C, Hewitt G, Jehl N, Joly T, Koelh PF, Laube T, Lechevestrier S, Lopez M, Masoero G, Menigoz JJ, Piccinin R, Queney G, Saleil G, Surr ridge A, van der Loo W, Vicente JS, Viudes de Castro MP, Virag GY, Zimmermann JM (2000) Evaluation and conservation of European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) genetic resources. First results and inferences. 7th World Rabbit Conf, Valencia, Spain, July 4–7, A:281–316, Google Scholar

Boulanger L et al. Advantages and limits of using the ubiquitous expressed EF1alpha promoter for transgenesis in vivo and in vitro in rabbit, *Transgenic Research*, Springer Verlag, 2002, 11, pp.88., Google Scholar

Boussarie D, Faivre C (2021), *La phytothérapie chez les NAC*.

Branco M, Ferrand N, Monnerot M (2000) Phylogeography of the European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in the Iberian Peninsula inferred from RFLP analysis of the cytochrome b gene. *Heredity* 85:307–317, PubMed

Branco M, Monnerot M, Ferrand N, Templeton A (2002) Postglacial dispersal of the European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) on the Iberian Peninsula reconstructed by nested clade and mismatch analyses of mitochondrial DNA genetic variation. *Evolution* 56:792–803, Google Scholar

Brandsma JL (2005) The cottontail rabbit papillomavirus model of high-risk HPV-induced disease. *Meth Mol Med* 119:217–235, Google Scholar

Breitbart F, Salmon J, Orth G (1997) The rabbit viral skin papillomas and carcinomas: a model for the immunogenetics of HPV-associated carcinogenesis. *Clin Dermatol* 15:237–247, PubMed

Bruford MW, Bradley DG, Luikart G (2003) DNA markers reveal the complexity of livestock domestication. *Nat Rev Genet* 4:900–910, PubMed

Bulliot C, 2007, Comportement du lapin de compagnie et conséquences cliniques-Communication présentée le 22 février 2007, Google

Callou C (2003) De la garenne au clapier. Étude archéozoologique du Lapin en Europe occidentale. Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle 189 Paris, France, Google Scholar

Campo MS (2002) Animal models of papillomavirus pathogenesis *Virus Res* 89:249–261, Google Scholar

Cantier et al. (1969) Allométrie de croissance chez le lapin (*Oryctolagus cuniculus*), *Annales de Biologie Animale*, 14 -2, 171-202, Google Scholar

Carneiro M., Afonso S., Geraldés A., Garreau H., Bolet G., Boucher S., Tircazes A., Queney G., Nachman M.W., Ferrand N., 2011. The genetic structure of domestic rabbits. *Mol. Biol. Evol.*, 28, 1801-1816, Google Scholar

Carneiro M., Rubin C.J., Di Palma F., Albert F.W., Alföldi J., Barrio A.M., Pielberg G., Rafati N., Sayyab S., Turner-Maier J., Younis S., Afonso S., Aken B., Alves J.M., Barrell D., Bolet G., Boucher S., Burbano H.A., Campos R., Chang J.L., Duranthon V., Fontanesi L., Garreau H., Heiman D., Johnson J., Mage R.G., Peng Z., Queney G., Rogel Gaillard C., Ruffier M., Searle S., Villafuerte R., Xiong A., Young S., Forsberg-Nilsson K., Good J.M., Lander E.S., Ferrand N., Lindblad-Toh K., Andersson L., 2014. Rabbit genome analysis reveals a polygenic basis for phenotypic change during domestication. *Science*, 345, 1074-1079, Google Scholar

Carneiro M., Hu D., Archer J., Feng C., Afonso S., Chen C., Blanco-Aguilar J.A., Garreau H., Boucher S., Ferreira P.G., Ferrand N., Rubin Andersson L., 2017. Dwarfism and Altered Craniofacial Development in Rabbits Is Caused by a 12.1 kb Deletion at the *HMGA2* locus. *Genetics*, 205, 955-965. DOI: 10.1534/genetics. 116.196667, Google Scholar

Castle WE (1933) Linkage interrelations of three genes for rex (short) coat in the rabbit. *Proc Nat Acad Sci* 19: 1006–1011, [Google Scholar](#)

Castle WE (1929) The rex rabbit. *Journ Heredity* 20: 193–199, [Google Scholar](#)

Cazenave PA, Benammar A, Sogn JA, Kindt TJ (1987) Immuno-globulin genes in the feral rabbit. In: Dubiski S (ed) *The rabbit in Contemporary Immunological Research*. Longman Sci & Tech, Wiley, New York, pp 148–163, [Google Scholar](#)

Chan FPH, Sergovitch FR, Shaver EL (1977) Banding patterns in mitotic chromosomes of the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Can J Genet Cytol* 19:625–632, [Google Scholar](#)

Chantry-Darmon C, Rogel-Gaillard C, Bertaud M, Urien C, Perrocheau M, Chardon P, Hayes H (2003) 133 new gene localizations on the rabbit cytogenetic map. *Cytogenet Genom* 103:192–201, [Google Scholar](#)

Chantry-Darmon C, Urien C, Hayes H, Bertaud M, Chadi-Taourit S, Chardon P, Vaiman D, Rogel-Gaillard C (2005) Construction of a cytogenetically anchored-microsatellite map in rabbit. *Mamm Genom* 16:442–459, [Google Scholar](#)

Chantry-Darmon C, Rogel-Gaillard C, Bertaud M, Urien C, Perrocheau M, Hayes H, Chardon P, Hayes H (2005b) Expanded comparative mapping between man and rabbit and detection of a new conserved segment between HSA22 and OCU4. *Cytogenet Genom Res* 11:134–139, [Google Scholar](#)

Chantry-Darmon C, Urien C, Rochambeau H, Allain D, Pena B, Hayes H, Grohs C, Cribiu EP, Deretz-Picoulet S, Larzul C, Save JC, Neau A, Chardon P, Rogel-Gaillard C (2006) A first generation microsatellite-based integrated genetic and cytogenetic map for the European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) and localization of angora and albino. *Anim Genet* 37:335–341, [Google Scholar](#)

Charlezl A (2008) *Le statut juridique du lapin sauvage*, Mission conseil juridique de l'ONCFS – Paris, [Research Gate](#)

Chen S.Y., Zhang W.X., Zhang G.W., Peng J., Zhao X.B., Lai S.J., 2013. Case-control study and mRNA expression analysis reveal the MyD88 gene is associated with digestive disorders in rabbit. *Anim. Genet.*, 44, 703-710, [PubMed](#)

- Chesné P, Adenot PG, Viglietta C, Baratte M, Boulanger L, Renard J-P (2002) Cloned rabbits produced by nuclear transfer from adult somatic cells. *Nat Biotechnol* 20:366–369, PubMed
- Christians E, Rao VH, Renard J-P (1994) Sequential acquisition of transcriptional control during early embryonic development in the rabbit. *Dev Biol* 164:160–172, PubMed
- Cianfriglia M, Miggianno VC, Meo T, Muller HJ, Muller E, Bat-tistuzzi G (1979) Evidence for synteny between the rabbit HPRT, PGK and G6PD in mouse x rabbit somatic cell hybrids. *Human Gene Mapping 5. Cytogenet Cell Genet* 25:142, Google Scholar
- Clutton-Brock J (1987) *A Natural History of Domesticated Mammals*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, Google Scholar
- Clutton-Brock J (1992) Domestication of animals. In: Jones S, Martin R, Pilbeam D (eds) *The Cambridge Encyclopedia of Human Evolution*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp 380–385, Google Scholar
- Clop et al. (2006) A mutation creating a potential illegitimate microRNA target site in the myostatin gene affects muscularity in sheep, *Nature Genetics* volume 38, pages 813–818, Google Scholar
- Combes S., Fortun-Lamothe L., Cauquil L., Gidenne T., 2011. Piloter l'écosystème digestif du lapin : pourquoi, quand et comment ? *J. Rech. Cunicoles*, 14, 33-48, Google Scholar
- Committee for Standardized Karyotype of *Oryctolagus cuniculus* (1981) Standard karyotype of the laboratory rabbit. *Cytogenet Cell Genet* 31:240–248, Google Scholar
- Coudert P, Rideaud P, Kpodekon M (1999) Pasteurellosis in the Rabbit: present situation. *World Rabbit Sci* 7:7, Google Scholar
- Coudert P, Jobert JL, Larour G, Guittet M (2003) Relation entre l'entéropathie épizootique du lapin (EEL) et l'infestation par les coccidies: enquête épidémiologique. *Proc 10th Journées de la Recherche Cunicole*, Paris, France, pp 239–241, Google Scholar
- Crew FAE, Auerbach C (1939) Rex: a dominant autosomal monogenic coat texture character in the mouse. *J Genet* 38:341–344, Google Scholar
- Dewree R, Drion P (2004) Towards a better use of the rabbit as an experimental model: review and perspectives, Google Scholar

Digard P , Coen DM (1990) A novel functional domain of an alpha-like DNA polymerase. The binding site on the herpes simplex virus polymerase for the viral UL42 protein. *Journal of Biological Chemistry – Elsevier*, Google Scholar

Diribarne M., Mata X., Chantry-Darmon C., Vaiman A., Auvinet G., Bouet S., Deretz S., Cribiu E., De Rochambeau H., Allain D., Guerin G., 2011. A Deletion In Exon 9 Of The LIPH Gene Is Responsible For The Rex Hair Coat Phenotype In Rabbits (*Oryctolagus Cuniculus*). *Plos ONE*, 6, E19281, PubMed

Douzery EJP, Huchon D (2004) Rabbits, if anything, are likely Glires. *Mol Phylogenet Evol* 33:922–935, PubMed

Drexel C (2020) Pourquoi les cochonq d'Inde vont-ils sauver la planète ?

Drouet-Viard F, Fortun-Lamothe L (2001) Alimentation et immunité. Rappels sur l'organisation et le fonctionnement du système immunitaire. Quelques particularités du lapin. Paris, World Rabbit Science, Vol.9, 9ème Journée De la Recherche Cunicole, Google Scholar

Dutrillaux B, Viegas-Péquignot E, Couturier J (1980) Great homology of chromosome banding of the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) and primates, including man (author's transl). *Ann Genet* 23:22–25, Google Scholar

Eady SJ, Garreau H, Hurtaud J (2003) Heritability of resistance to bacterial infection in commercial meat rabbit populations. *Proc 8th World Rabbit Congr*, Puebla, Mexico, September 7–10, pp 51–56, Google Scholar

Echard G (1973) Bandes chromosomiques de type G chez le lapin domestique (*Oryctolagus cuniculus*). *Ann Genet* 5:425–434, Google Scholar

Echard G, Gellin J, Benne F, Gillois M (1981) The gene map of the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*L.). I. Synteny between the rabbit gene loci coding for HPRT, PGK, G6PD and GLA: their localization on the X chromosome. *Cytogenet Cell Genet* 29:176–183, PubMed

Echard G, Gellin J, Gillois M (1982) The gene map of the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*L.). II Analysis of the segregation of 11 enzymes in rabbit x hamster somatic cell hybrids: two syntenic groups, LDHB-TPI and LDHA-ACP2. *Cytogenet Cell Genet* 34:289–295, Google Scholar

- Estellé J, Sastre Y, Merchan M, Peiro R, Santacreu MA, Folch JM (2006) TIMP-1 as candidate gene for embryo survival in two divergent lines selected for uterine capacity in rabbits. *Mol Reprod Dev* 73:678–384, PubMed
- Esteves PJ, Lanning D, Ferrand N, Knight KL, Zhai SK, van der Loo W (2004) Allelic Variations at the VHa Locus in Natural Populations of Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*, L). *J Immunol* 172:1044–1053, Google Scholar
- Esteves PJ, Carmo C, Godinho R, van der Loo W (2006) Genetic diversity at the hinge region of the unique immunoglobulin heavy gamma (IGHG) gene in leporids (*Oryctolagus*, *Sylvilagus* and *Lepus*). *Intl J Immunogenet* 33:171–177, Google Scholar
- Fan J, Watanabe T (2003) Transgenic rabbits as therapeutic protein bioreactors and human disease models. *Pharmacol Therap* 99:261–283, Google Scholar
- Fang ZF, Gai H, Huang YZ, Li SG, Chen XJ, Shi JJ, Wu L, Liu A, Xu P, Sheng HZ (2006) Rabbit embryonic stem cell lines derived from fertilized, parthenogenetic or somatic cell nuclear transfer embryos. *Exp Cell Res* 312:3669–3682, PubMed
- Ferrand N, Branco M (2006) The evolutionary history of the European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*): major patterns of population differentiation and geographic expansion inferred from protein polymorphism. In: Weiss S, Ferrand N (eds) *Phylogeography of Southern European Refugia*. Springer, Amsterdam, The Netherlands, pp 207–235, Google Scholar
- Fontanesi L., 2016. The rabbit in the genomics era: applications and perspectives in rabbit biology and breeding. In: 11th World Rabbit Congress, Qingdao, China, 3-18, PubMed
- Fontanesi L., Tazzoli M., Beretti F., Russo V., 2006. Mutations in the melanocortin 1 receptor (MC1R) gene are associated with coat colours in the domestic rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Anim. Genet.*, 37, 489-493, Google Scholar
- Fontanesi L., Forestier L., Allain D., Scotti E., Beretti F., Deretz-Picoulet S., Pecchioli E., Vernesi C., Robinson T.J., Malaney J.L., Russo V., Oulmouden A., 2010a. Characterization of the rabbit agouti signaling protein (ASIP) gene: transcripts and phylogenetic analyses and identification of the causative mutation of the nonagouti black coat colour. *Genomics*, 95, 166-175, Google Scholar

Fontanesi L., Scotti E., Colombo M., Beretti F., Forestier L., Dall'Olio S., Deretz S., Russo V., Allain D., Oulmouden A., 2010b. 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.*, 11, 59, Scholar

.Fontanesi L., Scotti E., Frabetti A., Fornasini D., Piccone A., Russo V., 2011. Identification of polymorphisms in the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) myostatin (MSTN) gene and association analysis with finishing weight in a commercial rabbit population. *Anim. Genet.*, 42, 339, Google Scholar

Fontanesi L., Dall'Olio S., Spaccapaniccia E., Scotti E., Fornasini D., Frabetti A., Russo V., 2012a. A single nucleotide polymorphism in the rabbit growth hormone (GH1) gene is associated with market weight in a commercial rabbit population. *Livest. Sci.*, 147, 84-88, PubMed

Fontanesi L., Mazzoni G., Bovo S., Frabetti A., Fornasini D., Dall'Olio S., Russo V., 2012b. Association between a polymorphism in the IGF2 gene and finishing weight in a commercial rabbit population. *Anim. Genet.*, 43, 651-652, PubMed

Fontanesi L., Scotti E., Cisarova K., Di Battista P., Dall'Olio S., Fornasini D., Frabetti A., 2013. A missense mutation in the rabbit melanocortin 4 receptor (MC4R) gene is associated with finishing weight in a meat rabbit line. *Anim. Biotechnol.*, 24, 268-277, PubMed

Fontanesi L., Vargiolu M., Scotti E., Latorre R., Fausone Pellegrini M.S., Mazzoni M., Asti M., Chiocchetti R., Romeo G., Clavanzani P., De Giorgio R., 2014. The KIT gene is associated with the English spotting coat color locus and congenital megacolon in Checkered Giant rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *PLoS One*, 9, e93750, PubMed

Fontanesi L., Sparacino G., Utzeri V.J., Scotti E., Fornasini D., Dall'Olio S., Frabetti A., 2016. Identification of polymorphisms in the rabbit Growth Hormone Receptor(GHR) gene and association with finishing weight in a commercial meat rabbit line. *Anim. Biotechnol.*, 27, 77-83, Google Scholar

Fox (1974), *The Rabbit, Oryctolagus cuniculus*, *Handbook of Genetics* pp 309-328, Google Scholar

Fox (1984) *The rabbit as a research subject* *Physiologist* 27:393–402, PubMed

Fox (1994) Taxonomy and genetics. In Manning PJ, Ringler DH, Newcomer CE (eds) *The Biology of the Laboratory Rabbits*, 2nd edn. Academic Press, San Diego, pp 1–25, Google Scholar

García M.L., Peiró R., Argente M.J., Merchán M., Folch J.M., Blasco A., Santacreu M.A., 2010. Investigation of the oviductal glycoprotein 1 (OVGP1) gene associated with embryo survival and development in the rabbit. *J. Anim. Sci.*, 88, 1597-1602, PubMed

Gardeisen A, Valenzuela-Lamas S (2004) À propos de la présence de lapins en contexte gallo-romain à Lattara (Lattes, Hérault, France), Petits animaux et sociétés humaines. Du complément alimentaire aux ressources utilitaires. XXIVe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, Éditions APDCA, Antibes, Google Scholar

Garreau H, Piles M, Larzul C, Baselga M, de Rochambeau H (2004) Selection of maternal lines: last results and prospects. *Proc 8th World Rabbit Congr*, Pueblo, Mexico, September 7–10, pp 14–28, Google Scholar

Garreau H, Licois D, Rupp R, de Rochambeau H (2006) Genetic variability of the resistance to Epizootic Rabbit Enteropathy (ERE). *Proc 8th World Congr on Genet Appl Livestock Prod*, Belo Horizonte, Brazil, August 13–18, pp15–28, Google Scholar

Garreau H, Hurtaud J, Saleil G, Esparbié J, Falières, Theau-Clément M, Bodin L, (2008), Canalising selection on within litter variability of birth weight in rabbits: responses to selection and characteristics of the uterus of the does, 9th World Rabbit Congress – June 10-13 – Verona, Google Scholar

Garreau H, Gunia M (2018), La génomique du lapin : avancées, applications et perspectives 31 (1), 13-22, Google Scholar

Gellin J, Dalens M, Echard G, Hatey F (1983) Carte génique du lapin (*Oryctolagus cuniculus*): synténie entre les gènes utéroglobin, lactate deshydrogenase A et phosphatase acide 2. *Genet Sel Evol* 15:489–494, Google Scholar

Geraldes A, Rogel-Gaillard C, Ferrand N (2005) High levels of nucleotide diversity in the European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) SRY gene. *Anim Genet* 36:349–351, Google Scholar

Geraldes A and Ferrand N (2006) A 7-bp insertion in the 3' untranslated region suggests the duplication and concerted evolution of the rabbit SRY gene. *Genet Sel Evol* 38:313–320, Google Scholar

Gidenne T, *Le lapin : De la biologie à l'élevage* (2015)

Gissi C, Gullberg A, Arnason U (1998) The complete mitochondrial DNA sequence of the rabbit, *Oryctolagus cuniculus*. *Genomics* 50:161–169, Google Scholar

Gondret F, (1997), *Caractéristiques des fibres musculaires et des lipides intramusculaires chez le lapin : effets de l'âge et de l'alimentation*, Thèse de doctorat en Sciences biologiques et fondamentales appliquées., Google Scholar

Gore-Langton R, Daniel S (1999) *Encyclopedia of Reproductive Technologies*, Chapter In Vitro Fertilization—Historical Development, Google Scholar

Grassé PP, Dekeyser PL - *Traité de zoologie*, 1955, Google Scholar

Graves KH, Moreadith RW (1993) Derivation and characterization of putative pluripotential embryonic stem cells from preimplantation rabbit embryos. *Mol Reprod Dev* 36:424–433, PubMed

Gunia M., David I., Hurtaud J., Maupin M., Gilbert H., Garreau H., 2015. Resistance to infectious diseases is a heritable trait in rabbits. *J. Anim. Sci.*, 93, 5631-5638, Google Scholar

Gunia M., Lantier F., Babilliot J.M., Balmisse E., Bed'hom B., Belmonte E., Bertagnoli S., Boucher S., Breton S., Chambellon E., Chaumeil T., Coisne F., Delaunay R., Fadeau A., Guitton E., Helies V., Hurtaud J., Jardet D., Kempf F., Lantier I., Lavillate S., Le Cren D., Lenoir G., Le Normand B., Marais C., Maupin M., Morin H. , Poncet C., Pujol S., Robert R., Rossignol C., Ruesche J., Sarce F., Thiebot C., Helloin E., Garreau H., 2017. Premiers resultats du projet relapa : genomique pour la resistance genetique des lapins a la pasteurellose. *J. Rech. Cunicoles*, 17, 151-154, PubMed

Hageltorn M, Gustavsson I (1979) Identification by banding techniques of the chromosomes of the domestic rabbit (*Oryctolagus cuniculus* L). *Hereditas* 90:269–279, PubMed

Han R, Breitburd F, Marche PN, Orth G (1992) Linkage of regression and malignant conversion of rabbit viral papillomas to MHC class II genes. *Nature* 356:66–68, Google Scholar

- Hardy C, Casane D, Vigne JD, Callou C, Dennebouy N, Mounolou JC, Monnerot M (1994) Ancient DNA from Bronze Age bones of European rabbit, (*Oryctolagus cuniculus*). *Experientia* 50:564–570, PubMed
- Hardy C, Callou C, Vigne JD, Casane D, Dennebouy N, Mounolou JC, Monnerot M (1995) Rabbit mitochondrial DNA diversity from prehistoric to modern times. *J Mol Evol* 40:227–237, PubMed
- Hernandez P, Arino B, Pla M, Blasco A (2006) Comparison between rabbit lines for sensory meat quality. *Proc 8th World Congr on Genet Appl Livestock Prod, Belo Horizonte, Brazil, August 13–18*, pp 13–14, Google Scholar
- Hervieu B (1996), *Les agriculteurs, Que sais-je ? n° 3048*, Paris, Presses universitaires de France, 1996, 128, Google Scholar
- Houdebine L-M (2002) Animal transgenesis : recent data and perspectives. *Biochimie*, 84:1137–1141, PubMed,
- Ifop pour Franceagrimer et le Comité lapin interprofessionnel pour la promotion des produits français (Clipp), « Étude sur l'image de la viande de lapin et de la filière cunicole ».
- Ignatowski et al. (1908) Influence of animal food on the organism of rabbits, Research Gate
- Issa M, Atherton GW, Blank CE (1968) The chromosomes of the domestic rabbit, *Oryctolagus cuniculus*. *Cytogenetics* 7:361–375, PubMed
- Jones JR, Duff JP (2001) Rabbit epizootic enterocolitis. *Vet Rec* 149:532, PubMed
- Kambadur et al. (1997) Mutations in myostatin (GDF8) in double-muscled Belgian Blue and Piedmontese cattle, *Genome Res.* 1997. 7: 910-915, Cold Spring Harbor Laboratory Press, Google Scholar
- Kindo A (2017) Systèmes de production cunicole et déterminants de la consommation de la viande de lapins dans la ville de Bobo-Dioulasso, Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche scientifique et de l'innovation (MESRSI), Université Nazi Boni, Institut du développement rural. Google

Korstanje R, O'Brien PC, Yang F, Rens W, Bosma AA, van Lith HA, van Zutphen LF, Ferguson-Smith MA (1999) Complete homology maps of the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) and human by reciprocal chromosome painting. *Cytogenet Cell Genet* 86:317–322, PubMed

Korstanje R, Gillissen GF, Kodde L P, Den Bieman M, Lankhorst A, Van Zutphen LF, van Lith HA (2001a) Mapping of microsatellite loci and association of aorta atherosclerosis with LGVI markers in the rabbit. *Physiol Genom* 6:11–18, Google Scholar

Korstanje R, Gillissen GF, den Bieman MG, Versteeg SA, van Oost B, Fox RR, van Lith HA, van Zutphen LF (2001b) Mapping of rabbit chromosome 1 markers generated from a microsatellite-enriched chromosome-specific library. *Anim Genet* 32:308–312, Google Scholar

Korstanje R, Gillissen GF, Versteeg SA, van Oost BA, Bosma AA, Rogel-Gaillard C, van Zutphen LF, van Lith HA (2003) Mapping of rabbit microsatellite markers using chromosome-specific libraries. *J Hered* 94:161–169, PubMed

Kpodékon M, Rideaud P, Coudert P (1999) Pasteurellose du lapin: revue. *Revue de Médecine Vétérinaire* 150:221–232, Google Scholar

Krane DE, Clark AG, Cheng J-F, Hardison RC (1991) Subfamily relationships and clustering of rabbit C repeats. *Mol Biol Evol* 8:1–30, PubMed

Kreider JW, Bartlett GL (1981) The Shope papilloma carcinoma complex of rabbits: a model system of neoplastic progression and spontaneous regression. *Adv Cancer Res* 35:81–110, PubMed

Lagercrantz U, Ellegren H, Andersson L (1993) The abundance of various polymorphic microsatellite motifs differs between plants and vertebrates. *Nucl Acids Res* 21:1111–1115, PubMed

Lagziel et al. (1996) Association between SSCP haplotypes at the bovine growth hormone gene and milk protein percentage, *Genetics*, Volume 142, Issue 3, 1 March 1996, Pages 945–951, Google Scholar

Lebas F, Coudert P, de Rochambeau H, Thébault RG (1997) *The Rabbit — Husbandry, Health and Production*. FAO Animal Production and Health Series No. 21, FAO Publ, Rome, Italy, Google Scholar

Lebas F, Coudert P (1997) Entérocólite: les données récentes. *Cuniculture* 24:269–272, Google Scholar

Leforestier E, 2015, Plumes et poils en mode proximité, Pet Market, Google

Lefranc MP, Pommié C, Kaas Q, Duprat E, Bosc N, Guiraudou D, Jean C, Ruiz M, Da Piédade I, Rouard M, Foulquier E, Thouvenin V, Lefranc G (2005) IMGT unique numbering for immunoglobulin and T cell receptor constant domains and Ig superfamily C-like domains. *Dev Comp Immunol* 29:185–203, PubMed

Lemieux N, Dutrillaux B (1992) New gene assignments to rabbit chromosomes ; implications for chromosome evolution. *Cytogenet Cell Genet* 61:132–134, PubMed

Lenoir G, Maupin M, Leloire C, Garreau H (2013) Analyse de la longévité des lapines d'une lignée commerciale, Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans, France, Google Scholar

Letty J, Hivert J, Queneyg, Aubinau J, Monnerot M, Marchandea S (2003) Évaluation de l'introgression génétique suite à un renforcement de population chez le lapin de garenne , Les Actes du BRG, 4 (2003) 101-114 © BRG, Research Gate

Li S, Chen X, Fang Z, Shi J, Sheng HZ (2006) Rabbits generated from fibroblasts through nuclear transfer. *Reproduction* 131:1085–1090, PubMed

Licois D, Wyers M, Coudert P (2005) Epizootic Rabbit Enteropathy experimental transmission and clinical characterization. *Vet Res* 36:601–613 PubMed

Litt M, Luty JA (1989) A hypervariable microsatellite revealed by in vitro amplification of a dinucleotide repeat within the cardiac muscle actin gene. *Am J Hum Genet* 44:397–401, PubMed

Liu Y.F., Zhang G.W., Xiao Z.L., Yang Y., Deng X.S., Chen S.Y., Wang J., Lai S.J., 2013. Single Nucleotide Polymorphisms of NLRP12 Gene and Association with Non-specific Digestive Disorder in Rabbit. *Asian- Australas J. Anim. Sci.*, 26, 1072-1079, Google Scholar

Liu W.C., Chen S.Y., Jia X.B., Wang J., Lai S.J., 2014. Effects of variants in proopiomelanocortin and neuropeptide y genes on growth, carcass, and meat quality traits in rabbits. *Asian-Australas J. Anim. Sci.*, 27, 609-615, Google Scholar

- Liu W.C., Zeng Y., Chen S.Y., Jia X. B., Lai S.J., 2017. The polymorphism and gene expression of chemokine receptor 6 is associated with digestive disorders in rabbits. *Indian J. Anim. Res.*, 51, 269-274, Google Scholar
- Lopez-Martinez N (2006) The lagomorph fossil record and the origin of the wild rabbit. In: Hackländer K, Alves PC, Ferrand N, (eds) *Lagomorph Biology: Ecology, Evolution and Conservation*. Springer, Amsterdam, The Netherlands, pp 27–46, Google Scholar
- Lush (1937) The virus of infectious myxomatosis of rabbits on the chorioallantoic membrane of the developing egg. *Australian Journal of Experimental Biology & Medical Science*. Vol. 15 Issue 2, p131-139. 9p. 1 Diagram, 4 Charts, Google Scholar
- Loussouarn V, 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, Google Scholar
- McPherron AC, Lee SJ (1997) Double muscling in cattle due to mutations in the myostatin gene, *PNAS* November 11, 1997 94 (23) 12457-12461, Google Scholar
- Mahoney CE, Picciano SR, Burton KM, Martin-DeLeon PA (1988) Regional mapping of the creatine kinase b (CKBB) gene in rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) and man using a rat DNA probe. *Cytogenet Cell Genet* 48:160–163, PubMed
- Mäkitaipale J et al. (2015) Health survey of 167 pet rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in Finland. *Veterinary Record*. Vol 177 n° 16 : p418, Google Scholar
- Manes C (1973) The participation of the embryonic genome during early cleavage in the rabbit. *Dev Biol* 32:753–759, Google Scholar
- Manning PJ, Ringler DH, Newcomer CE (eds) (1994) *The Biology of the Laboratory Rabbits*, 2nd edn. Academic Press, San Diego, Google Scholar
- Marin C, Arino B, Blasco A, Hernandez P (2006) Rabbit line comparison for lipid content, lipolytic activities and fatty acid composition of leg meat and perirenal fat. *Proc 8th World Congr on Genet Appl Livestock Prod*, Belo Horizonte, Brazil, August 13–18, pp 13–19, Google Scholar

Marlier D, Dewree R, Lassence C, Licois D, Mainil J, Coudert P, Meulemans L, Ducatelle R, Vindevogel H (2006) Infectious agents associated with epizootic rabbit enteropathy: isolation and attempts to reproduce the syndrome. *Vet J* 172:493–500, PubMed

Martin-DeLeon PA (1980) Location of the 18S and 28S rRNA cistrons in the genome of the domestic rabbit (*Oryctolagus cuniculus* L). *Cytogenet Cell Genet* 28:34–40, PubMed

Martin-DeLeon PA, Picciano SR (1988) Localization of the KRAS2 oncogene in the domestic rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Cytogenet Cell Genet* 48:201–204, PubMed

Martin-DeLeon PA, McLaughlin J, Mitzel E, Taylor S (1989) Mapping of the creatine kinase M gene to 19q11-q12 in the rabbit genome. *Cytogenet Cell Genet* 50:165–167, PubMed

Matthee CA, Van Vuuren BJ, Bell D, Robinson TJ (2004) A molecular supermatrix of the rabbits and hares (Leporidae) allows for the identification of five intercontinental exchanges during the Miocene. *Syst Biol* 53:433–447, Google Scholar

Medrano L, Dutrillaux B (1984) Chromosomal location of immunoglobulin genes : partial mapping of these genes in the rabbit and comparison with Ig genes carrying chromosomes of man and mouse. *Adv Cancer Res* 41:323–367, PubMed

Merchan M, Peiro R, Estellé J, Sastre Y, Santacreu MA, Folch JM (2005) Candidate gene analysis in two lines of rabbits divergently selected for uterine capacity. *Reprod Domest Anim* 40:409, Google Scholar

Monnerot M, Vigne JD, Biju-Duval C, Casane D, Callou C, Hardy C, Mougél F, Soriguer R, Dennebouy N, Mounolou J-C (1994) Rabbit and man : genetic and historic approach. *Genet Sel Evol* 26(suppl 1):167s–182s, Google Scholar

Morton DB, Griffiths PH (1985) Guidelines on the recognition of pain, distress and discomfort in experimental animals and an hypothesis for assessment - *Vet Rec*, Google Scholar

Mulsant P, de Rochambeau H, Thébault RG (2004) A note on the linkage between the angora and *Fgf5* genes in rabbits. *World Rabbit Sci* 12:1–6, Google Scholar

Peng J., Zhang G.W., Zhang W.X., Liu Y.F., Yang Y., Lai S.J., 2013. Rapid genotyping of *mstn* gene polymorphism using high-resolution melting for association study in rabbits. *Asian-Australas J. Anim. Sci.*, 26, 30-35, PubMed

Plan filière lapin 2018-2022, 2018, Comité Lapin Interprofessionnel pour la Promotion des Produits, Google

Rapport de l'Académie Vétérinaire De France sur le thème « Nouveaux Animaux de Compagnie et risques zoonotiques » Novembre 2015, Google

Rapport de l'Assemblée nationale n° 2145 sur l'expérimentation animale en Europe : Quelles alternatives ? Quelle éthique ? Quelle gouvernance ? Décembre 2009, Google

Remington SG, Nelson JD (2002) mRNA encoding a new lipolytic enzyme expressed in rabbit lacrimal glands. Invest Ophthalmol Vis Sci 43: 3617–3624, Google Scholar

Rigaux Pierre (2020) Etonnants lapins, La fabuleuse histoire des grandes oreilles, Delachaux et Niestlé

Rochambeau H, Fuente LF, Rouvier R, Ouhayoun J (1989), Sélection sur la vitesse de croissance post-sevrage chez le lapin, Genetics Selection Evolution, gse-journal.org, Google Scholar

Rogel-Gaillard C, Piumi F, Billault A, Bourgeaux N, Save JC, et al. (2001) Construction of a rabbit bacterial artificial chromosome (BAC) library: application to the mapping of the major histocompatibility complex to position 12q.1.1. Mamm Genome 12: 253–255, Google Scholar

Rougeot J, Thebault R-G (1989) Le lapin angora: éditions Point Vétérinaire.

Rougeot J (1981), Origine et histoire du lapin, Institut National de la Recherche Agronomique, fédération française de cuniculture

Sikiru AB, Alemedel IC, Arangasamy A, Egenal SSA, Ijaiva AT, Makindel OJ (2020) Rabbit : an animal at the nexus of food production and bioscience research or sustainable development in developing countries, Google Scholar

Sinovac M (2011) Les lapins dans la recherche biomédicale, Kazakhstan Pharmaceutical Bulletin. - n1, p. 13-15, PubMed

Site internet consulté : <https://www.cuniculture.info.fr>

Site internet consulté : <https://www.ffc.asso.fr>

Site internet consulté : <https://www.facco.fr>

Site internet consulté : <https://www.le-monde-des-lapins.fr>

Site internet consulté : <https://www.planeteanimale.com>

Sternstein I., Reissmann M., Maj D., Bieniek J., Brockmann G.A., 2014. A new single nucleotide polymorphism in the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) myostatin (MSTN) gene is associated with carcass composition traits . *Anim. Genet.*, 45, 4, 596-599, Google Scholar

Sternstein I., Reissmann M., Maj D., Bieniek J., Brockmann G.A., 2015. A comprehensive linkage map and QTL map for carcass traits in a cross between Giant Grey and New Zealand White rabbits. *BMC Genet.*, 16, 16, Google Scholar

Stills et al. (1994) *The Biology of the Laboratory Rabbit*, Academic Press Inc, San Diego, Research Gate

Tantalo L, Lukehart S, Marra C (2005) *Treponema pallidum* Strain-Specific Differences in Neuroinvasion and Clinical Phenotype in a Rabbit Model, *The Journal of Infectious Diseases*, Volume 191, Issue 1, 1, Pages 75–80, Google Scholar

Turubanova V, Balalaeva I, Mishchenko T, Catanzaro E, Alzeibak R, Peskova N, Efimova J, Bachert C, Mitroshina E, Krysko O, Krysko D (2019) Immunogenic cell death induced by a new photodynamic therapy based on photosens and photodithazine, *Journal for ImmunoTherapy of Cancer* volume 7, Article number: 350, Google Scholar

Van den Hout et al. (2001) Enzyme therapy for Pompe disease with recombinant human α -glucosidase from rabbit milk, *Journal of Inherited Metabolic Disease* volume 24, pages266–274, Google Scholar

Van Laere et al. (2003) A regulatory mutation in IGF2 causes a major QTL effect on muscle growth in the pig, *Nature* volume 425, pages832–836, Google Scholar

Vrillon JL, Thebault RG, Rochambeau Hd, Dardant P (1988) Photoperiodism effect on fur maturity and fur quality of rabbits, owning or not rex gene. pp. 244–252. *Proceedings “4th Congress of the World Rabbit Science Association”*. Budapest, Hungary, Pubmed

Wang J., Li G., Elzo M. A., Yan L., Chen S., Jia X., Lai S., 2015. A novel single nucleotide polymorphism of the POU1F1 gene associated with meat quality traits in rabbits. *Ann. Anim. Sci.*, 15, 611-620, PubMed

Weissenbock H, Hainfellner JA, Berger J, Kasper JI, Budkaen H (1997) Naturally Occurring Herpes Simplex Encephalitis in a Domestic Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*), Volume: 34 issue: 1, page(s): 44-47, Google Scholar

Wen XY, Bryce DM, Breitman ML (1998) Characterization of lpd (lipid defect): a novel mutation on mouse chromosome 16 associated with a defect in triglyceride metabolism. *Hum Mol Genet* 7: 743–750, Google Scholar

Yamamoto T., Bishop R.W., Brown M.S., 1986. Deletion in cysteine-rich region of LDL receptor impedes transport to cell surface in WHHL rabbit. *Science*, 232, 1230-123, Google Scholar

Yanni AE et al. (2004) The laboratory rabbit: an animal model of atherosclerosis research, The Laboratory of Experimental Surgery and Surgical Research, School of Medicine, National and Kapodistrian University of Athens, Athens, Greece *SAGE journal*, Vol 38, Issue 3, 2004, Google Scholar

Zeuner FE (1963) A history of domesticated animals, London: Hutchinson & Co. (Publishers) Ltd., Google Scholar

Zhang G.W., Wang H.Z., Chen S.Y., Li Z.C., Zhang W.X., Lai S.J., 2011. A reduced incidence of digestive disorders in rabbits is associated with allelic diversity at the TLR4 locus. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 144, 482-486, Google Scholar

Zhang W.X., Zhang G.W., Peng J., Lai S.J., 2012. The polymorphism of GHR gene associated with the growth and carcass traits in three rabbit breeds. In: 10th World Rabbit Congress, 2012, Sharm El-Sheikh, Egypt, 75-78, Google Scholar

Zhang G.W., Gao L., Chen S.Y., Zhao X.B., Tian Y.F., Wang X., Deng X.S., Lai S.J., 2013a. Single nucleotide polymorphisms in the FTO gene and their association with growth and meat quality traits in rabbits. *Gene*, 527, 553-557, Google Scholar

Zhang G.W., Zhang W.X., Chen S.Y., Yoshimura Y., Isobe N., Lai S.J., 2013b. Dectin-1 gene polymorphism is associated with susceptibility to nonspecific digestive disorders and cytokine expression in rabbits. *J. Anim. Sci.*, 91, 4051-4059, Google Scholar

Zhang W.X., Zhang G.W., Peng J., Zhang J.L., Yang Y., Lai. S.J., 2013c. A synonymous mutation in NOD2 gene was significantly associated with non-specific digestive disorder in rabbit. *Gene*, 516, 193-197, Google Scholar

Nom : Martrenchard

Prénom : Laetitia

Titre : Etude générale du lapin domestique (*Oryctolagus cuniculus*) : domestication, répartition actuelle et perspective d'avenir

Résumé : La domestication du lapin a conduit à l'élevage de cet animal pour sa chair mais aussi pour sa fourrure et sa peau. Actuellement, la production de fourrure tend à devenir marginale. De la même façon, la production de viande de lapin reste modeste comparée à d'autres. Le lapin domestique s'est également révélé être un animal de laboratoire indispensable en toxicologie, maladie infectieuse ou en biologie médicale. Plus récemment, il est un animal de compagnie de plus en plus apprécié. Le futur du lapin de compagnie dans notre société repose principalement sur les attentes économiques, écologiques et culturelles des jeunes générations. Enfin l'élevage et la recherche devront répondre aux attentes sur le bien-être animal pour voir leur secteur subsister.

Mots-clés : Lapin domestique, sélection génétique, filière cunicole, animal de laboratoire, NAC

Title: General study of the domestic rabbit (*Oryctolagus cuniculus*): domestication, current distribution and future perspective

Abstract : The domestication of the rabbit led to the breeding of this animal for its flesh but also for its fur and skin. Currently, fur production tends to become marginal. Also, rabbit meat production remains low compared to others. The domestic rabbit has also proved to be an indispensable test animal in toxicology, infectious disease or medical biology. More recently, it is an increasingly popular pet. The future of the pet rabbit in our society is mainly based on the economic, ecological and cultural expectations of the younger generation. Finally, animal husbandry and research will have to meet expectations on animal welfare to see their sector survive.

Key words : Domestic rabbit, genetic selection, rabbit sector, test animal, exotic pet