

**CODE DE PRATIQUES POUR LE SOIN ET LA
MANIPULATION DES LAPINS : REVUE DE LA
LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE RELATIVE AUX QUESTIONS
PRIORITAIRES**

Janvier 2017

Comité scientifique du Code de pratiques pour les lapins

Patricia V. Turner (présidente), M.Sc., D.M.V., D.S.V.

DACLAM, DABT, DECAWBM (WSEL)

Professeure et chef de programme, Science des animaux de laboratoire

Département de pathobiologie

Université de Guelph

Stephanie Buijs, Ph.D.

Adjointe de recherche

Faculté de sciences vétérinaires

Université de Bristol

Jorine Rommers, B.Sc., Ph.D.

Chercheure

Département du bien-être animal

Wageningen Livestock Research

Maxime Tessier (membre d'office)

Président du comité d'élaboration du Code pour les lapins

Syndicat des producteurs de lapins du Québec



REMERCIEMENTS

Le présent rapport est le fruit d'un travail considérable qui a bénéficié de l'aide et de l'encadrement de plusieurs personnes. Le Comité scientifique souhaite remercier D^{re} Stephanie Torrey pour ses contributions et ses efforts importants au cours de l'élaboration du rapport. Nous tenons aussi à remercier D^{re} Renée Bergeron, qui a aimablement coordonné l'évaluation par les pairs. Le rapport a également profité des commentaires songés de deux évaluateurs de textes anonymes. Merci enfin à Caroline Ramsay pour son appui précieux tout au long du processus.

Le financement de ce projet est assuré par le programme Agri-marketing dans le cadre de Cultivons l'avenir 2, une initiative fédérale-provinciale-territoriale.

Extrait du mandat du comité scientifique

Contexte

Il est largement accepté que les codes, les lignes directrices, les normes et la législation au sujet du bien-être animal doivent s'appuyer sur les connaissances les plus à jour qui existent. Ce savoir provient souvent de la littérature scientifique.

En réinstaurant un processus d'élaboration des codes de pratiques, le CNSAE reconnaît la nécessité de mettre en place des moyens plus officiels pour intégrer la participation scientifique au processus d'élaboration des codes de pratiques. L'examen par le Comité scientifique des questions de bien-être animal prioritaires pour l'espèce à l'étude fournit de l'information très utile au Comité d'élaboration du code pour élaborer ou réviser un code de pratiques. Le fait que le rapport du Comité scientifique est accessible au public rehausse la transparence et la crédibilité du code.

Le CNSAE crée un Comité scientifique pour chaque code de pratiques en cours d'élaboration ou de révision. Ce comité est composé d'un nombre cible de 6 spécialistes de la recherche sur les soins et la gestion des animaux à l'étude. Le CNSAE sollicite des mises en candidature de la part : 1) de l'Association canadienne des médecins vétérinaires, 2) de la Société canadienne de science animale, et 3) de la section canadienne de la Société internationale d'éthologie appliquée. Au moins un représentant de chacun de ces organismes scientifiques professionnels est nommé au Comité scientifique. D'autres organismes scientifiques professionnels peuvent aussi siéger au Comité scientifique au besoin.

Objectifs et buts

Le Comité scientifique rédige un rapport qui fait la synthèse de tous les résultats de la recherche portant sur les questions de bien-être animal essentielles, telles que déterminées par le Comité scientifique et par le Comité d'élaboration du code. Ce dernier se sert du rapport en question lors de la rédaction du code de pratiques pour l'espèce visée.

Le rapport du Comité scientifique ne contient pas de recommandations découlant des résultats de recherche. Il vise à présenter une compilation non biaisée des constatations scientifiques.

Le mandat intégral du Comité scientifique, qui s'inscrit dans le Processus d'élaboration des codes de pratiques applicables aux soins et à la manipulation des animaux d'élevage du CNSAE, est disponible sur le site www.nfacc.ca/processus-delaboration-des-codes#appendix.

CODE DE PRATIQUES POUR LE SOIN ET LA MANIPULATION DES LAPINS : REVUE DE LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE RELATIVE AUX QUESTIONS PRIORITAIRES

Comité scientifique du Code de pratiques pour les lapins
Janvier 2017

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|-----------|
| Introduction : démarches de définition et d'évaluation du bien-être animal | 1 |
| 1. Logement | 2 |
| 1.1 Type de plancher..... | 2 |
| 1.2 Tapis de repos..... | 3 |
| 1.3 Espace alloué | 4 |
| 1.4 Hauteur de l'enceinte..... | 7 |
| 1.5 Plateformes | 8 |
| 1.6 Logement collectif des femelles | 9 |
| 1.7 Amélioration de l'environnement..... | 11 |
| 1.8 Questions non abordées dans la littérature actuelle | 14 |
| 1.9 Notes bibliographiques | 18 |
| 2. Reproduction..... | 22 |
| 2.1 Méthodes de reproduction | 23 |
| 2.2 Âge au premier accouplement | 23 |
| 2.3 Synchronisation de l'oestrus..... | 24 |
| 2.4 Biostimulation | 25 |
| 2.5 Provocation de l'ovulation..... | 27 |
| 2.6 Restriction de l'accès aux lapereaux..... | 27 |
| 2.7 Intervalle entre les accouplements..... | 29 |
| 2.8 Questions non abordées dans la littérature actuelle | 30 |
| 2.9 Notes bibliographiques | 33 |
| 3. Gestion de santé | 38 |
| 3.1 Outils d'évaluation de la santé et du bien être..... | 38 |
| 3.2 Considérations sanitaires aux différents stades de production | 40 |
| 3.2.1 Lapereaux non sevrés..... | 40 |
| 3.2.2 Lapins sevrés en engraissement..... | 41 |
| 3.2.3 Lapines reproductrices..... | 41 |
| 3.2.4 Mâles..... | 42 |
| 3.3 Problèmes de santé des lapins à tous les stades de production..... | 42 |
| 3.3.1 Complexe entéritique du lapin..... | 42 |
| 3.3.2 Pasteurellose | 43 |
| 3.3.3 Stress thermique..... | 43 |
| 3.3.4 Pododermatite ulcéreuse | 44 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 3.3.5 | Staphylococcie..... | 44 |
| 3.3.6 | Encéphalitozoonose..... | 45 |
| 3.4 | Biosécurité à la ferme..... | 45 |
| 3.5 | Questions non abordées dans la littérature actuelle..... | 45 |
| 3.6 | Notes bibliographiques..... | 46 |
| 4. | Gestion des aliments et de l'eau..... | 52 |
| 4.1 | Qualité des aliments..... | 52 |
| 4.2 | Fibres..... | 53 |
| 4.3 | Pratiques de restriction de l'alimentation..... | 55 |
| 4.4 | Mycotoxines..... | 57 |
| 4.5 | Consommation d'eau..... | 59 |
| 4.6 | Questions non abordés dans a littérature actuelle..... | 59 |
| 4.7 | Notes bibliographiques..... | 60 |
| 5. | Avant le transport..... | 64 |
| 5.1 | Retrait des aliments et de l'eau..... | 64 |
| 5.2 | Contenants..... | 65 |
| 5.3 | Densité de chargement..... | 66 |
| 5.4 | Questions non abordées dans la littérature actuelle..... | 66 |
| 5.5 | Notes bibliographiques..... | 66 |
| 6. | Euthanasie à la ferme..... | 68 |
| 6.1 | Méthodes chimiques d'euthanasie..... | 68 |
| 6.2 | Méthodes d'euthanasie par gaz..... | 69 |
| 6.3 | Méthodes physiques d'euthanasie..... | 69 |
| 6.4 | Questions non abordées dans la littérature actuelle..... | 70 |
| 6.5 | Notes bibliographiques..... | 70 |

TABLEAUX ET FIGURES

| | |
|---|----|
| Tableau 1. Compilation d'études évaluant différents types de planchers..... | 15 |
| Tableau 2. Compilation d'études portant sur la dimension de cages, la taille des groupes et les seuils d'espace alloué..... | 16 |
| Tableau 3. Résultats d'études portant sur la séparation mère-portée et son effet sur le bien-être des lapereaux..... | 31 |
| Tableau 4. Résultats d'études portant sur l'allaitement restreint et son effet sur le bien-être des lapereaux..... | 32 |

Introduction : démarches de définition et d'évaluation du bien-être animal

L'évaluation scientifique du bien-être animal implique l'utilisation de méthodes empiriques pour obtenir de l'information sur les animaux afin d'éclairer la prise de décisions éthiques sur leur qualité de vie. L'une des principales difficultés est que les gens ont divers points de vue sur ce qui constitue une bonne qualité de vie et qu'ils expriment donc diverses préoccupations d'ordre éthique et emploient différents critères pour définir le bien-être animal. Ces critères ont été regroupés en trois grandes catégories : 1) le fonctionnement biologique; 2) les états affectifs; et 3) la vie naturelle, et ils sont à la base de différentes démarches de recherche sur le bien-être animal (Fraser et coll., 1997). La démarche du fonctionnement biologique met l'accent sur la santé de base et le fonctionnement normal; ces indicateurs ont trait à la santé et à la productivité, à la réaction au stress et aux comportements normaux (ou l'absence de comportements anormaux; Broom, 1991). Le bien-être animal défini en fonction des états affectifs, qu'on appelle souvent la démarche reposant sur les sentiments, concerne les expériences subjectives des animaux et met l'accent sur les états de souffrance (douleur, peur, frustration), les états de plaisir (confort, contentement) et la notion selon laquelle les animaux devraient être logés et manipulés de manière à réduire le plus possible leur souffrance et à promouvoir des expériences positives (Duncan, 1993). La notion de vie naturelle met l'accent sur le caractère naturel des situations que vit l'animal et sur sa possibilité de vivre selon sa nature (Fraser, 2008). La démarche axée sur la vie naturelle offre un autre point de vue sur ce qui constitue une bonne qualité de vie pour les animaux, mais il est plus difficile d'en dériver des indicateurs précis pouvant servir à évaluer le bien-être (Fraser, 2008).

Le mandat du Comité scientifique était de se pencher sur les répercussions des thèmes définis sur le bien-être des lapins. Il ne fait peu ou pas référence aux considérations économiques ni aux problèmes de santé et de bien-être des humains, car ces éléments dépassaient le cadre de son mandat et étaient rarement abordés dans les articles étudiés. Le Comité d'élaboration du code, pour lequel le présent rapport est préparé, compte des représentants qui ont une vaste expertise dans ces domaines et a pour tâche de tenir compte de tels facteurs dans ses discussions.

Notes bibliographiques

Broom, D.M. (1991). « Animal welfare: concepts and measurement », *Journal of Animal Science*, vol. 69, p. 4167-4175.

Duncan, I.J.H. (1993). « Welfare is to do with what animals feel », *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, vol. 6, suppl. 2, p. 8-14.

Fraser, D. (2008). *Understanding Animal Welfare: The Science in its Cultural Context*, Wiley-Blackwell, Ames (Iowa).

Fraser, D., Weary D.M., Pajor E.A. et Milligan B.N.. (1997). « A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns », *Animal Welfare*, vol. 6, p. 187-205

1. Logement

Conclusions

1. **Un plancher en caillebotis ou en lattes de plastique ou la présence d'un tapis de repos latté peut réduire les blessures aux pattes chez les lapins adultes comparativement aux logements qui n'ont que des planchers en grillage.**
2. **L'espace alloué a un effet sur le comportement social et locomoteur. Pour les lapins à l'engraissement, un plus grand espace par lapin améliore la qualité des os en raison de l'accroissement des activités de port de poids. L'entassement peut causer une hausse des comportements agonistiques et des blessures.**
3. **Les lapins bondissent et se mettent en position debout quand la hauteur de la cage le permet. Ils ont tendance à rechercher les espaces clos pour se reposer.**
4. **La présence de plateformes dans les cages permet aux lapins d'exprimer leurs comportements naturels (comme sauter) tout en leur offrant un abri sous lequel se reposer. Offrir une plateforme aux femelles leur permet de s'éloigner de leurs petits. Toutefois, son utilisation par la femelle diminue dès que les lapereaux peuvent atteindre la plateforme.**
5. **Le logement collectif des femelles entraîne une mortalité accrue des lapereaux. On peut réduire la mortalité des lapereaux en attendant environ deux semaines après la mise-bas avant d'opter pour le logement collectif. Toutefois, les agressions et les blessures entre femelles sont encore des problèmes importants.**
6. **La présence d'objets à ronger en bois, comme des bâtons, réduit l'incidence des lésions aux oreilles chez les lapins en croissance.**

1.1 Type de plancher

D'habitude, les lapins à l'engraissement, les femelles ainsi que les mâles sont logés dans des cages aux planchers en grillage de métal ou en caillebotis pour contrôler les parasites et maintenir des taux de croissance uniformes. Cependant, on cherche de plus en plus à s'inspirer des conditions naturelles pour le logement des lapins depuis qu'on a démontré un lien entre les planchers en grillage de métal et la pododermatite et les maux de pattes qui peuvent en découler. À l'aide d'indicateurs de production, de physiologie, de comportement, de préférences, de mortalité, de qualité des os et de qualité de la carcasse, les chercheurs ont étudié l'influence d'autres types de planchers sur le bien-être des lapins (voir *tableau 1*).

Les lapins en engraissement logés sur des planchers en grillage de métal présentent des taux similaires de croissance, d'ingestion d'aliments et de mortalité que ceux logés sur des planchers en grillage ou en lattes de plastique (Trocino et coll., 2008; Gerencsér et coll., 2014). De plus, aucune différence n'a été observée dans la dimension du fémur ou dans la solidité des os (Trocino et coll., 2008). Toutefois, pour les lapines reproductrices, le plancher en grillage métallique est associé à une apparition accrue des pododermatites précoces lorsqu'il est utilisé sur plusieurs cycles de reproduction (grillage : prévalence de 65-68 %; plastique : prévalence de 5 %; Buijs et coll., 2014). Aucune différence n'a été observée dans le budget d'activités des lapins logés sur des planchers en plastique ou en grillage métallique (Princz et coll., 2008). Par ailleurs, les lapins à l'engraissement manifestent une nette préférence pour les planchers en plastique

plutôt qu'en grillage (Princz et coll., 2008), mais cette préférence disparaissait avec l'âge (Princz et coll., 2008) et lorsque les sujets sont logés à des températures ambiantes plus élevées (Gerencsér et coll., 2014).

Les chercheurs ont aussi étudié l'impact d'un logement avec litière sur le bien-être des lapins. Comparativement aux autres types de planchers (grillage en métal, plastique ou acier inoxydable), la litière de paille remplacée une fois par semaine réduirait les taux de croissance des lapins en engraissement (Dal Bosco et coll., 2002; Trocino et coll., 2008; Gerencsér et coll., 2014) et augmenterait la mortalité globale en raison de la prévalence accrue de troubles entériques (Dal Bosco et coll., 2002). Deux études ont observé des niveaux de locomotion accrus chez les lapins logés sur de la paille plutôt que du grillage (Dal Bosco et coll., 2002; Siloto et coll., 2008), ce qui a amené Dal Bosco et collègues (2008) à poser l'hypothèse que la litière de paille est plus confortable pour les lapins. Toutefois, quand on leur donnait le choix entre un plancher en grillage et une litière remplacée aux trois semaines, les lapins ont passé entre 77 % et 89 % de leur temps sur le plancher en grillage (Morisse et coll., 1999). Ce résultat s'est répété dans d'autres études de préférence entre le plancher en plastique, le plancher en grillage et la litière épaisse (Orova et coll., 2004; Gerencsér et coll., 2014). L'épaisse litière de paille remplacée chaque semaine était le plancher le moins prisé, peu importe la température ambiante (Gerencsér et coll., 2014). Des lapins ont préféré s'entasser sur le plancher en grillage, à une densité de logement de 27,5 lapins/m², plutôt que d'aller sur la litière, à une densité de 4,5 lapins/m² (Orova et coll., 2004). Siloto et collègues (2008) ont également constaté que les lapins préféraient un plancher en grillage à un plancher en lattes de bois recouvertes de paille dans les bâtiments d'élevage à ventilation naturelle sous les climats chauds. Cette préférence disparaissait dans les atmosphères contrôlées de 20 °C et de 71 % d'humidité relative. Morisse et collaborateurs (1999) ont posé deux hypothèses pour expliquer pourquoi les lapins choisissaient un plancher en grillage plutôt qu'une litière de paille changée aux trois semaines. La première est que les lapins préféreraient un lieu de repos plus frais alors que la deuxième est que la litière serait perçue comme étant sale et impropre à tout usage autre que l'élimination. Orova et collègues (2004) ont constaté que bien que les lapins préféreraient généralement passer du temps sur un plancher en grillage plutôt que sur une litière de paille, la proportion des lapins sur la litière augmentait au cours des 3 heures suivant un épandage de litière, suggérant que l'état de la paille est intégralement lié à sa valeur.

1.2 Tapis de repos

Le grillage en métal est le type de plancher le plus courant pour les lapins à l'engraissement et les lapines reproductrices, mais à long terme, son emploi augmente considérablement la prévalence de la pododermatite chez les femelles (Buijs et coll., 2014). La pododermatite (« pattes douloureuses ») réduit le bien-être des lapins en causant de la douleur et une infection profonde difficile à traiter et qui limite les mouvements de l'animal (Rosell et de la Fuente, 2009). Le type de plancher étant le facteur de risque le plus significatif pour la pododermatite, de nombreuses études ont étudié l'effet de l'ajout de tapis de repos dans les cages à lapins au plancher en grillage (voir par exemple Rosell et de la Fuente, 2009, 2013). En présence d'un tapis de repos latté en plastique, seules 15 % des femelles présentaient une pododermatite à leur cinquième lactation, contre 71 % des femelles sans tapis de repos (Rosell et de la Fuente, 2009). Rommers et de Jong (2011) ont obtenu des résultats similaires avec des femelles logées avec ou sans tapis de repos en plastique dans des cages en grillage. Sans tapis de repos en plastique, seulement 13 % des femelles avaient la voûte plantaire intacte, tandis qu'avec un tapis de repos, 81 % avaient la voûte plantaire intacte lors de leur cinquième gestation. De même, le fait d'offrir des tapis de repos en plastique

aux sujets avec pododermatite précoce peut les aider à récupérer. Rosell et de la Fuente (2009) ont constaté que plus de 80 % des lapins avec pododermatite précoce ayant reçu des tapis de repos en plastique avaient guéri. Les résultats de Mikó et collaborateurs (2012b, 2014) sont conformes aux études antérieures; 85 % des femelles ayant accès à un tapis de repos en plastique ne présentaient aucune pododermatite, ou une pododermatite très légère, après cinq cycles de reproduction. De plus, les femelles logées dans des cages avec des tapis de repos en plastique avaient un poids plus élevé que celles logées dans les mêmes cages sans tapis de repos (Mikó et coll., 2014). L'hypothèse des chercheurs est que la présence de tapis de repos accroît le confort et par conséquent le comportement de repos et l'ingestion d'aliments.

Rosell et de la Fuente (2013) ont également étudié la prévalence de la pododermatite dans les élevages cynicoles commerciaux en Espagne et au Portugal sur une période de 12 ans. Au début de la période, 28 % des élevages utilisaient des tapis de repos en plastique; ce chiffre a grimpé à 75 % en 2012 (Rosell et de la Fuente, 2013). Parallèlement, la prévalence des femelles avec pododermatite a diminué, passant de 11,4 % en 2001 à 6,3 % en 2012. Dans l'ensemble, 13,7 % des lapins logés sans tapis de repos avaient des pododermatites, contre seulement 4,9 % de ceux logés avec des tapis de repos en plastique.

Certains des producteurs qui n'utilisent pas de tapis de repos en plastique expliquent leur réticence à adopter ces tapis par des questions d'hygiène (Rosell et de la Fuente, 2013). Toutefois, Rommers et de Jong (2011) ont trouvé très peu de signes de souillure sur les tapis de repos en plastique, même après cinq cycles de reproduction, et à peine 1 % des tapis de repos avaient été rongés.

1.3 Espace alloué

L'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA, 2005) recommande des densités d'élevage de moins de 16 lapins en engraissement/m² bien que les densités d'élevage réellement utilisées pour l'engraissement s'approchent de 20 lapins/m². Les articles scientifiques récents ne s'accordent pas en ce qui a trait aux effets de la densité sur le bien-être des lapins, mais les différences peuvent s'expliquer en partie par le fait que la plupart des études calculent la densité de logement en lapins/m² et ne tiennent pas compte des écarts de poids. Des écarts de poids importants peuvent influencer l'espace dont les animaux disposent réellement (Aubret et Duperray, 1992). De nombreux chercheurs ont étudié l'effet de la densité d'élevage sur le rendement, le comportement et les préférences des lapins (voir *tableau 2*). Plusieurs études se sont penchées sur les répercussions physiologiques des modifications à la densité d'élevage pour des lapins en engraissement (Buijs et coll., 2011b, 2012; Trocino et coll., 2004, 2008, 2015; Onbaşilar et Onbaşilar, 2007). Dans leurs études, Buijs et collaborateurs (2011b, 2012) ont graduellement élevé la densité d'élevage de 5 à 20 lapins/m² en logeant huit lapins dans des cages de 40 x 100 cm à 160 x 100 cm. L'augmentation de la densité des animaux n'a eu aucun effet sur le taux de mortalité, mais la mortalité globale, du sevrage à l'abattage à 68 jours, était faible pour toutes les densités de logement (1,8 %; Buijs et coll., 2011b). Ces chercheurs ont aussi évalué la solidité des os et l'asymétrie fluctuante (un indicateur d'écart par rapport à la symétrie bilatérale). Ces variables montrent les effets des exercices avec mise en charge et du stress défavorable (créé par l'entassement ou le manque d'espace pour, par exemple, se déplacer ou se reposer naturellement) durant la croissance osseuse (Buijs et coll., 2012). Les lapins logés dans les grandes cages à de faibles densités d'élevage ont présenté une augmentation du diamètre de l'articulation tibio-fibulaire, une tendance à l'augmentation du poids de cette articulation et une asymétrie

fluctuante réduite (c.-à-d., des os des pattes plus symétriques). Les lapins dans la grande cage (160 x 100 cm) présentaient une augmentation de 3,1 % du diamètre des os et une augmentation de 3,6 % du poids des os par rapport aux lapins logés dans la petite cage (40 x 100 cm). Ceci montre que les lapins logés dans des cages moins densément peuplées ont une meilleure qualité des os, mesurée selon plusieurs paramètres. Aucun écart constaté dans le poids des lapins selon les dimensions de la cage ne pouvait expliquer les différences de qualité des os, bien que les lapins logés dans les petites cages aient consommé 9 g de moins d'aliments/jour que ceux des grandes cages (Buijs et coll., 2011b). Les auteurs imputent les améliorations de la qualité des os à la possibilité pour les lapins des grandes cages de faire davantage d'activités de port de poids, comme bondir, comparativement aux sujets logés dans les petites cages. Cependant, en utilisant les mêmes densités d'élevage et les mêmes dimensions de cages, Buijs et collaborateurs (2011b) n'ont observé aucun écart dans les concentrations en glucocorticoïdes fécaux selon les traitements. Ils en déduisent que l'asymétrie fluctuante et la corticostérone fécale sont sensibles à différents agents de stress, d'où le besoin de mesurer plusieurs indicateurs de bien-être animal. Onbaşilar et Onbaşilar (2007) ont logé un, trois ou cinq lapins dans des cages de 70 x 60 cm et mesuré leur croissance et leurs niveaux de corticostérone plasmatique et de glucose. Les lapins logés à la densité la plus élevée (cinq lapins; 11,9 lapins/m²) ont pris le moins de poids durant l'étude et ont présenté des niveaux de corticostérone plasmatique et de glucose après 6 semaines plus élevés que les lapins logés dans des cages de plus faibles densités.

Trocino et collaborateurs (2004, 2008) ont logé des lapins en groupes de six à huit et modifié les dimensions de la cage pour donner soit 12, soit 16 animaux/m². Ils ont mesuré le rendement, l'état de santé, la qualité des os (déterminée par la résistance à la fracture des os) et la qualité de la carcasse. Quand les lapins étaient logés en groupes de six, la densité de la cage n'avait aucun effet sur le gain quotidien moyen, l'ingestion d'aliments, les caractéristiques de la carcasse et la solidité des os (Trocino et coll., 2008). Dans les groupes de huit lapins, les chercheurs ont constaté que les sujets logés à la densité supérieure présentaient une efficacité alimentaire accrue jusqu'à l'âge de 71 jours et une ingestion d'aliments réduite au cours des deux dernières semaines (Trocino et coll., 2004). Selon eux, les lapins logés selon un ratio de 16 lapins/m² consommeraient moins d'aliments à la fin de leur période de croissance en raison de l'espace alloué réduit. Dans une étude ultérieure, ils ont constaté que les lapins logés selon un ratio de 16 lapins/m² avaient une densité de 48 kg/m² à la fin de l'essai, ce qui est beaucoup plus élevé que les 40 kg/m² recommandés par l'EFSA (2005). Toutefois, l'ingestion d'aliments réduite que l'on a observée ne s'est pas traduite par des écarts dans le poids final ni dans les dimensions et la solidité du fémur (Trocino et coll., 2004). À l'aide des mêmes densités d'élevage (12 ou 16 lapins/m²), Trocino et collaborateurs (2015) ont fait passer la taille du groupe de 20 à 27 sujets et évalué le taux de croissance des lapins, les lésions cutanées et la solidité des os (mesurée selon le poids des os, leur longueur et leur résistance à la fracture). Contrairement aux deux études précédentes, ils ont constaté que la densité d'élevage supérieure (16 lapins/m²) entraînait une réduction de la croissance à partir de l'âge de 55 jours jusqu'à l'abattage, ce qui donnait un poids vif final inférieur pour les lapins de ce groupe. Ils ont également constaté un nombre significativement plus élevé d'égratignures et d'autres lésions cutanées dues à l'agression chez les lapins logés dans des enclos à forte densité comparativement aux enclos à faible densité (Trocino et coll., 2015).

On a dégagé peu de tendances claires quant aux effets comportementaux bénéfiques de diverses densités d'élevage pour les lapins en engraissement logés dans des cages ou des enclos. Cela peut s'expliquer en partie par les différentes méthodes utilisées pour changer la densité de logement (voir *tableau 2*). Certains

ont maintenu le nombre de lapins par enceinte et modifié l'aire de plancher pour changer la densité de logement (Buijs et coll., 2011a; Trocino et coll., 2004, 2008), tandis que d'autres (Morisse et Maurice, 1997; Onbaşilar et Onbaşilar, 2007; Jekkel et Milisits, 2009) ont maintenu l'aire de plancher et modifié le nombre d'animaux par enceinte. Comme ces démarches sont différentes, il est difficile de séparer la densité de logement de la taille du groupe, et leurs effets sur l'utilisation des ressources, l'agression et les comportements de maintien (Estevez et coll., 2007). Buijs et collaborateurs (2011a) ont enregistré les comportements, les postures et l'utilisation de l'espace pour des lapins logés selon des ratios de 5, 7,5, 10, 12,5, 15, 17,5 et 20 lapins/m² à 6 et à 9 semaines. Ils ont constaté que la densité de la cage avait un effet sur le contact social, la position sternale, la position assise, la position debout et les comportements alimentaires. La position sternale diminuait quand la densité de la cage diminuait aussi. Les auteurs présument que la position sternale est un comportement transitoire qui se manifeste plus souvent dans les espaces réduits. La position assise augmentait quand la densité diminuait, mais ce changement était minime (Buijs et coll., 2011a). Trocino et collaborateurs (2004) ont aussi observé quelques tendances dans le comportement des groupes de huit lapins logés selon des ratios de 12 ou de 16 lapins/m². Dans un test réalisé en plein champ, les lapins logés à la densité supérieure étaient légèrement plus réactifs que ceux logés à la densité inférieure. Il n'est pas clair, cependant, en quoi le comportement en plein champ peut-être transposé au comportement en cage, car aucune différence n'a été observée dans l'alimentation, le repos ou les comportements locomoteurs pour les lapins élevés en cage. Par contre, Morisse et Maurice (1997) ont constaté qu'en augmentant la densité de logement de 15,2 lapins/m² à 23 lapins/m² et en faisant passer la taille du groupe de six à neuf lapins, on augmentait le comportement de repos. En outre, les lapins dans les cages de la plus faible densité manifestaient davantage de comportements sociaux et d'investigation que ceux logés à la densité supérieure. On notera à ce sujet que les lapins logés à la plus faible densité manifestaient aussi davantage de comportements agonistiques que ceux logés à la densité supérieure, peut-être parce que l'espace accru permettait davantage l'expression d'un comportement territorial. Dans les enclos, le lien entre le bien-être animal et la densité d'élevage est ambigu. Jekkel et Milisits (2009) ont élevé des lapins dans des enclos selon trois densités possibles se situant entre 8,24 lapins/m² à 15,29 lapins/m², entre l'âge de 5 et de 11 semaines. Les lapins logés à la densité la plus élevée ont manifesté des comportements d'alimentation réduits et des comportements de confort et de locomotion accrus.

Peu d'études portent sur l'effet de l'espace alloué sur le bien-être des femelles, et aucune sur le bien-être des mâles. Pour les lapins de laboratoire, le Conseil canadien de protection des animaux (2003) recommande de loger les lapins seuls de moins de 4 kg dans 0,37 m², et les lapins de plus de 4 kg dans 0,46 m². Il recommande aussi de loger les femelles en lactation et leurs portées dans plus de 0,93 m² (CCPA, 2003). L'EFSA (2005) recommande une surface de plancher d'au moins 0,35 m² pour les femelles seules dans leur cage. En Belgique, les lapines reproductrices doivent avoir un espace d'au moins 0,30 m² (Fonction publique fédérale, 2014). Aux Pays-Bas, les reproducteurs mâles doivent être logés dans au moins 0,40 m² (Rommers et coll., 2014). Prola et collaborateurs (2013) ont étudié deux seuils d'espace par animal différents (0,32 m² contre 0,52 m² avec un tapis en plastique) avec des femelles et comparé les niveaux de corticostérone fécale à différents stades du cycle de reproduction. Les femelles dans les grandes cages avaient des niveaux de corticostérone fécale inférieurs à ceux des femelles logées dans les petites cages avant l'insémination artificielle, immédiatement avant la mise-bas et le lendemain du sevrage (Prola et coll., 2013). Quand on leur a donné accès à une petite (0,22 m²) et à une grande cage (0,44 m²) entre lesquelles elles pouvaient se déplacer librement, des femelles non gestantes ont passé le

tiers de leur temps dans la petite cage et les deux tiers dans la grande, en proportion de la superficie des cages, mais elles ont accru le temps passé dans la grande cage avec le temps (Mikó et coll., 2014). Les femelles gestantes et en lactation ont passé plus de temps dans la grande cage, bien que l'emplacement de leur parturition ait influencé leur préférence de cage. Si elles avaient mis bas dans la petite cage, elles augmentaient le temps passé dans la grande cage comparativement aux femelles ayant mis bas dans la grande cage, possiblement pour se reposer à l'écart de leur portée.

En utilisant des femelles nullipares de 10 semaines, Bignon et collaborateurs (2012a) ont étudié si le fait d'offrir un espace de cage supplémentaire à deux niveaux influençait le comportement des femelles et le poids vif des lapereaux. Ils ont logé les femelles seules dans l'une de trois cages : une cage de 0,12 m² à un niveau, une cage de 0,23 m² à deux niveaux et une cage de 0,34 m² à un niveau avec une plateforme de 0,088 m². Quand les femelles avaient accès à une plateforme, elles y passaient 17 % de leur temps et elles étaient plus actives dans les grands enclos, en manifestant une locomotion accrue. La taille de la cage n'avait pas d'influence sur les comportements de rongage ou de toilettage, mais le poids vif total de la portée était de 136 g supérieur dans les grandes cages comparativement aux cages standard (Bignon et coll., 2012a).

1.4 Hauteur de l'enceinte

Pour les lapins de laboratoire, le Conseil canadien de protection des animaux (CCPA, 2003) recommande une enceinte d'au moins 40 cm de hauteur pour les lapins de moins de 4 kg, et de 45 cm pour les lapins de plus de 4 kg. Martrenchar et collaborateurs (2001) ont étudié le comportement de lapins d'engraissement logés dans des enclos grillagés ou dans des cages selon la même densité d'élevage. La taille du groupe et la hauteur variaient selon le type de logement, car l'enclos n'avait pas de plafond tandis que la cage avait un plafond à 30 cm de hauteur. Dans les enclos, on a observé que les lapins passaient plus de temps à bondir et qu'ils manifestaient aussi un comportement de « surveillance », où ils se tenaient complètement debout. Ces comportements n'ont pas été observés chez les lapins dans les cages; les auteurs présumant que la hauteur de la cage, à 30 cm, limitait cette possibilité (Martrenchar et coll., 2001).

Princz et collaborateurs (2008c) ont mené une série d'études pour évaluer la préférence des lapins en engraissement pour des cages de différentes hauteurs, ainsi que l'effet de la hauteur de la cage sur le gain de poids, l'ingestion d'aliments, la mortalité et les lésions aux oreilles. Dans leur première étude, des lapins logés à une densité de 12 ou de 16 lapins/m² ont été laissés libres de choisir entre des segments de cage avec un plafond à 20, 30 ou 40 cm ou sans plafond. Peu importe la densité de logement, le segment de cage sans plafond a été le moins choisi. À la densité de logement supérieure, il n'y a eu aucune différence entre les différentes hauteurs de cage, mais les préférences variaient selon l'âge. En vieillissant, les lapins étaient moins nombreux à choisir le segment de 20 cm de hauteur (Princz et coll., 2008). À la densité de logement inférieure, légèrement plus de lapins choisissaient le segment de cage de 40 cm de hauteur plutôt que les segments de 20 et de 30 cm, lesquels étaient sélectionnés dans les mêmes proportions. Peu importe la densité de logement, la plupart des lapins choisissaient le segment de 40 cm de hauteur durant leur période d'activité et celui de 20 cm de hauteur durant leur période de repos.

Dans une étude ultérieure, Princz et collaborateurs (2008c) ont évalué la préférence des lapins en engraissement entre deux cages de hauteur intermédiaire, soit de 30 et de 40 cm. Un nombre

significativement plus élevé de lapins ont choisi la hauteur de 40 cm, mais avec un écart de moins de 3 %. La préférence pour la cage la plus haute était plus prononcée à la densité de 16 lapins/m² comparativement à celle de 12 lapins/m². Dans leur troisième étude, ils ont comparé des paramètres de production (mesurés selon le taux de croissance et l'ingestion d'aliments) et de santé lorsque les lapins étaient logés dans des cages de 20, 30 ou 40 cm de hauteur ou dans des cages sans plafond, à une densité de 13 lapins/m² (Princz et coll., 2008c). La hauteur des cages n'a pas eu d'effets globaux sur les taux de croissance des lapins, leur ingestion d'aliments ou leur mortalité. Cependant, le pourcentage des lapins ayant des lésions aux oreilles dans les cages de 20 cm de hauteur (20 %) était significativement plus élevé que dans les cages de 30 cm de hauteur (5 %). Les lapins logés dans les cages de 40 cm de hauteur et dans les cages sans plafond présentaient un pourcentage intermédiaire de lésions aux oreilles (10,3 % pour les deux types de cages).

Il y a peu d'études sur l'effet de la hauteur de la cage sur le bien-être des femelles. Rommers et Meijerhof (1997) ont comparé différentes grandeurs de cage avec des femelles nullipares durant quatre parités : de grandes cages (0,60 m²) ou de petites cages (0,30 m²), avec des plafonds à 50 ou à 30 cm de hauteur, dotées de planchers en plastique ou en grillage métallique. L'augmentation de la hauteur de la cage a eu un effet positif sur la réduction du taux de mortalité des lapereaux. Aussi, l'utilisation conjointe de la cage la plus haute et la plus grande avec un plancher en plastique a produit les lapereaux les plus lourds au moment du sevrage (Rommers et Meijerhof, 1997). En outre, les femelles ont été observées debout sur leurs pattes de derrière dans les cages de 50 cm de hauteur lorsqu'on leur en a laissé la possibilité.

1.5 Plateformes

L'EFSA (2005) recommande des conditions de logement qui offrent suffisamment d'espace aux lapins pour se retirer devant les menaces potentielles. Plusieurs études portent sur l'utilisation des plateformes par les lapins en engraissement et les lapines reproductrices afin d'évaluer la productivité, le comportement et l'utilisation de l'espace par les animaux. Toutefois, les études comparant les logements avec et sans plateformes confondent souvent l'utilisation d'une plateforme avec les dimensions de l'enceinte (Bignon et coll., 2012a; Mikó et coll., 2014) ou la taille du groupe (Postellec et coll., 2008), ce qui complexifie l'analyse de l'impact des plateformes sur le bien-être des lapins.

Postellec et collaborateurs (2008) ont logé des lapins en engraissement dans des cages classiques (0,39 m²; six lapins/cage), dans de petits enclos (0,503 m² plus une plateforme de 0,159 m², 30 cm au-dessus du plancher; 10 lapins/enclos) ou dans de grands enclos (3,67 m² plus une plateforme de 0,39 m², 30 cm au-dessus du plancher; 60 lapins/enclos). La densité d'élevage était la même dans les trois types de logement (15 lapins/m²). Les lapins logés dans les cages ont présenté un gain quotidien moyen supérieur à celui des lapins dans les enclos, mais les écarts étaient imputés à la diminution de l'espace alloué et de l'activité plutôt qu'à la présence d'une plateforme (Postellec et coll., 2008). Dans les petits enclos, la plateforme servait de surface de repos supplémentaire, tandis que dans les grands enclos, elle était utilisée pour de brefs épisodes d'exercice (sauter, bondir). La plateforme n'avait toutefois aucun effet sur le nombre de lésions cutanées, la morbidité, la mortalité ou le temps global consacré à l'alimentation, à l'abreuvement, au repos ou à l'activité.

Bignon et collaborateurs (2012a) ont constaté que lorsque des femelles primipares avaient accès à une plateforme de 35 x 25 cm, 30 cm au-dessus du plancher de la cage, dans leurs cages individuelles, elles s'y assoyaient 17 % du temps. Pour examiner l'utilisation d'une plateforme par des femelles en lactation au cours de cinq cycles de production, Mikó et collaborateurs (2014) ont logé des femelles et leurs lapereaux dans des enclos dotés d'une plateforme en plastique (41,5 x 52,5 cm, 25 cm au-dessus du plancher de la cage) ou en grillage métallique (28,5 x 38 cm, 26,5 cm au-dessus du plancher de la cage). Les femelles logées avec une plateforme en plastique l'utilisaient durant leur période d'activité et passaient leur période de repos en dessous. Ces femelles utilisaient aussi la plateforme en plastique 25 % plus souvent que celle en grillage métallique. La plateforme en plastique faisait toutefois plus de deux fois les dimensions de celle en grillage métallique (Mikó et coll., 2014). La présence d'une plateforme, qu'elle soit en grillage métallique ou en plastique, diminuait significativement la gravité des pododermatites; sans plateforme, 48 % des femelles avaient une pododermatite modérée à grave, tandis que 0 à 5 % des femelles ayant accès à une plateforme avaient une pododermatite modérée à grave (Mikó et coll., 2014). À mesure que les lapereaux devenaient plus actifs, les femelles augmentaient leur utilisation de la plateforme, quel que soit le matériau utilisé. Cependant, quand les lapereaux ont été capables d'utiliser les plateformes (après le 21^e jour), leur utilisation par les femelles a diminué, tandis que leur utilisation par les lapereaux a augmenté jusqu'au sevrage (Mikó et coll., 2014).

Szendró et collaborateurs (2012) ont examiné les préférences des lapins en engraissement pour divers types de planchers de plateformes. À une densité de 11,1 lapins/m², des lapins Pannon White ont été logés en groupes de 14 dans des cages grillagées de 0,84 m² dotées d'une plateforme de 0,42 m² placée à 30 cm au-dessus du plancher. Les plateformes avaient soit un plancher recouvert d'une couche épaisse de litière, soit un plancher en grillage ouvert (Expérience 1) ou soit un plancher recouvert d'une couche épaisse de litière, soit un plancher en grillage avec un bac à fumier en-dessous (Expérience 2). Dans les deux expériences, les lapins ayant une plateforme en grillage ont passé de 12 à 13 % plus de temps sur la plateforme que ceux qui avaient une plateforme recouverte de litière (Szendró et coll., 2012). Lors de la première expérience, on a trouvé plus de lapins sous la plateforme recouverte de litière que sous la plateforme en grillage sans bac à fumier. Quand on a ajouté le bac à fumier pour la seconde expérience, les lapins ont passé plus de temps sous la plateforme que ce à quoi on s'attendait, peu importe le type de plateforme. Les auteurs ont conclu que la présence d'une plateforme en grillage avec un bac à fumier permet aux lapins d'utiliser pleinement leur espace (Szendró et coll., 2012).

1.6 Logement collectif des femelles

De nombreuses études examinent la possibilité de loger les lapines reproductrices en groupes plutôt que seules. Buijs et collaborateurs (2014) ont logé des femelles pendant quatre cycles de production dans des cages individuelles ou des logements semi-collectifs sur des planchers en caillebotis de plastique ou en grillage. Dans les logements semi-collectifs, les enclos ont été séparés en logements individuels sur de courtes périodes autour du moment de la mise-bas. Comparativement aux femelles logées dans des cages individuelles, les femelles logées en groupe avaient une meilleure qualité des os, signe d'une plus grande activité locomotrice. Toutefois, quand leur comportement a été étudié en détail (Buijs et coll., 2015), les niveaux de locomotion (exception faite de la locomotion liée aux comportements agonistiques) et d'interaction sociale positive n'étaient que faiblement accrus dans les systèmes de logement collectif comparativement aux logements individuels. Les auteurs pensent que soit les femelles ne sont pas

motivées à pratiquer beaucoup d'allotoilettage (toilettage social) ou d'autres comportements affectifs et physiques au stade de gestation en particulier, soit que le système semi-collectif ne suscite pas de tels comportements en raison d'autres contraintes sociales ou d'espace. Le système semi-collectif n'a pas eu d'impact positif sur les indicateurs du stress nuisible (mesuré en appariant le poids des glandes surrénales et la perte de poids durant la lactation), et 20 % des femelles en groupe ont subi des blessures graves (Buijs et coll., 2015). Szendrő et collaborateurs (2013) ont étudié le bien-être de femelles logées soit individuellement, soit en groupes de quatre femelles et d'un mâle. Pour les femelles logées en groupe, les taux de mise-bas étaient inférieurs (45 % contre 78-85 %), la mortalité des lapereaux non sevrés était supérieure (38 % contre 14-15 %), et les taux de survie étaient inférieurs (50 % contre 71-81 %) que pour les femelles logées individuellement. Les femelles logées en groupe présentaient également des niveaux de corticostérone fécale significativement (trois fois) plus élevés que les femelles logées individuellement (Szendrő et coll., 2013).

L'EFSA (2005) a conclu qu'en l'absence de preuves suffisantes pour savoir s'il vaut mieux loger les femelles en groupe ou en paire, on ne peut pas formuler de recommandation valable pour toute l'industrie. Toutefois, certains chercheurs ont étudié des interventions visant à réduire les effets néfastes du logement collectif. Mugnai et collaborateurs (2009) ont comparé le logement de femelles en cages individuelles au logement en groupes de quatre en incluant (ou non) un entraînement pour apprendre aux femelles à reconnaître leur propre boîte à nid. Les femelles logées en groupe ont manifesté une plus grande gamme de comportements et présenté moins de comportements stéréotypés que celles logées individuellement (Mugnai et coll., 2009). Cependant, les femelles qui n'avaient pas été entraînées au préalable à reconnaître leur boîte à nid ont manifesté des niveaux d'agression et de dominance accrus, et il y avait davantage de femelles gravement blessées dans ce groupe que dans celui des femelles entraînées. Ces femelles présentaient aussi des niveaux moindres de réceptivité sexuelle et de fécondité et ont mis bas un plus petit nombre de lapereaux vivants que les femelles logées individuellement; les femelles entraînées logées en groupe se situaient entre les deux pour ces variables. Les femelles logées seules ont présenté les paramètres de reproduction et de fécondité les plus élevés.

Rommers et collaborateurs (2014) ont examiné les moyens possibles d'atténuer les effets indésirables du logement collectif. Ils ont offert à des femelles logées en systèmes semi-collectifs soit une cachette, soit de la paille comme enrichissement, soit une familiarisation avec la cage avant le regroupement, soit différentes combinaisons de ces trois stratégies. Les femelles familiarisées avec leur cage avant d'être mélangées ont manifesté plus de comportements de confort (autotoilettage, étirements, bâillements), et aucun des sujets n'a défendu son territoire. Plus de la moitié des femelles ont subi des lésions cutanées, et le type de traitement n'a eu aucun effet sur la prévalence des blessures. Le pourcentage de femelles gravement blessées était de 13 % à 39 % selon les traitements; les femelles les moins gravement blessées ont été celles qui avaient accès à une cachette.

Quand on utilise le logement collectif pour les femelles, on constate que les dimensions de l'enceinte et la familiarité avec les congénères sont des éléments importants pour la réussite du logement. Valuska et Mench (2013) ont évalué des paires de femelles inconnues logées dans de petites et de grandes enceintes où l'on avait placé des obstacles pour prévenir les agressions directes. Quand les femelles étaient inconnues, on a observé moins d'agressions si elles avaient d'abord été placées dans la grande enceinte plutôt que dans la petite. Toutefois, quand les lapines se connaissaient, celles qui avaient été placées dans

la petite enceinte se sont montrées plus agressives lorsqu'elles ont été placées dans la grande enceinte par la suite (Valuska et Mench, 2013).

1.7 Amélioration de l'environnement

La plupart des lapins de chair commerciaux sont logés dans des cages en grillage vides où les possibilités d'exprimer toute la gamme des comportements propres à l'espèce sont limitées. Des études ont porté sur l'effet de la complexité accrue de l'environnement sur les paramètres de production, la santé, le comportement et les préférences des lapins. La présence de bâtons ou de blocs à ronger a été étudiée plus que tout autre type d'amélioration.

De nombreuses études démontrent que la présence d'un bâton à ronger n'a aucun effet indésirable ou presque sur les paramètres de production cunicole. L'une des rares études ayant démontré des écarts significatifs dans la production Rizzi et collaborateurs (2008) rapportent que des lapins en engraissement logés individuellement ont gagné 3,5 g/jour de plus et consommé 10 g/jour de plus s'ils avaient des bâtons de bois à ronger que s'ils n'en avaient pas. Cependant, Zucca et collaborateurs (2012) ainsi que Verga et collaborateurs (2004) n'ont constaté aucun effet de la présence d'un bâton à ronger sur les indicateurs de rendement jusqu'à l'âge de 79 jours et jusqu'à l'âge de 75 jours, respectivement. Princz et collaborateurs (2007, 2008a) ne rapportent également aucun effet de la présence de différents types de bâtons de bois sur les indicateurs de rendement. Toutefois, bien que Princz et collaborateurs (2009) ne rapporte aucun effet sur l'ingestion d'aliments, ils rapportent que les lapins en croissance élevés avec des bâtons à ronger pesaient davantage à 11 semaines. Bignon et collaborateurs (2012b) ont étudié quant à eux l'introduction de blocs de fibre de bois dans les cages de lapins en croissance et n'ont constaté aucun effet sur les taux de croissance ni la mortalité, mais rapportent une meilleure efficacité alimentaire dans les cages avec blocs. L'accès des femelles à un bloc de fibre de bois n'a pas non plus eu d'effet sur la performance maternelle, la mortalité au nid, la production de lait ou le poids des lapereaux (Bignon et coll., 2012b).

Maertens et collaborateurs (2013) ont comparé le rendement et le comportement de femelles et de leurs lapereaux à qui ils ont donné l'un des trois types de blocs (en pâte de bois, en pulpe de chicorée dans du bois et en inuline dans du bois). Aucun de ces blocs n'a eu d'effet sur la taille ou le poids de la portée. La mortalité globale au cours de l'étude a été faible, mais les portées des femelles sans bloc à ronger ont présenté un taux de mortalité de 12,5 % (Maertens et coll., 2013). À la parturition, les femelles sans bloc à ronger étaient plus lourdes que celles ayant eu accès à un bloc en pâte de bois. Comme les femelles avec des blocs de bois ont consommé des quantités significatives mais très variables du bloc, les auteurs supposent que le manque de valeur nutritionnelle du bloc a eu un impact négatif sur le poids des femelles. Aucune différence de poids n'a été constatée entre les femelles ayant eu accès à des blocs en pulpe de chicorée ou en inuline et celles n'ayant pas eu de bloc (Maertens et coll., 2013).

Des chercheurs ont constaté que des lapins en engraissement avaient des niveaux de calcium tibial plus faibles lorsqu'ils étaient logés avec des bâtons de bois à ronger, qui s'expliquerait par les niveaux de tanin dans le bois (Rizzi et coll., 2008). Princz et collègues (2008a) ont constaté une prévalence significativement plus faible de lésions aux oreilles chez des lapins en engraissement ayant eu accès à des bâtons de bois à ronger (bois de tilleul pour 1,9 % des lapins; acacia blanc pour 7,7 %) comparativement à

ceux n'ayant pas eu accès à un bâton à ronger (17,3 % des lapins). Dans une autre étude, Princz et collègues (2009) ont constaté que la présence de bâtons à ronger dans les cages ou les enclos réduisait significativement le pourcentage de lapins en engraissement blessés : de 18,5 % sans bâtons à 1,2 % avec bâtons.

Les résultats de plusieurs études montrent que la présence de bâtons de bois à ronger pourrait réduire les agressions et les stéréotypies buccales et influencer l'emploi du temps comportemental global des lapins en engraissement (Verga et coll., 2004; Princz et coll., 2007, 2008b). Cela n'a pas été constaté dans toutes les études (Zucca et coll., 2012). Zucca et collaborateurs (2012), pour leur part, n'ont observé aucune différence dans le comportement général, le tempérament ou les styles d'adaptation (évalués par les tests d'immobilité protectrice et d'émergence) entre des lapins en engraissement logés avec ou sans bâtons de bois à ronger, bien que l'accoutumance et la perte d'intérêt pour ces objets aient pu jouer avec le temps. Dans d'autres études, des lapins en engraissement logés en groupe ayant eu accès à des bâtons à ronger ont été plus actifs et ont présenté plus de comportements d'autotoilettage, de bondissement et d'allotoilettage, et moins de comportements agressifs et de stéréotypies buccales, que les sujets sans bâtons (Verga et coll., 2004; Princz et coll., 2007, 2008b). Les lapins préfèrent aussi avoir des bâtons de bois à ronger dans leur environnement. Lorsqu'ils pouvaient se déplacer librement entre des cages avec ou sans bâtons à ronger, des lapins ont passé de 6 % à 8 % plus de temps dans les cages avec des bâtons à ronger (Princz et coll., 2008b). Ils ont aussi passé plus de leur temps d'activité, et consommé une plus grande partie de leurs aliments, dans les cages avec des bâtons à ronger.

Les écarts rapportés dans ces études peuvent être liés en partie au type de bois des bâtons à ronger. Lidfors (1997) a comparé l'inclusion de foin, de cubes d'herbe ou de bâtons à ronger en tremble écorcé sur le comportement de mâles de 83 jours et l'utilisation d'enrichissements. Les mâles de l'étude ont consommé en moyenne 71 g/jour de cubes d'herbe et 31 g/jour de foin, mais ils ont pratiquement ignoré les bâtons à ronger. L'auteure présume que le type de bois a pu influencer le comportement des lapins. Rizzi et collègues (2008) ont également suggéré que la structure chimique du bois des bâtons à ronger est importante pour des variables comme les niveaux de calcium dans les os. Princz et collègues (2007) ont évalué les préférences de lapins en croissance entre neuf types de bois. Sur les types de bois évalués, les lapins ont préféré les bâtons à ronger faits de tilleul à petites feuilles, de saule blanc et de pavier glabre aux autres sortes. Les lapins ayant seulement eu accès à des bâtons de tilleul à petites feuilles ont également consommé plus de bois que ceux ayant eu accès soit à des bâtons d'épinette de Norvège, soit à des bâtons de chêne commun. Cependant, ce sont les sujets qui ont eu des bâtons d'épinette de Norvège qui ont passé le plus de temps à réellement ronger le bois. Dans une autre étude, Princz et collègues (2008a) ont comparé la consommation de bois et la santé de lapins en engraissement ayant eu dans leur enclos un bâton à ronger d'acacia blanc, un bâton à ronger de tilleul à petites feuilles ou aucun bâton. Les lapins ayant eu un bâton à ronger en tilleul ont consommé une plus grande partie du bâton que ceux qui ont eu un bâton d'acacia blanc, mais n'ont présenté aucune différence de productivité. Toutefois, les lapins ayant eu des bâtons de tilleul à ronger ont subi significativement moins de lésions aux oreilles que ceux ayant eu des bâtons d'acacia, et les deux catégories de sujets ayant eu des bâtons à ronger ont subi moins de lésions aux oreilles que les lapins n'ayant eu accès à aucun bâton à ronger dans leur enclos (Princz et coll., 2008a).

D'autres types d'améliorations de l'environnement, dont les structures en bois (Buijs et coll., 2011a, 2011b), les miroirs (Dalle Zotte et coll., 2009; Edgar et Seaman, 2010), le fourrage grossier (Lidfors,

1997) et d'autres produits alimentaires et non alimentaires (Harris et coll., 2001), ont été évalués afin de vérifier leur impact sur le bien-être des lapins. Buijs et collègues (2011a, 2011b) ont logé des lapins selon différentes densités d'élevage, avec ou sans une structure en bois en U composée de deux murs en bois reliés par un plancher en bois (40 x 20 x 20 cm). Comme la structure en bois pouvait potentiellement servir à deux fins (comme structure à ronger et comme structure physique divisant la cage en zones fonctionnelles distinctes), les auteurs ont posé l'hypothèse que l'inclusion de la structure réduirait les agressions et la manipulation de la cage. Les lapins ont passé 4 % de leur temps à ronger, lécher ou renifler la structure (Buijs et coll., 2011a), et leur intérêt à son égard n'a pas décliné avec le temps. Avec la structure, les lapins ont moins manipulé la cage (Buijs et coll., 2011a) et ont présenté des niveaux réduits de glucocorticoïdes fécaux (Buijs et coll., 2011b). Ces lapins ont aussi réduit leurs contacts avec leurs congénères (Buijs et coll., 2011a). Bien que le contact social soit généralement censé être positif pour le bien-être animal, les auteurs présument que les structures ont permis aux lapins d'éviter des interactions non voulues.

Dans l'étude susmentionnée, Lidfors (1997) a constaté que des lapins interagissaient davantage avec le foin qu'avec les autres enrichissements dans leur cage (cubes d'herbe ou bâtons à ronger en tremble écorcé). Dans les enclos pourvus de foin ou de cubes d'herbe, les lapins ont manifesté moins de comportements anormaux que ceux logés dans les enclos témoins (sans enrichissement). Le gain de poids a également été supérieur chez les lapins logés dans les enclos avec cubes d'herbe que dans les enclos témoins, en raison, en partie, de leur consommation quotidienne de 71 g de cubes d'herbe.

Des études ont également cherché à déterminer si la présence de miroirs dans les cages individuelles pouvait servir de substitut au contact social. Dalle Zotte et collègues (2009) ont donné à des lapins logés individuellement le choix entre une cage avec ou sans miroir. Les lapins ont passé plus de temps et consommé une plus grande partie de leurs aliments dans la cage avec miroir. De même, les lapins logés en groupe ont préféré la cage avec miroir à une cage sans miroir, bien que cette préférence ait diminué avec l'âge (et potentiellement l'entassement accru dans leur zone préférée; Dalle Zotte et coll., 2009). Edgar et Seaman (2010) ont également offert à des lapins logés individuellement le choix entre une zone avec miroir et une zone sans miroir. Les chercheurs ont constaté des différences dans les réponses comportementales des mâles et des femelles en contact avec les miroirs. Les femelles ont répondu au miroir en réduisant leur comportement de toilettage et en augmentant leur comportement d'investigation, tandis que les mâles ont manifesté un comportement de vigilance globalement accru ainsi que des comportements stéréotypés accrus au cours des deux premiers jours avec le miroir. Les auteures suggèrent que les mâles pourraient avoir perçu des concurrents dans leur reflet de même taille qu'eux dans le miroir.

Enfin, Harris et collègues (2001) ont étudié l'offre de produits alimentaires ou non alimentaires à des lapins sur une brève période (1 heure) chaque jour. L'intérêt pour certains produits non alimentaires (balle à grelot, jouet Kong) était initialement élevé, mais a diminué rapidement. Les interactions des lapins avec des produits alimentaires (*Bunny Blocks*, céleri) a atteint un sommet au bout d'environ 4 à 7 jours, mais les lapins ont continué à interagir avec le produit *Bunny Stix* pendant toute la durée de l'essai de 15 jours.

1.8 Questions non abordées dans la littérature actuelle

- 1. Gestion des agressions chez les femelles logées en groupe.**
- 2. Utilisation et préférence pour différents abris.**
- 3. Amélioration du logement des mâles (espace alloué et enrichissement).**
- 4. Densités d'élevage optimales à différents stades de production.**

Tableau 1. Compilation d'études évaluant différents types de planchers

| Référence | Étape de production | Types de planchers | Variabes mesurées |
|--------------------------|----------------------------|--|--|
| Buijs et coll., 2014 | Femelles | Grillage Caillebotis de plastique | Qualité des os Déformations de la colonne Pododermatite |
| Princz et coll., 2008 | Lapins en engraissement | Filet de plastique Grillage | Comportement Préférences |
| Dal Bosco et coll., 2002 | Lapins en engraissement | Filet de grillage Litière de paille | Croissance Ingestion d'aliments Mortalité Comportement Qualité de la carcasse |
| Trocino et coll., 2015 | Lapins en engraissement | Caillebotis de bois Caillebotis de plastique | Croissance Ingestion d'aliments Qualité de la carcasse Lésions cutanées |
| Morisse et coll., 1999 | Lapins en engraissement | Filet de grillage Litière sur béton | Croissance Ingestion d'aliments Mortalité Santé Comportement Plein champ Préférences |
| Gerencsér et coll., 2014 | Lapins en engraissement | Grillage Mailles de plastique Litière profonde | Croissance Ingestion d'aliments Mortalité Préférences |
| Siloto et coll., 2008 | Lapins en engraissement | Paille sur bois Grillage | Comportement |
| Trocino et coll., 2004 | Lapins en engraissement | Filet de grillage Caillebotis d'acier | Croissance Ingestion d'aliments Solidité des os Qualité de la carcasse Comportement Plein champ |
| Trocino et coll., 2008 | Lapins en engraissement | Caillebotis de plastique Filet de grillage Litière sur grillage Caillebotis d'acier | Croissance Ingestion d'aliments Santé Immobilité tonique Plein champ Qualité de la carcasse |

Tableau 2. Compilation d'études portant sur la dimension de cages, la taille des groupes et les seuils d'espace alloué

| Référence | Étape de production | Dimensions (long. x larg.), cm | Aire de plancher, m ² | Nb de lapins par enceinte | Seuils d'espace par lapin, m ² | Lapins/m ² | Variables mesurées |
|------------------------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------|---|-----------------------|----------------------------|
| Bignon et coll., 2012a | Femelles | 25 x 46 | 0,12 | 1 | 0,12 | 0,87 | Comportement |
| | | 33 x 68.5 ^a | 0,23 | 1 | 0,23 | 0,44 | Mortalité |
| | | 38 x 90 ^b | 0,34 ^b | 1 | 0,34 ^b | 0,29 | Production |
| Prola et coll., 2013 | Femelles | 83 x 38 | 0,32 | 1 | 0,32 | 0,32 | Corticostéroïdes |
| | | 113 x 46 | 0,52 | 1 | 0,52 | 0,19 | fécaux |
| Mikó et coll., 2014 | Femelles | 51,5 x 38 | 0,22 | 1 | 0,22 | 0,46 | Préférences |
| | | 57,5 x 76 | 0,44 | 1 | 0,44 | 0,23 | |
| Buijs et coll., 2011a | Lapins engraissement | 40 x 100 | 0,40 | 8 | 0,05 | 20 | Comportement |
| | | 46 x 100 | 0,46 | 8 | 0,058 | 17,5 | Posture |
| | | 53 x 100 | 0,53 | 8 | 0,066 | 15 | Utilisation de |
| | | 64 x 100 | 0,64 | 8 | 0,08 | 12,5 | l'espace |
| Buijs et coll., 2011b | | 80 x 100 | 0,80 | 8 | 0,10 | 10 | Mortalité |
| | | 107 x 100 | 1,07 | 8 | 0,13 | 7,5 | Solidité des os |
| Buijs et coll., 2012 | | 160 x 100 | 1,60 | 8 | 0,20 | 5 | Asymétrie fluctuante |
| | | | | | | | Glucocorticoïdes fécaux |
| Villalobos et coll., 2010 | Lapins en engraissement | 50 x 100 | 0,50 | 8 | 0,063 | 16 | Croissance |
| | | 50 x 50 | 0,25 | 4 | 0,063 | 16 | Performance |
| Jekkel et Milisits, 2009 | Lapins en engraissement | 50 x 170 | 0,85 | 7 | 0,12 | 8,24 | Comportement |
| | | 50 x 170 | 0,85 | 10 | 0,085 | 11,76 | |
| | | 50 x 170 | 0,85 | 13 | 0,065 | 15,29 | |
| Morisse et Maurice, 1997 | Lapins en engraissement | 77 x 51 | 0,39 | 6 | 0,066 | 15,3 | Comportement |
| | | 77 x 51 | 0,39 | 7 | 0,056 | 17,8 | Croissance |
| | | 77 x 51 | 0,39 | 8 | 0,049 | 20,4 | |
| | | 77 x 51 | 0,39 | 9 | 0,044 | 23,0 | |
| Onbaşilar et Onbaşilar, 2007 | Lapins en engraissement | 70 x 60 | 0,42 | 1 | 0,42 | 2,38 | Croissance |
| | | 70 x 60 | 0,42 | 3 | 0,14 | 7,14 | Corticostérone plasmatique |
| | | 70 x 60 | 0,42 | 5 | 0,084 | 11,90 | Glucose |

| | | | | | | | |
|-----------------------------|----------------------------|------------------------|------|----|-------|------|--|
| Postollec et coll., 2006 | Lapins en engraissement | 77 x 50 | 0,39 | 6 | 0,064 | 15 | Performance |
| | | 95 x 70 ^c | 0,67 | 10 | 0,067 | 15 | Lésions cutanées |
| | | 193 x 190 ^e | 3,67 | 50 | 0,073 | 15 | Mortalité Solidité des os Comportement |
| Postollec et coll., 2008 | Lapins en engraissement | 77 x 50 | 0,39 | 6 | 0,064 | 15 | Performance |
| | | 53 x 95 ^d | 0,66 | 10 | 0,066 | 15 | Lésions cutanées |
| | | 193 x 190 ^e | 4,05 | 60 | 0,068 | 15 | Morbidité Mortalité Comportement |
| Princz et coll., 2008 | Lapins en engraissement | | 0,12 | 2 | 0,061 | 16 | Comportement |
| | | | 0,86 | 13 | 0,066 | 16 | |
| Trocino et coll., 2004 | Lapins en engraissement | 100 x 50 | 0,50 | 8 | 0,063 | 16 | Performance |
| | | 110 x 60 | 0,66 | 8 | 0,083 | 12,1 | Comportement Plein champ Immobilité tonique Solidité des os Qualité de la carcasse |
| Trocino et coll., 2015 | Lapins en engraissement | 120 x 140 | 1,68 | 20 | 0,084 | 12 | Performance |
| | | 120 x 140 | 1,68 | 27 | 0,066 | 16 | Solidité des os Qualité de la carcasse |
| Trocino et coll., 2008 | Lapins en engraissement | 78 x 64 | 0,50 | 6 | 0,083 | 12,1 | Performance |
| | | 58 x 64 | 0,37 | 6 | 0,062 | 16,2 | Santé Immobilité tonique Plein champ Qualité de la carcasse |

^a Empilement sur deux niveaux^b Plateforme de 0,089 m² à 30 cm de hauteur^c Enclos sans plafonds^d Enclos sans plafond. Plateforme supplémentaire de 0,16 m² à 30 cm du plancher^e Enclos sans plafond. Plateforme supplémentaire de 0,39 m² à 30 cm du plancher

1.9 Notes bibliographiques

- Aubret, J.M., et J. Duperray (1993). « Effect of cage density on the performance and health of the growing rabbit », *Journal of Applied Rabbit Research*, vol. 15, p. 656-656.
- Bignon, L., A. Travel, P. Galliot, C. Souchet, C. Davoust et D. Weissman. (2012a). « Gnawing blocks in rabbit cages: impact on the behaviour and performance of does and fattening rabbits », *Proceedings of the 10th World Rabbit Congress*, p. 1051-1055
- Bignon, L., M. Bouchier, G. Coutelet, P. Galliot, C. Souchet et L. Fortun-Lamothe. (2012b). « Individual housing of young does in different sized cages: impact on welfare, economic costs and productive data », *Proceedings of the 10th World Rabbit Congress*, p. 1045-1049.
- Buijs, S., K. Hermans, L. Maertens, A. Van Caelenberg et F.A.M Tuytens. (2014). « Effects of semi-group housing and floor type on pododermatitis, spinal deformation and bone quality in rabbit does », *Animal*, vol. 8, n° 10, p. 1728-1734.
- Buijs, S., L.J. Keeling et F.A. Tuytens (2001a). « Behaviour and use of space in fattening rabbits as influenced by cage size and enrichment », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 134, n° 3, p. 229-238.
- Buijs, S., L.J. Keeling, S. Rettenbacher, L. Maertens et F.A. Tuytens. (2011b). « Glucocorticoid metabolites in rabbit faeces – influence of environmental enrichment and cage size », *Physiology & Behavior*, vol. 104, n° 3, p. 469-473.
- Buijs, S., L. Maertens, K. Hermans, J. Vangeyte et F.A.M. Tuytens. (2015). « Behaviour, wounds, weight loss and adrenal weight of rabbit does as affected by semi-group housing », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 172, p. 44-51.
- Buijs, S., E. Van Poucke, S. Van Dongen, L. Lens et F.A. Tuytens. (2012). « Cage size and enrichment effects on the bone quality and fluctuating asymmetry of fattening rabbits », *Journal of Animal Science*, vol. 90, n° 10, p. 3568-3573.
- Conseil canadien de protection des animaux (CCPA) (2003). *Lignes directrices du CCPA sur : les animaleries – les caractéristiques, la conception et le développement*, Ottawa (Ontario), p. 94.
- Dal Bosco, A., C. Castellini et C. Mugnai (2002). « Rearing rabbits on a wire net floor or straw litter: behaviour, growth and meat qualitative traits », *Livestock Production Science*, vol. 75, n° 2, p. 149-156.
- Dalle Zotte, A., et coll. (2009). « Rabbit preference for cages and pens with or without mirrors », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 116, n° 2, p. 273-278.
- Edgar, J.L., et S.C. Seaman (2010). « The effect of mirrors on the behaviour of singly housed male and female laboratory rabbits », *Animal Welfare*, vol. 19, n° 4, p. 461-471.
- EFSA (Autorité européenne de sécurité des aliments) (2005). « The impact of the current housing and husbandry systems on the health and welfare of farmed domestic rabbits », *The EFSA Journal*, vol. 267, p. 1-31.
- Estevez, I., I.L. Andersen et E. Nævdal (2007). « Group size, density and social dynamics in farm animals », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 103, n° 3, p. 185-204.
- Gerencsér, Zs., K. Szendrő, Z. Szendrő, M. Odermatt, I. Radnai, I. Nagy, A. Dal Bosco et Z. Matics. (2014). « Effect of floor type on behavior and productive performance of growing rabbits », *Livestock Science*, vol. 165, p. 114-119.

- Harris, L.D., L.B. Custer, E.T. Soranaka, J.R. Burge et G.R. Ruble. (2001). « Evaluation of objects and food for environmental enrichment of NZW rabbits », *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, vol. 40, n° 1, p. 27-30.
- Jekkel, G., et G. Milisits (2009). « Comparison of the behaviour of growing rabbits reared on wire net or combined floor at different stocking densities », *Italian Journal of Animal Science*, vol. 8, suppl. 3, p. 202-204.
- Jeziarski, T., N. Scheffler, W. Bessei et E. Schumacher. (2005). « Demand functions for cage size in rabbits selectively bred for high and low activity in open-field », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 93, n° 3, p. 323-339.
- Lidfors, L. (1997). « Behavioural effects of environmental enrichment for individually caged rabbits », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 52, n° 1, p. 157-169.
- Maertens, L., S. Buijs et C. Davoust (2013). « Gnawing blocks as cage enrichment and dietary supplement for does: performance, intake and behaviour », *World Rabbit Science*, vol. 21, n° 3, p. 185-192.
- Martrenchar, A., E. Boilletot, J.P. Cotte et J.P. Morisse. (2001). « Wire-floor pens as an alternative to metallic cages in fattening rabbits: Influence on some welfare traits », *Animal Welfare*, vol. 10, n° 2, p. 153-161.
- Mikó, A., Z. Matics, Z. Gerencsér, M. Odermatt, I. Radnai, I. Nagy et Z. Szendrő. (2014). « Performance and welfare of rabbit does in various caging systems », *Animal*, vol. 8, n° 7, p. 1146-1152.
- Mirabito, L., P. Galliot et C. Souchet (2000). « Effect of different ways of cage enrichment on the productive traits and mortality of fattening rabbits », *Proceedings of the 7th World Rabbit Congress*, p. 4-7.
- Morisse, J.P., E. Boilletot et A. Martrenchar (1999). « Preference testing in intensively kept meat production rabbits for straw on wire grid floor », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 64, n° 1, p. 71-80.
- Morisse, J.P., et R. Maurice (1997). « Influence of stocking density or group size on behaviour of fattening rabbits kept under intensive conditions », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 54, n° 4, p. 351-357.
- Mugnai, C., A. Dal Bosco et C. Castellini (2009). « Effect of different rearing systems and pre-kindling handling on behaviour and performance of rabbit does », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 118, n° 1, p. 91-100.
- NRC (National Research Council) (2011). *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals*, 8^e édition, Washington DC, National Academy Press.
- Onbaşilar, E.E., et I. Onbaşilar (2007). « Effect of cage density and sex on growth, food utilization and some stress parameters of young rabbits », *Scandinavian Journal of Animal Science*, vol. 34, p. 1-7.
- Orova, Z., Z.S. Szendrő, Z. Matics, I. Radnai et E. Biró-Németh. (2004). « Free choice of growing rabbits between deep litter and wire net floor in pens », *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress*, Puebla, Mexique, 7-10 sept. 2004, p. 1263-1265. World Rabbit Science Association (WRSA).
- Postollec, G., E. Boilletot, R. Maurice et V. Michel. (2008). « The effect of pen size and an enrichment structure (elevated platform) on the performance and behaviour of fattening rabbits », *Animal Welfare*, vol. 17, n° 1, p. 53-59.

- Princz, Z., A. Dalle Zotte, S. Metzger, I. Radnai, E. Biró-Németh, Z. Orova et Z. Szendrő. (2009). « Response of fattening rabbits reared under different housing conditions. 1. Live performance and health status », *Livestock Science*, vol. 121, n° 1, p. 86-91.
- Princz, Z., I. Nagy., E. Biró-Németh, Z. Matics, Z. Szendrő, G. Xicato, A. Trocino et S.D. Lukefahr. (2008a). « Effect of gnawing sticks on the welfare of growing rabbits », *Proceedings of the 9th World Rabbit Congress*, Vérone, Italie, 10-13 juin 2008, p. 1221-1224. World Rabbit Science Association (WRSA).
- Princz, Z., A. Dalle Zotte, I. Radnai, E. Biró-Németh, Z. Matics, Z. Gerencsér, I. Nagy et Z. Szendrő. (2008b). « Behaviour of growing rabbits under various housing conditions », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 111, n° 3, p. 342-356.
- Princz, Z., I. Radnai, E. Biró-Németh, Z. Matics, Z. Gerencsér, I. Nagy et Z. Szendrő. (2008c). « Effect of cage height on the welfare of growing rabbits », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 114, n° 1, p. 284-295.
- Princz, Z., Z. Orova, I. Nagy, D. Jordan, I. Štuhec, F. Luzi, M. Verga et Zs. Szendrő. (2007). « Application of gnawing sticks in rabbit housing », *World Rabbit Science*, vol. 15, p. 29-36. DOI : 10.4995/wrs, 7.
- Prola, L., P. Cornale, M. Renna, E. Macchi, G. Perona et A. Mimosi. (2013). « Effect of breed, cage type and reproductive phase on fecal corticosterone levels in doe rabbits », *Journal of Applied Animal Welfare Science*, vol. 16, n° 2, p. 140-149.
- Rizzi, C., G.M. Chiericato, G. Xicato, A. Trocino et S.D. Lukefahr S.D. (2008). « Effect of environmental conditions on productive and physiological responses in growing rabbits », *Proceedings of the 9th World Rabbit Congress*, Vérone, Italie, 10-13 juin 2008, p. 1233-1237. World Rabbit Science Association (WRSA).
- Rommers, J.M., et I.C. de Jong (2011). « Technical note: plastic mats prevent footpad injuries in rabbit does », *World Rabbit Science*, vol. 19, n° 4, p. 233-237.
- Rommers, J.M., I.C. de Jong et K.H. de Greef (2014). *Het ontwikkelen van een welzijnsmeetprotocol voor konijnen in de commerciële konijnenhouderij*, Wageningen UR Livestock Research, Wageningen.
- Rommers, J.M., et R. Meijerhof (1997). « The effect of cage enlargement on the productivity and behaviour of rabbit does », *Proceedings of the 10th International Symposium on Housing and Diseases of Rabbits*, Celle, Allemagne, *World Rabbit Science*, vol. 5, p. 89-90.
- Rommers, J.M., B.J. Reuvekamp, H. Gunnink et I.C. de Jong. (2014). « Effect of hiding places, straw and territory on aggression in group-housed rabbit does », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 157, p. 117-126.
- Rosell, J.M., et L.F. de la Fuente (2009). « Effect of footrests on the incidence of ulcerative pododermatitis in domestic rabbit does », *Animal Welfare*, vol. 18, n° 2, p. 199-204.
- Rosell, J.M., et L.F. de la Fuente (2013). « Assessing ulcerative pododermatitis of breeding rabbits », *Animals*, vol. 3, n° 2, p. 318-326.
- Service public fédéral intérieur (2014). *Santé publique, sécurité de la chaîne alimentaire et environnement, Arrêté royal relatif au bien-être des lapins dans les élevages*, Belgique (consulté le 24 nov. 2015). Sur Internet : <http://environnement.wallonie.be/legis/bienetreanimal/bienetre004.html>.

Siloto, E.V., C.P. Zeferino, A.S.A.M.T. Moura, S. Fernandes, J.R. Sartori, E.R. Siqueira, G. Xicato, A. Trocino et S.D. Lukefahr. (2008) « Temperature and cage floor enrichment affect the behavior of growing rabbits », *Proceedings of the 9th World Rabbit Congress*, Vérone, Italie, 10-13 juin 2008 p. 1245-1249. World Rabbit Science Association (WRSA).

Szendrő, Z., Z. Matics, M. Odermatt, Z. Gerencsér, I. Nagy, K. Szendrő et A. Dalle Zotte. (2012). « Use of different areas of pen by growing rabbits depending on the elevated platforms' floor-type », *Animal*, vol. 6, n° 4, p. 650-655.

Szendrő, Zs., A. Mikó, M. Odermatt, Z. Gerencsér, I. Radnai, B. Dezséry, E. Garai, I. Nagy, K. Szendrő et Z. Matics. (2013). « Comparison of performance and welfare of single-caged and group-housed rabbit does », *Animal*, vol. 7, n° 3, p. 463-468.

Trocino, A., E. Filiou, M. Tazzoli, M. Birolo, A. Zuffellato et G. Xiccato. (2015). « Effect of floor type, stocking density, slaughter age and gender on productive and qualitative traits of rabbits reared in collective pens », *Animal*, vol. 9, n° 5, p. 855-861.

Trocino, A., G. Xiccato, P.I. Queaque et A. Sartori. (2004). « Group housing of growing rabbits: effects of stocking density and cage floor on performance, welfare and meat quality », *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress*, 7-10 septembre 2004, Puebla, Mexique, p. 1277-1282. World Rabbit Science Association (WRSA).

Trocino, A., G. Xiccato, D. Majolini, M. Fragkiadakis, G. Xicato et S.D. Lukefahr. (2008) « Effect of cage floor and stocking density on growth performance and welfare of group-housed rabbits », *Proceedings of the 9th World Rabbit Congress*, Vérone, Italie, 10-13 juin 2008, p. 1251-1255. World Rabbit Science Association (WRSA).

Valuska, A.J., et J.A. Mench (2013). « Size does matter: the effect of enclosure size on aggression and affiliation between female New Zealand White rabbits during mixing », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 149, n° 1, p. 72-76.

Verga, M., I. Zingarelli, E. Heinzl, V. Ferrante, P.A. Martino et F. Luzi. (2004). « Effect of housing and environmental enrichment on performance and behaviour in fattening rabbits », *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress*, Puebla, Mexique, 7-10 septembre 2004, p. 1283-1288. World Rabbit Science Association (WRSA).

Zucca, D., S.P. Marelli, V. Redaelli, E. Heinzl, H. Cardile, C. Ricci, M. Verga et F. Luzi. (2012). « Effect of environmental enrichment and group size on behaviour and live weight in growing rabbits », *World Rabbit Science*, vol. 20, n° 2, p. 89-95.

2. Reproduction

Conclusions

- 1. Les femelles doivent être en bonne santé, avec une cote d'état de chair normale, avant le premier accouplement pour limiter la perte de poids durant la gestation et la lactation. Sinon, un intervalle plus long peut être nécessaire entre les accouplements pour permettre aux femelles de récupérer.**
- 2. Avec les pratiques de gestion actuelles, le taux de mortalité des lapines reproductrices reste élevé en raison des maladies intercurrentes.**

Les lapines sont des reproductrices saisonnières dont le système d'accouplement est polygyne (Southern, 1948; Surridge et coll., 1999); elles sont donc naturellement prolifiques. Le lapin est une espèce à ovulation provoquée; les femelles sont réceptives et s'accoupleront avec les mâles durant la période œstrale post-partum, qui dure environ 48 heures après la mise-bas (Bell, 1984; Diaz et coll., 1988; Beyer et Rivaud, 1969). La gestation dure de 31 à 33 jours; pendant ce temps, les concentrations plasmatiques circulantes d'œstradiol et de progestérone augmentent (González-Mariscal et coll., 1994), induisant les modèles de comportement maternel nécessaires à la survie des lapereaux (Zarrow et coll., 1961; González-Mariscal et coll., 2007). Le lapin est aussi une espèce à développement tardif, c'est-à-dire que la nutrition et la survie des lapereaux dépend entièrement de leur mère pendant au moins les trois premières semaines de vie. Les lapins nouveau-nés sont nus, ils ont les yeux et les oreilles fermés, et le rapport entre leur surface cutanée et leur masse corporelle est élevé, ce qui nécessite un nid et/ou la présence de compagnons de portée pour leur thermorégulation (Bautista et coll., 2008). Dans des conditions naturelles ou semi-naturelles, les lapines commencent à construire un nid une semaine avant la parturition (González-Mariscal, 2007), à partir de fibres végétales (quand elles sont disponibles) et de poils arrachés sur leur propre corps (Zarrow et coll., 1963; Canali et coll., 1991). La parturition est un processus relativement rapide chez le lapin (Hudson et Distel, 1982); les femelles ne retournent au nid que pendant 3 à 5 minutes une fois par jour (ou, moins fréquemment, deux ou trois fois par jour) pour allaiter les lapereaux, d'habitude à l'aube ou au crépuscule (Selzer et coll., 2004; Hoy et Selzer, 2010). On pense que ce comportement réduit la détection du nid par les prédateurs.

Le comportement de construction de nid des femelles diffère selon leur âge et leur expérience; les femelles primipares sont plus susceptibles que les femelles multipares de ne pas construire de nid (González-Redondo, 2010) ou de construire un nid inadéquat (Ross et coll., 1956; Canali et coll., 1991). La génétique influe aussi sur le comportement de construction de nid. Hamilton et collègues (1997) ont constaté des différences dans les aptitudes de construction de nid de lapines de race néo-zélandaise blanche (NZB) et de race californienne (CAL). Les lapines NZB utilisaient plus de fourrure dans leurs nids (18 g) que les lapines CAL (11,8 g), leurs nids étaient plus structurés, et le placement de la fourrure à l'intérieur du nid était plus optimal (Hamilton et coll., 1997). Les différences selon la race peuvent s'expliquer en partie par les différences de densité de la fourrure, car Szendrő et collègues (1998) ont constaté que les lapines NZW avaient plus de fourrure que les lapines CAL. L'absence d'un nid convenable augmente les taux de mortalité chez les lapins sauvages et domestiques (Canali et coll., 1991; González-Redondo, 2010). Hamilton et collaborateurs (1997) ont constaté que les caractéristiques du nid représentent entre 21 et 35 % des écarts de mortalité néonatale; toutefois, seulement 5 % de la mortalité présevrage peut s'expliquer par ces caractéristiques. La présence de compagnons de portée est également importante pour la survie des lapereaux : les portées d'un seul lapereau sont très désavantagées par rapport aux portées de deux, quatre ou six lapereaux (Bautista et coll., 2003). L'allaitement croisé pourrait faire diminuer la mortalité au sein des petites portées. Bautista et collègues (2008) rapportent que les lapereaux morts au cours des cinq premiers jours de vie avaient passé moins de temps à se blottir contre

leurs compagnons de portée, avaient une température moyenne inférieure (33,8 ° contre 36,1 °) et avaient reçu moins de lait (1,9 g contre 9,5 g) que leurs compagnons de portée. L'allaitement croisé peut aussi réduire les variations de poids entre les lapereaux et avoir ainsi des effets positifs durables sur les taux de croissance. Bautista et collaborateurs (2015) rapportent que les lapereaux de poids significativement plus faible que leurs compagnons de portée ont des températures corporelles, une consommation de lait et des taux de croissance plus faibles.

2.1 Méthodes de reproduction

Les élevages commerciaux de lapins de chair au Canada utilisent l'accouplement naturel ou dirigé; une minorité de producteurs a recours à l'insémination artificielle (IA). Peu d'études comparent les effets de l'accouplement naturel à ceux de l'IA sur le bien-être des femelles ou des mâles. Gil et collaborateurs (2004) ont comparé la prévalence des gestations abdominales chez des femelles provenant d'un élevage ayant exclusivement recours à l'IA et chez d'autres femelles provenant d'un élevage ayant principalement recours à l'accouplement naturel. Les gestations abdominales peuvent passer inaperçues pendant de longues périodes et peuvent être concomitantes avec les gestations viables, mais elles peuvent entraîner la rupture utérine, des hémorragies et des infections. Les auteurs ont constaté une prévalence de 7,8 % des gestations abdominales dans l'élevage ayant exclusivement recours à l'IA, contre une prévalence de 1,7 % dans l'élevage ayant recours à l'IA avec parcimonie (Gil et coll., 2004). Beaucoup d'autres pratiques de gestion pourraient expliquer cet écart de prévalence, mais les auteurs indiquent qu'une mauvaise technique d'insémination peut perforer la paroi vaginale et causer une gestation abdominale (Gil et coll., 2004).

Les mâles commencent à manifester un comportement sexuel vers l'âge de 60 à 70 jours, mais ils n'atteignent la maturité sexuelle que 60 à 70 jours plus tard (Alvariño, 2000). Quand on leur offre la possibilité de s'accoupler à volonté, les mâles adultes demeurent très motivés à se livrer à l'activité sexuelle, même après de nombreuses montes avec éjaculation (Jiménez et coll. 2012), ce qui indique que l'acte d'accouplement naturel, en soi, n'a pas d'effets négatifs sur leur bien-être. Peut-être en raison de la grande motivation des mâles à s'accoupler, Gacek et collègues (2012) n'ont pas trouvé d'écarts significatifs dans le délai avant l'accouplement ni dans l'efficacité de l'accouplement entre des mâles caractérisés comme étant timides, dociles ou agressifs lors de deux tests comportementaux. D'autres études sont nécessaires pour comparer les effets de l'accouplement naturel à ceux de l'IA sur le bien-être, tant des femelles que celui des mâles.

2.2 Âge au premier accouplement

Les jeunes lapines n'ont pas terminé leur croissance lorsqu'elles atteignent l'âge de la puberté, et les quatre premiers cycles de reproduction représentent une période critique dans le développement de leurs réserves d'énergie et de protéines (Rommers, 2004). De nombreuses variables ont un effet sur le développement des lapins en phase d'élevage, notamment leur poids de naissance et la stratégie d'alimentation employée (Szendrő et coll., 2006). Chez les femelles primipares, il existe une disparité significative entre l'apport énergétique de l'alimentation et la dépense énergétique que représente la production de lait (Xiccato et coll., 2004). Cette divergence entraîne des pertes d'état de chair plus importantes durant la lactation chez les jeunes femelles que chez les plus âgées (Xiccato et coll., 2004). Les résultats d'un sondage auprès de 130 clapiers espagnols par Rosell et de la Fuente (2009) ont montré que l'âge moyen des lapines au premier accouplement était de 147 jours (21 semaines) et qu'aucune

n'avait moins de 114 jours (16,3 semaines). Bien qu'ils n'aient trouvé aucun lien entre l'âge à la première insémination et le taux de mortalité des mères (Rosell et de la Fuente, 2009), le taux de mortalité après la première mise-bas était de 8,7 %. Différentes pratiques de gestion des femelles avant le premier accouplement peuvent contribuer à maximiser leur ingestion d'aliments et leurs réserves corporelles (Rommers et coll., 2006). Rommers (2004) a émis l'hypothèse que les femelles « bien développées » pour ce qui est de la croissance du squelette et des réserves adipeuses ont une performance de reproduction améliorée et des taux de réforme réduits. En 2004, Rommers a résumé ses rapports publiés et inédits sur l'âge à la première insémination (14,5 ou 17,5 semaines) et la méthode d'alimentation (à volonté ou restreinte). L'âge à la première insémination influence la productivité, particulièrement quand les femelles pèsent sensiblement moins que leur poids adulte (4 kg pour les lapines néo-zélandaises blanches) lors de l'insémination (Rommers, 2004). Lorsqu'elles ont été inséminées à l'âge de 14,5 semaines, les femelles de moins de 4 kg ont eu de plus petites portées que les femelles plus lourdes, et il y a eu davantage de lapereaux mort-nés de femelles inséminées à 14,5 plutôt qu'à 17,5 semaines. Les femelles inséminées à 17,5 semaines et dont l'alimentation a été rationnée après l'âge de 10 semaines ont eu des lapereaux plus lourds au 16^e jour post-partum que les femelles inséminées à 14,5 semaines, ou à 17,5 semaines et nourries à volonté. Rommers et collègues (2006) rapportent que limiter les dépôts adipeux tout en encourageant la croissance du poids durant le développement sexuel sont des éléments essentiels de la condition physique des femelles primipares. Dans leurs expériences, le taux de réforme des femelles n'a pas varié au cours des trois premiers parités, mais le nombre d'animaux utilisé était limité (Rommers et coll., 2006).

À l'aide de deux races différentes, Matics et collègues (2008) ont étudié l'âge à la première insémination combiné avec la restriction alimentaire. Ils ont constaté que les femelles inséminées à l'âge de 15 semaines et nourries à volonté en phase d'élevage ont eu des portées avec des taux de mortalité présevrage supérieurs à celle des portées des femelles inséminées à l'âge de 19 semaines et ayant subi une période de restriction alimentaire de 7 semaines. Ce résultat était le plus marqué chez les plus lourds génotypes étudiés (Matics et coll., 2008).

On peut conclure que les jeunes femelles sont particulièrement vulnérables aux maladies, et que l'âge au premier accouplement devrait être choisi de manière à limiter les pertes de poids durant la lactation.

2.3 Synchronisation de l'œstrus

Comme le lapin est une espèce à ovulation provoquée et que le comportement de la femelle reste le même qu'elle soit ou non sexuellement réceptive (Stoufflet et Caillol, 1988), les producteurs synchronisent souvent les cycles œstriens de leurs femelles pour faciliter les pratiques d'insémination et améliorer les taux de fécondité (Boiti et coll., 2006) ainsi que pour optimiser les pratiques de biosécurité par la gestion tout plein/tout vide. Utilisée pour la première fois il y a une cinquantaine d'années pour provoquer la superovulation chez les lapines (Kennelly et Foote, 1965), la gonadotrophine extraite du sérum de jument gravide (PMSG) est régulièrement utilisée depuis 15 ans pour provoquer et synchroniser l'œstrus des lapines commerciales (Theau-Clément, 2007).

Comparativement aux femelles non traitées à la PMSG, les femelles multipares ayant reçu une injection de 25 UI de PMSG deux jours avant l'IA étaient 26 % plus réceptives et avaient un taux de mise-bas supérieur (72 % avec PMSG; 62 % sans PMSG; Theau-Clément et Lebas, 1996). La fécondité était aussi plus élevée avec la PMSG, mais seulement au cours des quatre premiers cycles d'utilisation. Par ailleurs, Theau-Clément et Lebas (1996) n'ont observé aucun effet du traitement sur le taux de mortalité des femelles ou des lapereaux. Cependant, Maertens et Luzi (1995) ont observé un taux de mortalité des

lapereaux sensiblement plus élevé chez les femelles ayant reçu 30 UI de PMSG (14 %) que chez les femelles témoins n'ayant pas reçu d'injections hormonales (6 %), explicable en partie par les différences dans la taille des portées. Les femelles traitées à la PMSG avaient davantage de petites portées (<5 lapereaux) et de grosses portées (>12 lapereaux) que les femelles non traitées (Maertens et Luzi, 1995); des écarts dans les taux de mortalité des portées de taille « normale » ont cependant aussi été observés. En plus des grandes variations dans la taille des portées découlant du traitement à la PMSG, l'usage répété de la PMSG (à une dose de 25 UI) a entraîné le développement d'anticorps anti-PMSG (Lebas et coll., 2010). Après sept gestations provoquées avec des injections de PMSG, plus de 30 % des femelles ont développé une immunité significative à la PMSG, qui a duré jusqu'à 18 semaines après le traitement.

2.4 Biostimulation

En raison des inquiétudes entourant l'usage d'hormones, de stéroïdes et d'autres xénobiotiques dans la chaîne alimentaire (EFSA, 2005), on s'intéresse aux solutions de rechange possibles à la PMSG pour synchroniser l'œstrus des femelles. De nombreuses études scientifiques ont exploré des approches visant à maintenir la performance de reproduction sans recourir à la PMSG. Une de ces approches consistait à étudier différentes périodes de séparation mère-portée (voir *tableau 3*). Des chercheurs ont comparé des durées de séparation allant de 24 à 48 heures, avant de réaliser l'insémination artificielle, généralement à 11 jours après la mise-bas. Quand les femelles multipares étaient séparées de leurs portées pendant 24 heures, il n'y avait aucun écart dans la performance de reproduction ou dans le taux de croissance des lapereaux comparativement aux femelles et aux portées ayant librement accès à leur boîte à nid (Castellini et coll., 2010). Toutefois, quand les femelles étaient retirées de leur cage sur des périodes de 24 heures durant chacune de leurs lactations pendant toute leur vie reproductive, la mortalité présevrage était sensiblement plus élevée (22,6 %) dans les portées séparées que lorsque les femelles avaient librement accès à la boîte à nid (14,7 %; Castellini et coll., 2010). Il n'y avait toutefois aucune différence dans le nombre de lapereaux nés vivants (8,8 contre 8,3), dans le nombre de lapins sevrés (6,8 contre 7,1), ni dans le poids de sevrage de chaque lapereau (658 contre 670 g) entre ces deux groupes (Castellini et coll., 2010). Rebollar et collaborateurs (2006) ont eux-aussi étudié l'effet d'une séparation mère-portée de 24 heures. Ils ont comparé les effets de la séparation mère-portée et de la stimulation hormonale de la fertilité de la lapine par des injections de gonadotrophine chorionique équine (eCG) sur la mortalité des lapereaux. À l'aide de femelles secondipares élevées selon un cycle de reproduction court (35 jours), Rebollar et collaborateurs (2006) ont comparé l'injection de 25 UI d'eCG aux femelles avec la séparation mère-portée pendant 24 ou 48 heures avant l'IA le 4^e jour post-partum. La séparation mère-portée était aussi efficace que l'eCG pour accroître les taux de fécondité, comparativement aux femelles non traitées. Toutefois, à l'âge de 4 jours, les lapereaux des portées séparées pesaient 30 % de moins que ceux des portées témoins, et ceux qui avaient été séparés pendant 48 heures avaient le taux de mortalité le plus élevé, soit 12 % au 4^e jour post-partum (Rebollar et coll., 2006).

D'autres chercheurs ont évalué des périodes de séparation plus longues, souvent comparées à l'allaitement libre ou à d'autres méthodes de biostimulation (voir *tableau 3*). Maertens (1998) a comparé les effets d'une séparation mère-portée de 40 heures à un traitement à la PMSG ou à une alimentation intensive. Les femelles traitées par alimentation intensive ont reçu un régime enrichi pendant les quatre jours précédant l'insémination. La PMSG a été injectée en doses de 20 UI au 9^e jour post-partum, et l'IA a été effectuée le 11^e jour. Maertens (1998) a observé des taux de fécondité aussi élevés pour la PMSG que pour la séparation mère-portée (77-78 %), comparativement aux témoins (67 %) ou à une alimentation intensive (55 %). Cependant, l'efficacité de la PMSG ou de la séparation avait disparu à la quatrième parité, et les lapereaux des portées séparées avaient un poids inférieur de 7 à 8 % à celui des lapereaux de tous les autres traitements (Maertens, 1998).

Beaucoup d'études comparent une période de séparation plus longue à l'allaitement libre (Bonanno et coll., 2004, 2010; Rebollar et coll., 2004; Ilés et coll., 2013; Ubilla et coll., 2000a, 2000b). Bonanno et collaborateurs (2004, 2010) ont comparé la mortalité et le taux de croissance de lapereaux dont les mères étaient soit libres d'allaiter, soit séparées de leur portée pendant 44 à 48 heures, soit séparées en une ou deux périodes, ou soit transférées dans une autre cage avec leur portée, puis séparées pendant 44 heures. Quand les portées étaient soumises à une séparation de 44 heures, la mortalité et le poids vif des lapereaux étaient comparables à ceux des portées qui n'avaient subi qu'un changement de cage (Bonanno et coll., 2010). Lorsque la période de séparation consistait en deux périodes de 24 heures, la croissance des lapereaux était comparable à celle des portées témoins (librement allaitées), et supérieure à celle des portées séparées pendant 48 heures d'affilée (Bonanno et coll., 2004). Les portées témoins ont eu une plus forte mortalité pré-sevrage du 14^e au 35^e jour (9,6 %) que les portées séparées (4,3 % à 5 %). Contrairement aux portées des jeunes femelles, les portées des femelles multipares séparées de leurs portées pendant 48 heures d'affilée ont eu des gains de poids compensatoires après la séparation (Bonanno et coll., 2004).

À l'aide de femelles multipares, Ubilla et collaborateurs (2000a, 2000b) ont étudié la séparation mère-portée au moyen d'un écran métallique sur une période de 48 heures avant l'insémination. Comparativement aux portées librement allaitées, les portées séparées avaient un poids vif inférieur du 9^e au 11^e jour, mais la différence avait disparu au 21^e jour. Toujours à l'aide de femelles multipares, Rebollar et collaborateurs (2004) ont quant à eux comparé les effets d'un allaitement contrôlé (une fois par jour) à un allaitement contrôlé combiné avec une séparation mère-portée de 48 heures sur le poids vif et la mortalité des lapereaux et sur l'ingestion d'aliments par la mère. Les femelles soumis au traitement avec séparation ont produit 11 % moins de lait que les femelles témoins jusqu'au 21^e jour. Les lapereaux issus à ce traitement avaient un poids vif inférieur à celui des lapereaux témoins après la séparation, mais l'écart avait disparu au 16^e jour (Rebollar et coll., 2004). Les femelles soumises au traitement avec séparation ont aussi consommé 40 % moins d'aliments que les femelles témoins aux 10^e et 11^e jours. Les auteurs formulent l'hypothèse que ce changement de courte durée dans l'ingestion d'aliments pourrait être lié à la douleur ou à l'inconfort de la pression intramammaire. Cette hypothèse n'a toutefois pas été explorée davantage.

Ilés et collaborateurs (2013) ont étudié l'effet d'une séparation mère-portée (SMP) de 48 heures sur l'activité des glandes surrénales et sur le comportement de femelles primipares. Les femelles ont eu librement accès à la boîte à nid (témoins) et certaines ont été complètement séparées de leur portée (SMP) du 9^e au 11^e jour post-partum. Il n'y a eu aucun écart dans les niveaux de cortisol plasmatique entre les témoins et les sujets SMP, ni avant, ni après les jours de séparation. Les femelles témoins ont affiché une faible acceptation de l'accouplement (54,2 %) comparativement aux femelles SMP (88,5 %) en présence d'un mâle le 11^e jour. Cependant, 60 % des femelles SMP ont refusé l'accouplement avant d'allaiter. Comme Rebollar et collaborateurs (2004), Ilés et collaborateurs (2013) ont indiqué que la période de séparation de 48 heures suscitait un certain inconfort, les glandes mammaires étant gonflées. Toutefois, le stress associé à la séparation n'était pas suffisant pour modifier la sécrétion du cortisol (Ilés et coll., 2013). La séparation mère-portée, qu'elle dure 24 ou 48 heures, a réduit les taux de croissance des lapereaux comparativement à ceux des portées non séparées (Rebollar et coll., 2004, 2006; Maertens, 1998; Ubilla et coll., 2000a), ce qui a influencé les taux de mortalité dans certaines études (Castellini et coll., 2010; Rebollar et coll., 2006, avec séparation de 48 heures), mais pas toutes (Bonanno et coll., 2004). D'autres études, incluant d'autres indicateurs comportementaux et physiologiques du bien-être, sont nécessaires pour conclure à l'acceptabilité des pratiques de séparation mère-portée pour le bien-être des lapines et des lapereaux.

2.5 Provocation de l'ovulation

Lorsqu'on a recours à l'insémination artificielle (IA), l'ovulation doit être provoquée artificiellement. On provoque communément l'ovulation des femelles par injection intramusculaire de gonadolibérine (gn-RH) immédiatement avant ou après l'IA. Comme l'injection des femelles implique une manipulation supplémentaire pouvant augmenter le stress, Quintela et collègues (2004) ont envisagé la possibilité d'ajouter de la buséréline (un agoniste de la gn-RH) directement dans la dose séminale pour réduire les manipulations tout en préservant la fécondité. Il a fallu utiliser une dose de buséréline 15 fois supérieure dans le sperme pour maintenir une productivité élevée, mais cette dose n'a eu aucun effet négatif sur le taux de mortalité des femelles (Quintela et coll., 2004).

2.6 Restriction de l'accès aux lapereaux

Contrairement aux lapins sauvages, les lapins domestiques sont généralement logés dans des cages, avec une boîte à nid ouverte attachée à la cage de la mère ou placée à l'intérieur. Au cours des 7 à 10 premiers jours, si elle en a la possibilité, la mère quitte le nid et les lapereaux quand elle ne les allaite pas, mais elle peut rester en contact visuel, auditif et olfactif avec eux pendant ce temps, ce qui peut influencer son propre bien-être et celui de la portée. Quand les lapereaux ouvrent les yeux, vers l'âge de 10 à 12 jours, ils commencent à explorer leur environnement et à quitter la boîte à nid, ce qui leur donne accès à la mère et à leur nourriture.

Dans certaines unités commerciales, les femelles ont accès à la boîte à nid et à la portée pendant une brève période chaque jour pour allaiter, ce qui imite les conditions naturelles (Selzer et coll., 2004; Hoy et Selzer, 2010). En dehors de cette période, l'accès à la boîte à nid et à la portée est restreint. On a étudié différentes méthodes de séparation des portées (voir *tableau 4*), qui ont des effets variables sur le bien-être. Baumann et collaborateurs (2005a, 2005b, 2005c) ont mené une série d'expériences pour comparer différentes méthodes d'allaitement contrôlé. Au cours de leur première expérience, ils ont comparé le comportement de femelles ayant librement accès à la boîte à nid à celui de femelles dont l'accès était contrôlé (Baumann et coll., 2005a). Pour les femelles dont l'accès était restreint, soit on a placé la boîte à nid fermée à côté de l'enclos d'attache, soit on l'a ôtée complètement, sauf une fois par jour pendant 15 minutes pour l'allaitement. Les femelles ayant un accès libre se sont approchées plus souvent du nid, et ont vérifié leur portée dans 40 % de ces approches. Les femelles ayant eu un accès restreint à une boîte à nid fermée ont exécuté des activités au nid (comportements d'ouverture et de fermeture du nid) durant toute la période de 24 heures, tandis que les femelles ayant eu un accès restreint à une boîte à nid ôtée ont limité leur activité au nid à l'heure précédant l'allaitement. Les diverses formes d'accès à la boîte à nid n'ont pas eu d'effet significatif sur le poids vif ou sur la mortalité des lapereaux. Toutefois, la croissance des lapereaux a été plus lente dans les portées dont la mère a eu un accès restreint à une boîte à nid fermée que celle des lapereaux des portées où les femelles ont eu un accès libre. Les auteurs indiquent que la présence d'une boîte à nid inaccessible pourrait avoir davantage perturbé la mère et la portée que le retrait de la boîte à nid (Baumann et coll., 2005a).

Au cours d'une deuxième expérience, Baumann et collègues (2005c) ont voulu déterminer si l'usage d'une chatière permettant un accès libre mais visuellement obstrué améliorerait le bien-être de la femelle et des lapereaux. Les femelles ayant un accès libre (sans chatière) ont présenté des niveaux de corticostérone sérique plus élevés et ont plus fréquemment mis toute leur tête dans le nid hors des heures d'allaitement, comparativement aux femelles avec chatière. Les portées des femelles ayant un accès libre ont eu de plus hauts taux de mortalité présevrage (11,8 %) que celles avec chatière (6,3 %), ce qui pourrait s'expliquer par le fait que les lapereaux pouvaient sortir du nid. À l'âge de 8 jours, 39 % plus de

lapereaux des portées ayant un accès libre ont été observés hors du nid que ceux des portées avec chatière. La chatière a eu un effet positif sur le bien-être de la femelle et des lapereaux, mais les femelles du traitement avec chatière ont manifesté un comportement répété de fermeture du nid, caractérisé par le grattage du sol et le tapotement à l'entrée du nid, après les épisodes d'allaitement (Baumann et coll., 2005c), pouvant signifier que les femelles trouvent ces nids inadéquats. Les auteurs croient que la présence de repères olfactifs des lapereaux dans les deux expériences pourrait avoir eu un effet négatif sur le bien-être des femelles en causant un comportement d'indécision (Baumann et coll., 2005a, 2005c). Dans leur expérience de suivi, Baumann et collègues (2005b) ont testé des femelles ayant un accès restreint au nid avec soit un nid propre et vide, soit un nid vide avec des odeurs de lapereaux. La boîte à nid vide avec des odeurs de lapereaux a suscité davantage de comportements liés au nid, comme des mouvements de creusage répétitifs à l'entrée du nid, le grattage du sol et le blocage de l'entrée du nid, que le nid propre et vide. Étant donné que les lapines sauvages ferment d'ordinaire leurs terriers après les épisodes d'allaitement pour masquer les odeurs (un comportement anti-prédateurs), les auteurs indiquent que l'incapacité des femelles en laboratoire d'échapper à la présence des odeurs de lapereaux dans les cages d'élevage standard pouvait réduire leur bien-être (Baumann et coll., 2005b).

Eiben et collègues (2007) ont comparé les effets de l'allaitement libre et de quatre variations de l'accès restreint à l'allaitement sur la productivité et la mortalité des lapereaux. Les lapereaux ont pu soit téter librement pendant 35 jours (« témoins »), soit téter une seule fois par jour au cours des 14 premiers jours de lactation (« pratique agricole ») et avoir un accès libre par la suite, soit téter une seule fois par jour du 8^e au 10^e jour post-partum avec un contact visuel, olfactif et acoustique (« B2 »), avec un contact olfactif et acoustique par ailleurs (« B1 ») ou sans autre contact (« B0 »). Avant le 8^e jour et après le 10^e jour post-partum, les femelles soumises aux traitements B1, B2, et B0 ont pu allaiter librement. Les femelles ont été inséminées le 11^e jour post-partum. Les femelles sans contact avec leur portée sauf pendant l'allaitement restreint (B0) ont eu les plus hauts taux de fécondité (89,5 %) et de mise-bas (88,2 %), mais les lapereaux de ces portées ont eu des poids vifs au sevrage inférieurs à ceux des portées B2 et B1. Les lapereaux des portées soumises à la pratique agricole ont eu le taux de mortalité le plus élevé au cours des 8 premiers jours post-partum et pesaient de 4 à 7 % de moins que les lapereaux des autres portées sevrés au 35^e jour. Les lapins en engraissement issus de la pratique agricole (13,5 %) et du traitement B0 (11,9 %) ont également eu des taux de mortalité du sevrage à la transformation supérieurs à ceux de la progéniture des témoins (7,9 %) et des sujets du traitement B2 (7,9 %), mais la raison n'est pas claire. Les auteurs ont conclu qu'il n'était pas nécessaire de restreindre l'accès à l'allaitement au cours des 14 premiers jours, car cela ralentissait la croissance des lapereaux et ne présentait qu'un mince avantage pour la fécondité (Eiben et coll., 2007). Ils recommandent de permettre un contact olfactif et acoustique en dehors de la période d'allaitement (traitement B1). Au cours d'une seconde expérience, Eiben et collaborateurs (2008) ont comparé l'allaitement libre (« témoins ») à l'accès restreint à l'allaitement (une fois par jour au cours des 14 premiers jours de lactation et accès libre par la suite; « pratique agricole ») et à l'accès restreint à l'allaitement avec une période de jeûne de 24 heures pour la femelle entre le 8^e et le 9^e jour (« B »). Toutes les mères ont été inséminées le 11^e jour. Durant la lactation, les lapereaux des portées B ont eu des taux de croissance plus lents (4,98 g/j) que les portées de la « pratique agricole » (8,25 g/j). L'écart a subsisté pendant toute la période d'engraissement; les lapereaux des portées B ont eu une croissance plus lente jusqu'au 70^e jour (36,1 g/j contre 40,5 à 40,8 g/j pour les lapereaux des portées de la pratique agricole et des portées témoins; Eiben et coll., 2008). Les traitements n'ont eu aucun effet sur la mortalité présevrage, mais les taux de mortalité du 35^e au 70^e jour ont été plus élevés chez les lapereaux des femelles traitées selon la pratique agricole (13,5 %) et selon le traitement B (12,3 %) que chez les lapereaux témoins (7,9 %). L'accès restreint aux lapereaux post-partum peut réduire la mortalité des lapereaux, particulièrement dans les portées des femelles primipares. Une telle restriction peut toutefois réduire le poids des lapereaux au sevrage. Il faudrait pousser la recherche pour comprendre les conséquences à long terme de cette pratique sur la santé et le bien-être des lapins.

2.7 Intervalle entre les accouplements

Dans la nature, le processus de sevrage commence avec le comportement d'émergence vers l'âge de 21 jours (Richardson et Wood, 1982). Si elles sont gravides et en lactation, les femelles deviennent agressives envers leurs lapereaux avant la mise-bas de la portée suivante (Mykytowycz et Rowley, 1958). L'allaitement peut se poursuivre pendant six semaines (Lloyd et McCowan, 1968), et les lapereaux sauvages peuvent essayer de téter jusqu'à la septième semaine (Lehmann, 1991). La plupart des lapins domestiques sont sevrés vers l'âge de 4 semaines, car la production de lait diminue après 21 à 25 jours (Scapinello et coll., 1999; Schlolaut et coll., 2013). Dans les clapiers commerciaux d'Espagne et du Portugal, la plupart des producteurs inséminent les femelles le 11^e jour post-partum et sevrer les lapereaux le 31^e jour en utilisant un cycle de reproduction de 42 jours (Rosell et de la Fuente, 2009; de la Fuente et Rosell, 2012; Sánchez et coll., 2012). Cependant, certains producteurs utilisent des intervalles d'accouplement plus courts ou sevrer les lapereaux plus tôt pour maximiser le nombre de lapereaux par femelle par année.

Xiccato et collègues (2006) ont comparé l'état de chair de femelles multipares ayant été réaccouplées le 2^e, le 11^e ou le 26^e jour post-partum. Celles ayant été réaccouplées le 2^e jour post-partum ont accusé une perte de poids vif et un déficit énergétique significatifs entre leur première et leur dernière mise-bas (Xiccato et coll., 2006). Celles ayant été réaccouplées au 11^e ou au 26^e jour ont maintenu leur bilan énergétique et ont soit maintenu leur poids (réaccouplement le 11^e jour), soit pris du poids (réaccouplement le 26^e jour). Dans une étude semblable, Gerencsér et collaborateurs (2011) ont comparé le bien-être de femelles et de lapereaux avec un intervalle de réaccouplement standard le 11^e jour (avec sevrage le 35^e jour) et avec un intervalle de réaccouplement plus long (25^e jour post-partum avec sevrage le 23^e jour). Les femelles ont été étudiées sur six à huit parturitions. Avec le cycle d'accouplement le plus long, le taux de mise-bas était plus élevé (89,3 % contre 82 %), et les femelles avaient un poids supérieur lors de la mise-bas (4 474 contre 4 188 g). Les femelles présentaient aussi un taux de survie plus élevé au 336^e jour avec le cycle plus long (26 % contre 13 %). Avec l'intervalle de réaccouplement le plus court (et l'âge de sevrage retardé), les portées étaient plus lourdes à la naissance (564 contre 528 g). Cependant, les lapereaux sevrés tôt ont présenté des gains compensatoires et pesaient davantage que les sujets sevrés plus tard à la 11^e semaine (2 694 contre 2 632 g; Gerencsér et coll., 2011).

Dans leur sondage auprès de clapiers espagnols, de la Fuente et Rosell (2012) ont constaté que 75 % des lapines reproductrices étaient jugées en bonne santé, avec un poids moyen de 4,81 kg et une cote d'état de chair de 4,5 (sur une échelle de 1 [émaciation] à 9 [obésité]). La cote d'état de chair variait aussi selon le cycle de lactation, la génétique et l'exploitation agricole (de la Fuente et Rosell, 2012; Sánchez et coll., 2012). Après les cinq premières lactations, la cote d'état de chair restait stable jusqu'à la 20^e lactation, après quoi elle commençait à baisser (Sánchez et coll., 2012). Des recherches plus poussées sur les intervalles entre les accouplements et les taux de réforme seraient nécessaires, surtout au cours des premières parités, quand le risque de mortalité est à son plus haut.

La réceptivité sexuelle et le taux de fécondité des femelles en lactation varient selon le jour où elles sont réaccouplées post-partum (Stoufflet et Caillol, 1988; Ubilla et Rebollar, 1995). Ceci peut avoir un effet sur le bien-être des lapereaux. Castellini et collaborateurs (2003) ont comparé les effets de différents intervalles d'accouplement sur les femelles et la survie des lapereaux. La moitié des femelles a été accouplée selon un cycle fixe tous les 42 jours (insémination au 11^e jour post-partum). L'autre moitié a été réaccouplée selon un cycle en alternance : au premier cycle, elles ont été réaccouplées le 1^{er} jour post-partum et au cycle suivant, le 27^e jour post-partum. Les tailles des portées ont été standardisées à six ou huit lapereaux, et tous les lapereaux ont été sevrés à 26 jours (Castellini et coll., 2003). La mortalité pré- et post-sevrage des lapereaux a été la plus élevée dans les portées de huit lapereaux, surtout les portées des femelles suivant un cycle de réaccouplement de 11 jours post-partum. On a observé le même

intervalle de mise-bas dans les deux cycles de réaccouplement, même si l'intervalle entre les accouplements du cycle en alternance était trois jours plus long, en moyenne. Les auteurs concluent que l'alternance des cycles de réaccouplement sont meilleurs pour le bien-être des lapereaux lorsqu'ils sont sevrés avant l'âge de 35 jours et surtout qu'ils proviennent d'une grosse portée (Castellini et coll., 2003).

2.8 Questions non abordées dans la littérature actuelle

- 1. Associations entre les techniques d'IA et le bien-être des femelles, y compris leur morbidité et leur mortalité.**
- 2. Effet des méthodes de biostimulation sur le bien-être des femelles et des lapereaux.**
- 3. Effet du sevrage précoce et tardif sur le bien-être des femelles et des lapereaux.**
- 4. Effet du libre accès aux lapereaux au début de la période post-partum sur le bien-être des animaux.**
- 5. Effet des intervalles de réaccouplement prolongés sur l'état de chair et la santé des femelles.**
- 6. Taille des portées et bien-être des femelles et des lapereaux (c.-à-d., effet d'équilibrer les portées).**

Tableau 3. Résultats d'études portant sur la séparation mère-portée et son effet sur le bien-être des lapereaux. $a \neq b$, $x \neq y$ dénotent des écarts statistiques ($P < 0,05$) dans une même étude dans chaque colonne

| Référence | Traitements comparés | Âge de sevrage | Mortalité des lapereaux, % | Poids de sevrage des lapereaux, g |
|-------------------------------------|--|-------------------|---|-----------------------------------|
| Bonanno et coll., 2010 | 1. Témoins | 31 j | 2,8 ¹ | 664 ^b |
| | 2. Changement de cage pour l'accouplement (allaitement libre) | | 7,9 | 651 ^{ab} |
| | 3. Séparation de 44 h | | 3,9 | 631 ^{ab} |
| | 4. Séparation de 44 h et changement de cage pour l'accouplement | | 4,5 | 613 ^a |
| Bonanno et coll., 2004 ² | 1. Témoins (allaitement libre) | 35 j | 2,6, 5,0 ^a | 780 ^a |
| | 2. Séparation de 48 h | | 3,4, 4,3 ^a | 732 ^b |
| | 3. Deux périodes de séparation de 24 h | | 3,7, 9,6 ^b | 777 ^a |
| Castellini et coll., 2010 | 1. Témoins (allaitement libre; Exp. 1) | 30 j | 9,5 | 615 |
| | 2. Séparation de 24 h, boîte à nid fermée (Exp. 1) | | 12,7 | 640 |
| | 1. Témoins (allaitement libre; Exp. 2) | 30 j | 14,7 ^a | 670 |
| | 2. Séparation de 24 h, mère placée dans une nouvelle cage (Exp. 2) | | 22,6 ^b | 658 |
| Maertens, 1998 | 1. Témoins (allaitement libre) | 29 j | 5,9 ¹ | 670 ^a |
| | 2. Administration de PMSG | | 6,4 | 668 ^a |
| | 3. Séparation de 40 h | | 5,8 | 623 ^b |
| | 4. Alimentation intensive (régime concentré administré aux femelles du 8e au 11e jour) | | 3,9 | 663 ^a |
| Rebollar et coll., 2004 | 1. Témoins (allaitement quotidien contrôlé) | 21 j ³ | -- | 375 |
| | 2. Séparation de 48 h | | -- | 315 |
| Rebollar et coll. 2006 ⁴ | 1. Témoins (allaitement libre) | 25 j | 4,0 ^b , 11,5 ^x , 1,2 | 428 ^a |
| | 2. Injection d'eCG le 9e jour | | 6,6 ^b , 5,5 ^y , 0,9 | 439 ^a |
| | 3. Séparation de 24 h | | 2,4 ^b , 10,1 ^x , 0,3 | 406 ^b |
| | 4. Séparation de 48 h | | 12,1 ^a , 15,4 ^x , 1,1 | 441 ^a |
| Ubilla et coll., 2000 ^b | 1. Témoins (allaitement libre) | 30 j | 19,0 | -- |
| | 2. Séparation de 48 h (avec écran métallique) | | 13,7 | -- |

¹ Représente une valeur convertie par rapport à l'article original

² Taux de mortalité divisé en intervalles : 9-16 jours et 16-35 jours

³ On a cessé de prendre les mesures après le 21^e jour

⁴ Mortalité divisée en intervalles : 2-4 jours, 5-16 jours et 17-25 jours

Tableau 4. Résultats d'études portant sur l'allaitement restreint et son effet sur le bien-être des lapereaux. $a \neq b \neq c$ dénotent des écarts statistiques ($P < 0,05$) dans une même étude dans chaque colonne

| Référence | Traitements comparés | Âge de sevrage | Mortalité des lapereaux, % | Poids de sevrage des lapereaux, g |
|--------------------------------------|---|----------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Baumann et coll., 2005a ¹ | 1. Témoins (allaitement libre) | 35 j | 0,0, 0,0 | 874 |
| | 2. Allaitement restreint (une fois/j; sinon, porte de la boîte à nid fermée) | | 0,0, 5,5 | 792 |
| | 3. Allaitement restreint (une fois/j; sinon, boîte à nid ôtée de l'enclos) | | 12,7, 0,0 | 853 |
| Baumann et coll., 2005c ² | 1. Témoins (allaitement libre) | 35 j | 11,8 ^a | 933 |
| | 2. Restriction visuelle (allaitement libre, mais porte à l'entrée du nid pour restreindre l'accès visuel) | | 6,3 ^b | 958 |
| Coureaud et coll., 2000 ³ | 1. Témoins (allaitement libre; femelles primipares) | 28 j | 18,0 ^a | 289 ^a |
| | 2. Allaitement restreint (une fois/j) du j 0-3 (femelles primipares) | | 7,3 ^b | 267 ^b |
| | 3. Allaitement restreint (une fois/j) du j 0-5 (femelles primipares) | | 8,9 ^b | 261 ^b |
| | 1. Témoins (allaitement libre; femelles secondipares) | | 2,1 | 299 |
| | 2. Allaitement restreint (une fois/j) du j 0-3 (femelles secondipares) | | 3,6 | 289 |
| | 3. Allaitement restreint (une fois/j) du j 0-5 (femelles secondipares) | | 3,6 | 289 |
| Eiben et coll., 2007 ⁴ | 1. Témoins (allaitement libre) | 35 j | 1,6 ^{ab} , 4,3 | 1 033 ^c |
| | 2. Allaitement restreint (une fois/j) jusqu'au j 14 | | 2,4 ^a , 3,7 | 966 ^a |
| | 3. Allaitement restreint à partir du j 8-10, sinon avec contact à travers un écran en grillage | | 0,5 ^b , 2,7 | 1 017 ^{bc} |
| | 4. Allaitement restreint à partir du j 8-10, sinon avec contact à travers un écran métallique | | 1,4 ^{ab} , 3,0 | 1 024 ^{bc} |
| | 5. Allaitement restreint à partir du j 8-10 sans autre contact | | 1,4 ^{ab} , 4,8 | 1 004 ^b |
| Eiben et coll., 2008 | 1. Témoins (allaitement libre) | 35 j | 4,3 | 1 033 ^b |
| | 2. Allaitement restreint (une fois/j) jusqu'au j 14 | | 3,7 | 966 ^a |
| | 3. Allaitement restreint jusqu'au j 14 avec jeûne de 24 h pour la femelle à partir du j 8-9 | | 5,0 | 944 ^a |

¹ Taux de mortalité divisé en intervalles : 1-15 jours et 16-35 jours

² Les taux de mortalité ne sont différents qu'entre l'âge de 16 et de 35 jours

³ Poids mesuré au j 21

⁴ Taux de mortalité divisé en intervalles : 1-8 jours et 1-35 jours

2.9 Notes bibliographiques

- Alvariño, J.M.R. (2000). « Reproductive performance of male rabbits », *Proceedings of the 7th World Rabbit Congress*, Valence, Espagne, 4-7 juillet 2000, vol. A:13 (vol. 35).
- Baumann, P., H. Oester et M. Stauffacher (2005a). « Effects of temporary nest box removal on maternal behaviour and pup survival in caged rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 91, n° 1, p. 167-178.
- Baumann, P., H. Oester et M. Stauffacher (2005b). « The influence of pup odour on the nest related behaviour of rabbit does (*Oryctolagus cuniculus*) », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 93, n° 1, p. 123-133.
- Baumann, P., H. Oester et M. Stauffacher (2005c). « The use of a cat-flap at the nest entrance to mimic natural conditions in breeding of fattening rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) », *Animal Welfare*, vol. 14, n° 2, p. 135-142.
- Bautista, A., H. Drummond, M. Martínez-Gómez et R. Hudson. (2003). « Thermal benefit of sibling presence in the newborn rabbit », *Developmental Psychobiology*, vol. 43, n° 3, p. 208-215.
- Bautista, A., E. García-Torres, M. Martínez-Gómez et R. Hudson. (2008). « Do newborn domestic rabbits *Oryctolagus cuniculus* compete for thermally advantageous positions in the litter huddle? », *Behavioral Ecology and Sociobiology*, vol. 62, n° 3, p. 331-339.
- Bautista, A., J.A. Zepeda, V. Reyes-Meza, M. Martínez-Gómez H.G. Rödel H.G. et R. Hudson. (2015). « Contribution of within-litter interactions to individual differences in early postnatal growth in the domestic rabbit », *Animal Behaviour*, vol. 108, p. 145-153.
- Bell, D.J. (1984). « The behaviour of rabbits: implications for their laboratory management », *Proceedings of UFAW/LASA Joint Symposium. Standards in Laboratory Animal Management, Part II*, Potters Bar, Royaume-Uni, Universities Federation for Animal Welfare, p. 151-152.
- Beyer, C., et N. Rivaud (1969). « Sexual behavior in pregnant and lactating domestic rabbits », *Physiology & Behavior*, vol. 4, n° 5, p. 753-757.
- Boiti, C., U. Besenfelder, G. Brecchia, M. Theauclément et M. Zerani. (2006). « Reproductive physiopathology of the rabbit doe », *Recent Advances in Rabbit Sciences*, p. 3.
- Bonanno, A., M. Alabiso et M. Alicata (2010). « Effect of change of cage and/or 44H mother-litter separation on productivity of non-receptive lactating rabbit does. Preliminary investigation », *World Rabbit Science*, vol. 7, n° 2, p. 107-111.
- Bonanno, A., F. Mazza, A. Di Grigoli et M. Alabiso. (2004). « Effects of a split 48-h doe-litter separation on productivity of free-nursing rabbit does and their litters », *Livestock Production Science*, vol. 89, n° 2, p. 287-295.
- Canali, E., V. Ferrante, R. Todeschini, M. Verga et C. Carezzi. (1991). « Rabbit nest construction and its relationship with litter development », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 31, n° 3-4, p. 259-266.
- Castellini, C., C. Canali et C. Boiti (2010). « Effect of mother-litter separation for 24 hours, by closing the nestbox or change of cage, on rabbit doe reproductive performance », *World Rabbit Science*, vol. 6, n° 1, p. 199-203.
- Castellini, C., A. Dal Bosco et C. Mugnai (2003). « Comparison of different reproduction protocols for rabbit does: effect of litter size and mating interval », *Livestock Production Science*, vol. 83, n° 2, p. 131-139.

de la Fuente, L.F., et J.M. Rosell (2012). « Body weight and body condition of breeding rabbits in commercial units », *Journal of Animal Science*, vol. 90, n° 9, p. 3252-3258.

Diaz, P., L.F. Gosalvez et J.M. Rodriguez (1988). « Sexual behaviour in the postpartum period of domestic rabbits », *Animal Reproduction Science*, vol. 17, n° 3, p. 251-257.

EFSA (Autorité européenne de sécurité des aliments) (2005). « The impact of the current housing and husbandry systems on the health and welfare of farmed domestic rabbits », *The EFSA Journal* vol. 267, p. 1-31.

Eiben, C.S., G. Tóbiás, K. Kustos, K. Gódor-Surmann, S. Kotány, B. Gulyás et G. Szira. (2007). « The change of nursing for oestrus induction (biostimulation): effect of contact between rabbit doe and its young », *Livestock Science*, vol. 111, n° 3, p. 193-203.

Eiben, C.S., A. Bonanno, K. Gódor-Surmann et K. Kustos. (2008). « Effect of controlled nursing with one-day fasting on rabbit doe performance », *Livestock Science*, vol. 118, n° 1, p. 82-91.

Gacek, L., M. Brzozowski et R. Glogowski (2012). « Reproductive performance of bucks with various behavioural types in New Zealand White and Termond White rabbits », *Proceedings of the 10th World Rabbit Congress*, p. 3-6.

Gerencsér, Zs., Zs. Matics, I. Nagy et Zs. Szendrő. (2011). « Effect of light colour and reproductive rhythm on rabbit doe performance », *World Rabbit Science*, vol. 19, n° 3, p. 161-170.

Gil, P.S., B.P. Palau, J.M. Martínez, J.O. Porcel et J.M.C. Arenas. (2004). « Abdominal pregnancies in farm rabbits », *Theriogenology*, vol. 62, n° 3, p. 642-651.

González-Mariscal, G. (2007). « Mother rabbits and their offspring: timing is everything », *Developmental Psychobiology*, vol. 49, n° 1, p. 71-76.

González-Mariscal, G., J.I. McNitt et S.D. Lukefahr (2007). « Maternal care of rabbits in the lab and on the farm: endocrine regulation of behavior and productivity », *Hormones and Behavior*, vol. 52, n° 1, p. 86-91.

González-Mariscal, G., V. Díaz-Sánchez, A.I. Melo, C. Beyer C. et J.S. Rosenblatt. (1994). « Maternal behaviour in New Zealand White rabbits: Quantification of somatic events, motor patterns and steroid plasma levels », *Physiology & Behavior*, vol. 55, n° 6, p. 1081-1089.

González-Redondo, P. (2010). « Maternal behaviour in peripartum influences preweaning kit mortality in cage-bred wild rabbits », *World Rabbit Science*, vol. 18, n° 2, p. 91-102.

Hamilton, H.H., S.D. Lukefahr et J.I. McNitt (1997). « Maternal nest quality and its influence on litter survival and weaning performance in commercial rabbits », *Journal of Animal Science*, vol. 75, n° 4, p. 926-933.

Hoy, St., et D. Selzer (2010). « Frequency and time of nursing in wild and domestic rabbits housed outdoors in free range », *World Rabbit Science*, vol. 10, n° 2, p. 77-84.

Hudson, R., et H. Distel (1982). « The pattern of behaviour of rabbit pups in the nest », *Behaviour*, vol. 79, n° 2, p. 255-271.

Ilès, I., Y. Benazzoug, A. Messili, S. Boukhari et C. Boiti. (2013). « Oestrus induction in primiparous lactating rabbits by a 48 hours mother-litter separation: endocrine and behavioural responses », *World Rabbit Science*, vol. 20, n° 1, p. 161-168.

- Jiménez, P., M.A. Serrano-Meneses, E. Cuamatzi et G. González-Mariscal. (2012). « Analysis of sexual behaviour in male rabbits across successive tests leading to sexual exhaustion », *World Rabbit Science*, vol. 20, n° 1, p. 13-23.
- Kennelly, J.J., et R.H. Foote (1965). « Superovulatory response of pre- and post-pubertal rabbits to commercially available gonadotrophins », *Journal of Reproduction and Fertility*, vol. 9, n° 2, p. 177-188.
- Lebas, F., M. Theau-Clément, B. Remy, P. Drion et J.F. Beckers. (2010). « Production of anti-PMSG antibodies and its relation to the productivity of rabbit does », *World Rabbit Science*, vol. 4, n° 2, p. 57-62.
- Lehmann, M. (1991). « Social behaviour in young domestic rabbits under semi-natural conditions », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 32, n° 2, p. 269-292.
- Lloyd, H.G., et D. McCowan (1968). « Some observations on the breeding burrows of the wild rabbit *Oryctolagus cuniculus* on the island of Stockholm », *Journal of Zoology*, vol. 156, n° 4, p. 540-549.
- Maertens, L. (1998). « Effect of flushing, mother-litter separation and PMSG on the fertility of lactating does and the performance of their litter », *World Rabbit Science*, vol. 6, n° 1, p. 185-190.
- Maertens, L., et F. Luzi (1995). « Note concerning the effect of PMSG stimulation on the mortality rate at birth and the distribution of litter size in artificially inseminated does », *World Rabbit Science*, vol. 3, n° 1, p. 57-61.
- Matics, Zs., I. Nagy, E. Bíró-Németh, I. Radnai, G. Zs, Z. Princz et Zs. Szendrő. (2008). « Effect of feeding regime during rearing and age at first mating on the reproductive performance of rabbit does », *Proceedings of the 9th World Rabbit Congress*, Vérone, Italie, p. 399-403.
- Mykityowycz, R., et I. Rowley (1958). « Continuous observations of the activity of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L.), during 24 hour periods », *Wildlife Research*, vol. 3, n° 1, p. 26-31.
- Quintela, L.A., A.I. Peña, M.D. Vega, J. Gullón, M.C. Prieto, M. Barrio, J.J. Becarra, F. Maseda et P.G. Herradón. (2004). « Ovulation induction in rabbit does submitted to artificial insemination by adding buserelin to the seminal dose », *Reproduction Nutrition Development*, vol. 44, n° 1, p. 79-88.
- Rebollar, P.G., A. Espinosa, P.L. Lorenzo et R. Carabaño. (2004). « Transitory disturbances in growing lactating rabbits after transient doe-litter separation », *Reproduction Nutrition Development*, vol. 44, n° 5, p. 437-447.
- Rebollar, P.G., N. Pereda, M. Villarroel, P. Millán et P.L. Lorenzo. (2006). « Oestrus synchronization of rabbit does at early post-partum by dam-litter separation or eCG injection: effect on kit mortality and growth », *Livestock Science*, vol. 103, n° 1, p. 13-22.
- Richardson, B.J., et D.H. Wood (1982). « Experimental ecological studies on a subalpine rabbit population I. Mortality factors acting on emergent kittens », *Wildlife Research*, vol. 9, n° 3, p. 443-450.
- Rommers, J.M. (2000). « Breeding of young female does », *Proceedings of the 7th World Rabbit Congress*, Valence, Espagne, vol. 1530, p. 1518.
- Rommers, J.M., L. Maertens et B. Kemp (2006). « New perspectives in rearing systems for rabbit does » dans *Recent Advances in Rabbit Sciences*, L. Maertens et P. Coudert, éd., ILVO, Melle, Belgique, p. 39-52.
- Rosell, J.M., et L.F. de la Fuente (2009). « Culling and mortality in breeding rabbits », *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 88, n° 2, p. 120-127.

- Ross, S., et coll. (1956). « Changes in nest building behaviour in multiparous rabbits », *The British Journal of Animal Behaviour*, vol. 4, n° 2, p. 69-74.
- Sánchez, J.P., L.F. de la Fuente et J.M. Rosell (2012). « Health and body condition of lactating females on rabbit farms », *Journal of Animal Science*, vol. 90, n° 7, p. 2353-2361.
- Scapinello, C., T. Gidenne et L. Fortun-Lamothe (1999). « Digestive capacity of the rabbit during the post-weaning period, according to the milk/solid feed intake pattern before weaning », *Reproduction Nutrition Development*, vol. 39, n° 4, p. 423-432.
- Schlolaut, W., R. Hudson et H.G. Rödel (2013). « Impact of rearing management on health in domestic rabbits: a review », *World Rabbit Science*, vol. 21, n° 3, p. 145-159.
- Selzer, D., K. Lange et St. Hoy (2004). « Frequency of nursing in domestic rabbits under different housing conditions », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 87, n° 3, p. 317-324.
- Southern, H.N. (1948). « Sexual and aggressive behaviour in the wild rabbit », *Behaviour*, vol. 1, n° 1, p. 173-194.
- Stoufflet, I., et M. Caillol (1988). « Relation between circulating sex steroid concentrations and sexual behaviour during pregnancy and post partum in the domestic rabbit », *Journal of Reproduction and Fertility*, vol. 82, n° 1, p. 209-218.
- Surridge, A.K., D.J. Bell et G.M. Hewitt (1999). « From population structure to individual behaviour: genetic analysis of social structure in the European wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) », *Biological Journal of the Linnean Society*, vol. 68, n° 1-2, p. 57-71.
- Szendrő, Z., M. Gyovai, L. Maertens, E. Biró-Németh, I. Radnai, Z. Matics, Z. Princz, Zs. Gerencsér et P. Horn. (2006). « Influence of birth weight and nutrient supply before and after weaning on the performance of rabbit does to age of the first mating », *Livestock Science*, vol. 103, n° 1, p. 54-64.
- Szendrő, Z., K. Kustos et S.S. El-Din (1988). « Hair pull of rabbit does and its relationship with their rearing ability » dans *Proceedings of the 4th World Rabbit Congress*, 10-14 octobre 1988, Budapest, Hongrie, vol 3, 173 (vol. 181).
- Theau-Clément, M. (2007). « Preparation of the rabbit doe to insemination: a review », *World Rabbit Science*, vol. 15, p. 61-80.
- Theau-Clément, M., et F. Lebas (1996). « Effect of a systemic PMSG treatment 48 hours before artificial insemination on the productive performance of rabbit does », *World Rabbit Science*, vol. 4, n° 2, p. 47-56.
- Ubilla, E., et P.G. Rebollar (1995). « Influence of the postpartum day on plasma estradiol-17 β levels, sexual behaviour, and conception rate, in artificially inseminated lactating rabbits », *Animal Reproduction Science*, vol. 38, n° 4, p. 337-344.
- Ubilla, E., P.G. Rebollar, D. Pazo, A.I. Esquifino et J.M. Alvarino. (2000a). « Pituitary and ovarian response to transient doe-litter separation in nursing rabbits », *Journal of Reproduction and Fertility*, vol. 118, n° 2, p. 361-366.
- Ubilla, E., P.G. Rebollar, D. Pazo, A. Esquifino et J.M.R. Alvarino. (2000b). « Effects of doe-litter separation on endocrinological and productivity variables in lactating rabbits », *Livestock Production Science*, vol. 67, n° 1, p. 67-74.
- Xiccato, G., A. Trocino, C. Boiti et G. Brecchia. (2005). « Reproductive rhythm and litter weaning age as they affect rabbit doe performance and body energy balance », *Animal Science*, vol. 81, n° 2, p. 289-296.

Xiccato, G., A. Trocino, A. Sartori et P.I. Queaque. (2004). « Effect of parity order and litter weaning age on the performance and body energy balance of rabbit does », *Livestock Production Science*, vol. 85, n° 2, p. 239-251.

Zarrow, M.X., A. Farooq, V.H. Denenberg, P.B. Sawin et S. Ross. (1963). « Maternal behaviour in the rabbit: endocrine control of maternal-nest building », *Journal of Reproduction and Fertility*, vol. 6, n° 3, p. 375-383.

Zarrow, M.X., P.B. Sawin, S. Ross, V.H. Denenberg, D. Crary, E.D. Wilson et A. Farooq. (1961). « Maternal behaviour in the rabbit: evidence for an endocrine basis of maternal-nest building and additional data on maternal-nest building in the Dutch-belted race », *Journal of Reproduction and Fertility*, vol. 2, n° 2, p. 152-162.

3. Gestion de santé

Conclusions

1. **Les maladies infectieuses entériques et respiratoires sont d'importantes causes de morbidité et de mortalité chez les lapins commerciaux, dans tous les groupes d'âge.**
2. **Les pratiques de gestion intensive et l'absence de pratiques de biosécurité à la ferme couramment utilisées dans d'autres secteurs de l'élevage d'animaux destinés à l'alimentation contribuent à la persistance des maladies.**
3. **Les techniques émergentes, comme l'évaluation de l'état de chair et une nouvelle Échelle d'évaluation des expressions faciales du lapin, peuvent être utilisées à un coût minime pour l'évaluation systématique de la santé et du bien-être des lapins.**
4. **Les lapins sont sensibles au stress thermique et on peut le réduire en partie en leur offrant un espace suffisant pour leur permettre d'ajuster leur posture. Quel que soit l'espace disponible, les températures extrêmement élevées peuvent entraîner une hausse de la mortalité à certains stades de production.**

Comparativement à d'autres espèces d'animaux destinés à l'alimentation, les lapins domestiques affichent des taux de mortalité élevés de la naissance à la fin de la production, se situant autour de 25 % en moyenne dans les troupeaux canadiens (Kylie et coll., 2016a). Ces taux ont peu varié au cours des dernières décennies (EFSA, 2005). Des causes infectieuses et non infectieuses contribuent à la morbidité et à la mortalité des lapereaux non sevrés, des lapins en engraissement et des sujets reproducteurs, ce qui réduit leur bien-être. Le taux de mortalité est communément utilisé comme indice du bien-être des animaux dans les clapiers commerciaux (Hoy et Verga, 2006). Le présent chapitre porte sur les facteurs qui agissent sur la santé des lapins, et donc sur leur bien-être, à différents stades de production.

3.1 Outils d'évaluation de la santé et du bien être

Il est difficile d'évaluer la santé et le bien-être des lapins, car comme les autres animaux de proie, ils sont programmés pour masquer leurs signes de morbidité, de faiblesse et de douleur jusqu'au stade terminal de la maladie. Les changements survenant dans le budget d'activités, l'ingestion d'aliments et d'eau ou l'état de chair d'un lapin peuvent indiquer que son bien-être est menacé; il est cependant difficile de l'évaluer individuellement dans des conditions d'élevage intensif. Il existe peu d'outils d'évaluation de la santé et du bien-être des lapins en élevage commercial. Toutefois, des chercheurs ont étudié une approche basée sur l'observation des changements du comportement, des expressions faciales et le suivi de la température corporelle pour détecter la douleur chez les lapins en milieu expérimental (Leach et coll., 2009; Farnworth et coll., 2011; Keating et coll., 2012). Des lapins mâles ayant subi une chirurgie abdominale ont manifesté une réduction de l'ingestion d'aliments et d'eau, du toilettage en général et de la position allongée, mais ont consacré un temps considérable au toilettage du site de l'incision abdominale (Farnworth et coll., 2011). Les lapins ont aussi exprimé des comportements interprétés comme étant spécifiques à la douleur, comme la position assise avec le dos voûté et les pattes avant et arrière repliées sous le corps (« en poule »), la marche d'un pas traînant et les sauts partiels (extension des pattes avant comme pour sauter, sans mouvement des pattes arrière; Farnworth et coll., 2011). Suivant une ovariohystérectomie, des lapines ont aussi exécuté des ajustements lents de leur posture, traîné les pattes, vacillé et contracté rapidement les muscles, des mouvements qui n'avaient pas été observés avant la chirurgie (Leach et coll., 2009). Weaver et collègues (2010) ont suivi des lapines ayant subi une

ovariohystérectomie et observé une diminution significative de leur ingestion d'aliments et d'eau ainsi que de leur production fécale après la chirurgie, quel que soit l'analgésique utilisé. Ils ont aussi noté une réduction de 75 % de la distance parcourue dans leur cage et une baisse de 98 % de la position debout sur les pattes arrière. Cependant, Leach et collaborateurs (2009) mettent en garde contre l'utilisation des hauts niveaux d'inactivité comme indicateur de douleur après une chirurgie en raison de l'effet potentiellement sédatif de l'anesthésie ou de l'analgésie sur la locomotion et aussi parce que l'observation directe des lapins les incitent à se figer. Après le tatouage de l'oreille, Keating et collaborateurs (2012) n'ont observé aucun effet de l'intervention, effectuée avec ou sans crème anesthésique topique (EMLA, un mélange eutectique topique contenant 2,5 % de prilocaïne et 2,5 % de lidocaïne), sur le comportement dans la cage. Ils ont cependant noté une augmentation du comportement de toilettage des oreilles en raison de l'application d'EMLA, avec ou sans tatouage. D'autres changements pouvant être des indicateurs spécifiques à la douleur ont été notés dans l'étude (voir l'Échelle d'évaluation des expressions faciales du lapin, ci-après) et pourraient servir à différencier les lapins ayant reçu un anesthésique topique avant le tatouage de ceux qui n'en ont pas reçu.

D'autres indicateurs comportementaux et physiologiques du bien-être ont été étudiés chez le lapin. Les fluctuations pondérales et les cotes d'état de chair sont utiles comme indicateurs de santé, de douleur et de maladie chez beaucoup d'autres espèces (Bonde et coll., 2004; Pritchard et coll., 2005; Roche et coll., 2009), et ils ont été étudiés chez le lapin. de la Fuente et Rosell (2012) ont évalué les cotes d'état de chair de 2 775 lapins reproducteurs et constaté que les sujets malades avaient une cote d'état de chair marginalement mais significativement réduite comparée à celle des sujets en santé. La différence de cote d'état de chair était toutefois marginale, et l'utilisation de ces indices pour évaluer la santé et le bien-être des animaux demeure une méthode rétrospective. Elle permet la détection de la douleur ou de la maladie que lorsqu'elles sont présentes depuis un certain temps.

Keating et collaborateurs (2012) ont validé l'utilisation d'une nouvelle Échelle d'évaluation des expressions faciales du lapin dans une étude portant sur le tatouage de l'oreille chez les lapins. Cette échelle considère cinq expressions faciales (resserrement orbital, renflement des joues, renflement du nez, changement de position des moustaches et changement de position de l'oreille) pour obtenir une note globale qui augmente quand les lapins éprouvent de la douleur. Ceci s'est confirmé dans l'étude en question lorsqu'on a tatoué des lapins sans anesthésique topique (Keating et coll., 2012). Certaines interventions (comme le tatouage de l'oreille) peuvent invalider une ou plusieurs expressions faciales (p. ex., le changement de position de l'oreille) en raison de la nature de l'intervention (Keating et coll., 2012). L'Échelle d'évaluation des expressions faciales demeure néanmoins un outil efficace pour faire une évaluation rapide du bien-être animal dans les cages. De plus, l'utilisation de cette échelle n'exige aucun appareil et ne requiert qu'une formation minimale. Il s'agit donc d'un outil prometteur pour évaluer le bien-être des lapins à la ferme.

L'utilisation de la thermographie infrarouge a également été étudiée pour évaluer le stress nuisible (Ludwig et coll., 2010) et le stress thermique (de Lima et coll., 2013) chez le lapin. Ludwig et collaborateurs (2010) ont soumis des lapins adultes de races croisées à une source de stress social (le placement dans une cage avec des lapins inconnus) ou auditif (un bruit soudain) et à l'immobilité tonique. Ils ont enregistré les températures externes de l'œil et de l'oreille à l'aide d'une caméra infrarouge avant et après les stress et prélevé des échantillons sanguins avant et après l'immobilité tonique pour évaluer les niveaux de corticostérone sérique. Les températures de l'œil n'ont pas changé entre les conditions de base et les conditions de stress, mais les températures de l'oreille ont diminué après chacun des stress. Les niveaux de corticostérone étaient plus élevés après l'immobilité tonique qu'avant (Ludwig et coll., 2010). Selon les auteurs, la vasoconstriction de l'oreille après les conditions stressantes pourrait être une stratégie d'adaptation. Chez d'autres espèces, les réponses physiologiques à différents stress dépendent de la possibilité pour le sujet d'influencer l'effet du stress (Sherwood et coll., 1990). En présence d'un stress

social ou auditif, la vasoconstriction de l'oreille pourrait servir à protéger les oreilles contre les menaces. de Lima et collaborateurs (2013) ont aussi fait appel à la thermographie infrarouge pour détecter les différences de la température corporelle superficielle dues au stress thermique. Ils ont exposé des lapins à des conditions ambiantes de base (20-30 °C) ou à des conditions de stress thermique extrême (32 °C) et ont photographié leurs yeux, leurs oreilles internes et externes et leur nez. Ils ont aussi prélevé des échantillons fécaux pour évaluer les niveaux de corticostérone fécale. Sous le stress thermique, la température des yeux est l'élément ayant le plus augmenté (jusqu'à 3,36 °C au-dessus des niveaux de base), suivies de la température de l'oreille interne, de l'oreille externe et du nez. Étant donné que les résultats obtenus dans cette étude avec la température des oreilles contredisent les résultats obtenus par Ludwig et collègues (2010), il faudrait pousser la recherche pour comprendre l'effet de différents types de stress sur la réponse physiologique des lapins. L'utilisation de la thermographie infrarouge peut être corrélée au stress physiologique en période de stress thermique, mais c'est un appareil spécialisé et cher; il est donc peu probable qu'il soit utilisé dans les élevages.

3.2 Considérations sanitaires aux différents stades de production

3.2.1 Lapereaux non sevrés

Le comportement des lapereaux d'élevage nouveau-nés est semblable à celui de leurs congénères sauvages. Au cours des cinq premiers jours de vie, les lapereaux passent plus de 90 % de leur temps immobiles dans le nid; les sujets les plus légers sont plus actifs que les plus lourds (Bautista et coll., 2008). Les lapereaux manifestent un comportement de blottissement dynamique : une circulation presque constante vers le centre du groupe, où la température est la plus élevée (Bautista et coll., 2003).

La mortalité présevrage des lapins d'élevage varie beaucoup, soit de 5 à 46 % (Coureaud et coll., 2000a; Drummond et coll., 2000; Bautista et coll., 2008; Rödel et coll., 2009; Garrido et coll., 2010; González-Redondo, 2010; Huneau-Salaün et coll., 2015; Kylie et coll., 2016a). Contrairement à la mortalité des lapins en engraissement et des sujets reproducteurs, dont les causes sont souvent infectieuses, la plupart des mortalités qui surviennent avant le sevrage peuvent être imputés à la taille et au poids de la portée (Bautista et coll., 2003), au comportement de la mère (González-Redondo, 2010), à la génétique (Whitney et coll., 1976; Lukefahr et coll., 1983), à des facteurs de gestion (Garrido et coll., 2010) et à la santé de la mère. Les causes courantes de décès sont les refroidissements, les nids inadéquats, les mauvais soins maternels, l'insuffisance de lait et le cannibalisme. Le premier jour de vie est particulièrement important; Coureaud et collègues (2000b) ont constaté que les lapereaux nés de femelles primipares n'ayant pas consommé le colostrum au cours des 12 heures suivant la mise-bas avaient un taux de mortalité de 16 % jusqu'à l'âge de 10 jours, contre 6,8 % si les lapereaux avaient consommé le colostrum. Toutefois, l'écart disparaissait chez les lapereaux nés de femelles multipares, et le taux de mortalité global était plus bas (de 2,2 à 2,5 %; Coureaud et coll., 2000b). Ainsi, bien que la consommation hâtive de colostrum soit importante pour la santé des lapereaux, elle n'est pas le seul déterminant de leur survie, car il y a un transfert partiel d'anticorps maternels in utero (Peri et Rothberg, 1986).

Les lapereaux sont protégés par les anticorps maternels jusqu'au sevrage (Yoshiyama et Brown, 1987; Milon et Camguilhem, 1989), mais ils sont très sujets aux infections infracliniques par divers agents infectieux, comme *Pasteurella multocida* et *Staphylococcus aureus*. Cette vulnérabilité survient surtout en présence d'une lourde charge environnementale, de mauvaises conditions d'hygiène et quand les lapereaux sont exposés aux sécrétions maternelles contaminées durant les activités courantes, comme l'allaitement et le toilettage. Cette exposition précoce à des agents infectieux, bien qu'elle ne nuise pas immédiatement à leur santé, sensibilise les lapereaux à d'éventuelles maladies plus graves au cours de leur vie, en période de stress durant la croissance et reproduction. Les pratiques de biosécurité à la ferme

sont encore faiblement adoptées dans le secteur des lapins de chair au Canada, ce qui contribue au problème récurrent de maladie (Kylie et coll., 2016a).

Les jeunes lapereaux sont à risque de contracter une hypoplasie myofibrillaire (déviation de membres en dehors), un trouble observé dans la majorité des élevages commerciaux visités lors d'une étude (Rosell et coll., 2009). L'hypoplasie myofibrillaire (« syndrome des pattes écartées » ou « *splay leg* ») est associée à la dysplasie de la hanche et peut être légère (si le lapereau présente une démarche anormale, mais n'est pas autrement affecté) ou grave (si le lapereau ne peut pas se déplacer). En général, les lapins atteints d'hypoplasie myofibrillaire sont cliniquement normaux, sans autres troubles physiques ou neurologiques (Joosten et coll., 1981; Owiny et coll., 2001; Fallahi, 2014). On ignore quelle est la pathogénie exacte de l'hypoplasie myofibrillaire, mais la génétique (Joosten et coll., 1981) et le logement (Owiny et coll., 2001) sont possiblement impliqués. Joosten et collègues (1981) ont étudié la prévalence de l'hypoplasie myofibrillaire dans un élevage fermé de lapins hollandais reproducteurs. Les lapereaux atteints d'hypoplasie myofibrillaire depuis l'âge de 3 ou 4 semaines ne présentaient aucun autre signe clinique de maladie. Les chercheurs ont constaté que 4 % des portées comptaient un ou plusieurs lapereaux atteints, et que ce trouble était transmissible par la lignée paternelle (Joosten et coll., 1981). Cependant, le schéma héréditaire n'était pas direct. L'élevage sélectif pour ce trouble en a augmenté la prévalence à 10 % de portées atteintes, mais le nombre observé de lapereaux atteints a été plus faible que prévu, ce qui amène certains chercheurs à croire que l'hypoplasie myofibrillaire est plurifactorielle. Owiny et collaborateurs (2001) ont étudié l'effet du plancher des boîtes à nid et de l'exposition au dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) sur la prévalence de l'hypoplasie myofibrillaire. Ils ont exposé des lapins hollandais femelles à 0, 25 ou 250 µmol/kg de DDT durant la gestation et pendant quatre semaines de lactation. Les mères et leurs portées ont été logées dans des cages dont les nids comportaient un plancher parmi les trois types: en carton ciré, en Plexiglas lisse ou en lamelles antidérapantes de Plexiglas texturé. La prévalence de l'hypoplasie myofibrillaire était sensiblement plus élevée chez les lapereaux logés sur du Plexiglas lisse (prévalence de 21,8 %) que chez les sujets logés sur du carton (6,7 %) ou sur des lamelles de Plexiglas texturées (0 %). L'exposition des mères au DDT augmentait la prévalence de l'hypoplasie myofibrillaire, mais seulement sur les planchers en Plexiglas. Owiny et collègues (2001) indiquent que l'exposition à la toxine neuromusculaire pourrait avoir affaibli les lapereaux et accru la prévalence de l'hypoplasie myofibrillaire chez les sujets logés sur un plancher sous-optimal. On peut réduire la prévalence de l'hypoplasie myofibrillaire par la sélection génétique (Fallahi, 2014) et en offrant aux lapereaux un plancher approprié dans leur boîte à nid.

3.2.2 *Lapins sevrés en engraissement*

L'entérite est courante chez les jeunes lapins sevrés. Les sujets de ce groupe d'âge deviennent très sensibles aux infections lorsqu'ils passent d'un régime principalement lacté à un régime cellulosique et que leur tube digestif acquiert une nouvelle flore. Les taux de mortalité déclarés pour les lapins en engraissement sont très variables. Dans leur sondage auprès de 95 élevages français, Huneau-Salaün et collègues (2015) ont constaté un taux de mortalité annuel moyen de 7,1 %, avec une variation allant de 1,9 à 11,3 % selon l'élevage. Whitney et collaborateurs (1976) quant à eux ont rapporté un taux de mortalité post-sevrage moyen de 5,5 %. Par contre, dans leur étude sur les âges de sevrage, Chen et collaborateurs (1978) ont observé des taux de mortalité post-sevrage allant de 17,8 à 23,8 %. Néanmoins, la plupart des études s'accordent pour dire que les maladies entériques sont la cause principale de mortalité des lapins en engraissement au Canada et ailleurs (Chen et coll., 1978; Percy et coll., 1993; Badagliacca et coll., 2010; Garrido et coll., 2010; Kylie et coll., 2016a).

3.2.3 *Lapines reproductrices*

Le risque de mortalité et de réforme précoce des jeunes lapines reproductrices affiche un pic au cours des trois premières parturitions (Rosell et de la Fuente, 2009a), en partie à cause de la prévalence élevée des maladies respiratoires, particulièrement la pasteurellose (Sánchez et coll., 2012; Rosell et de la Fuente, 2016). Étant donné le taux de mortalité élevé des jeunes femelles, la longévité moyenne des lapines est inférieure à 8 mois (Lukefahr et Hamilton, 2000), et leur taux de remplacement annuel est très élevé par rapport à celui d'autres espèces animales destinées à l'alimentation (120-140 %; Sánchez et coll., 2006; Gil et coll., 2007). Rosell et de la Fuente (2009a, 2016) ont étudié des clapiers espagnols, où le risque de mortalité spontanée des femelles était de 2,8 à 3,4 % par mois. Le taux de mortalité à la gestation était de 4,5 %, le risque le plus élevé survenant entre le 10^e et le 15^e et entre le 25^e et le 33^e jour de gestation (Rosell et de la Fuente, 2009a), principalement en raison de maladies respiratoires et digestives.

3.2.4 Mâles

Dans leur étude sur des reproducteurs, de la Fuente et Rosell (2012) ont trouvé que les mâles étaient généralement en moins bonne santé que les femelles (25,6 % contre 18,5 % atteints de rhinite; 4,4 % contre 3,9 % ayant des maux de pattes) et que leurs cotes d'état de chair étaient inférieures à celles des femelles (4,1 contre 4,69; 5 étant la cote idéale sur une échelle de 9 points). Dans deux autres études, Rosell et de la Fuente (2009, 2016) ont constaté que le risque de mortalité moyen des mâles était de 1,2 % et de 1,87 % par mois, respectivement, avec un risque de réforme de 4,2 % par mois. La mise à la réforme s'expliquait principalement par la faible productivité (Rosell et de la Fuente, 2009). Plus de 25 % des mâles étaient atteints de rhinite (de la Fuente et Rosell, 2012), et les infections des voies respiratoires étaient la principale cause de mortalité (0,88 % dans l'ensemble; 65 % des mortalités dues à la pneumonie; Rosell et de la Fuente, 2009, 2016). Les mâles étaient aussi plus sujets aux maladies gastrointestinales. Rosell et de la Fuente (2009) rapportent que 5,9 % des mortalités étaient dues à l'entérite, et que le risque de mortalité mensuel moyen dû aux maladies entériques était de 0,35 % (Rosell et de la Fuente, 2016).

3.3 Problèmes de santé des lapins à tous les stades de production

3.3.1 Complexe entéritique du lapin

Whitney (1970) a été le premier à parler de « complexe entéritique » pour désigner les infections intestinales non spécifiques des lapins à l'engraissement qui entraînent souvent la mort sans aucun signe clinique de maladie antérieur. Les entéropathies atteignent leur sommet entre le 10^e et le 14^e jour post-sevrage (Badagliacca et coll., 2010; Garrido et coll., 2010), et les lapins meurent généralement dans les 24 à 72 heures qui suivent l'apparition de l'anorexie ou de la diarrhée (Whitney, 1970; Peeters et coll., 1984). De nombreux agents bactériens, viraux et parasitaires pourraient contribuer au complexe entéritique du lapin (CEL), dont *Escherichia coli*, *Clostridium spiriforme*, *Lawsonia intracellularis*, les rotavirus, les coronavirus, les astrovirus et les coccidioses. Plus de deux agents sont généralement présents en même temps (Whitney, 1976; Peeters et coll., 1984; Percy et coll., 1983; Badagliacca et coll., 2010; Dewrée et coll., 2010). Certains, comme les rotavirus, sont jugés légèrement pathogènes (Peeters et coll., 1984), tandis que d'autres, comme *E. coli*, *C. spiriforme* et diverses espèces coccidiennes, sont associés à une entérite plus grave et à des taux de mortalité modérés à élevés (Peeters et coll., 1984; Badagliacca et coll., 2010). Les signes cliniques du CEL sont la diarrhée aqueuse légère à grave, mêlée de sang ou non, la distension abdominale et les borborygmes (bruits de gargouillement dans l'intestin; Whitney, 1976; Coudert et Licois, 2005; Badagliacca et coll., 2010).

Comme le CEL est plurifactoriel, il n'existe pas de traitement unique. Certaines pratiques de gestion peuvent néanmoins réduire le risque d'entérite. Le sevrage tardif (≥ 35 jours) est associé à un risque accru

d'entérite (Le Bouquin et coll., 2009; Huneau-Salaün et coll., 2015), peut-être en raison du stress accru pour l'animal. Les cages malpropres et contaminées (Garrido et coll., 2010) ou la présence de litière accumulée lorsque les animaux sont logés sur le sol (Schlolaut et coll., 2013) peuvent accroître la transmission des coccidioses des lapins âgés aux jeunes animaux en croissance (Le Bouquin et coll., 2009). Les producteurs peuvent introduire des agents antimicrobiens dans les aliments pour tenter de gérer le CEL, mais ceci peut bouleverser davantage l'équilibre délicat de la flore gastrointestinale des lapins, causant une dysbiose mortelle. En outre, l'utilisation systématique d'antimicrobiens peut contribuer à la résistance antimicrobienne chez les animaux et les humains (Kylie et coll., 2016b). Il serait donc nécessaire d'évaluer des méthodes et des pratiques non pharmacologiques de réduction de la prévalence du CEL chez les lapins à l'engraissement.

3.3.2 *Pasteurellose*

Pasteurella multocida (le coryza pasteurellique) est l'agent pathogène respiratoire le plus courant chez le lapin. Il est associé à la rhinite et aux éternuements, à l'otite moyenne/interne, à la conjonctivite, aux maladies systémiques, à la pneumonie, aux abcès, à la métrite et aux infections génitales (Percy et coll., 1984; Deeb et coll., 1990; Rougier et coll., 2006). Les signes cliniques de la pasteurellose sont l'écoulement oculonasal mucopurulent, des poils souillés aux pattes antérieures, les éternuements et l'inclinaison de la tête (Kunstýř et Naumann, 1985), mais les infections peuvent aussi être sous-cliniques (Deeb et coll., 1990). Dans une étude, 29 % des reproducteurs étaient porteurs de *P. multocida* (DiGiacomo et coll., 1991). Cependant, selon d'autres rapports, ce taux serait beaucoup plus élevé dans les élevages commerciaux, car la probabilité d'infection à *P. multocida* augmente avec l'âge (Deeb et coll., 1990). Rosell et de la Fuente (2009a) ont aussi constaté que les maladies respiratoires cliniques représentaient 30 % des mortalités survenues dans les fermes d'élevage. De même, Sánchez et collègues (2012) ont étudié 103 fermes d'élevage et trouvé que 32,1 % des lapines reproductrices étaient malades, avec une prévalence de maladies respiratoires apparentes de 22,7 % et une prévalence de comorbidités de 3,3 %. Dans une autre étude, Rosell et collaborateurs (2009) ont rapporté que les maladies respiratoires avaient contribué à 7,2 % des visites vétérinaires d'urgence dans les clapiers espagnols et portugais sur une période de 10 ans, avec une augmentation des visites durant les mois d'été. Virag et collaborateurs (2004) indiquent que des sources de stress comme la mauvaise ventilation, les températures ambiantes élevées, le transport et le relogement, peuvent activer une infection latente. Bien qu'aucune étude n'ait porté spécifiquement sur l'impact de *P. multocida* sur le comportement et le bien-être, ou sur l'impact de diverses sources de stress sur le taux de maladie, les taux de mortalité élevés associés à l'infection témoignent d'une réduction du bien-être des animaux.

3.3.3 *Stress thermique*

La température corporelle normale des lapins se situe entre 38,1 et 40,8 °C (Chen et White, 2006); ils ne peuvent pas réguler leur température corporelle lorsque la température ambiante est supérieure (Nicol et Maskrey, 1997). Les lapins sont donc particulièrement sensibles au stress thermique. Selon Amici et collègues (2000), l'exposition aiguë à un grand stress thermique (42 °C pendant une heure) a accru la température corporelle des lapins au cours des deux heures suivantes et réduit leur ingestion d'aliments sur une période pouvant aller jusqu'à cinq jours; les lapins exposés à une température de 43,3 °C ont atteint une température corporelle de 41,7 °C, et leur rythme respiratoire était de 812 respirations/minute au bout de 40 minutes d'exposition. Dans le climat tempéré du Canada, il est rare que les températures atteignent 40 °C, mais les lapins commencent à montrer des signes de stress thermique modéré dès 30 °C. Gonzalez et collègues (1971) ont observé une faible augmentation du rythme respiratoire des lapins à 30 °C comparativement à 25 °C (172 contre 84 respirations/minute). De même, Kasa et Thwaites (1990) ont constaté que des lapins logés à une température de 32,2 °C augmentaient leur rythme respiratoire à 204 respirations/minute après 20 minutes d'exposition à la chaleur, et à 610 respirations/minute au bout

de quatre heures. L'exposition de lapins à une température de 33,5 °C pendant 24 jours a réduit l'ingestion d'aliments et le poids, a augmenté la température rectale et a réduit les concentrations en immunoglobuline comparativement aux sujets logés à une température de 18 °C (Franci et coll., 1996). Les lapins peuvent toutefois s'acclimater à un stress thermique modéré. Dalmau et collègues (2015) ont logé des lapins soit à 18,4 °C, soit à 20,1 °C entre 16 h et 9 h et à 27,9 °C entre 9 h et 16 h. À la température diurne supérieure, les lapins assujettis au stress thermique ont passé plus de temps étalés sur le sol (45 à 54 % plus de temps que les animaux témoins). Leur budget d'activités global différait cependant très peu de celui des animaux témoins; les auteurs en concluent que le rythme prévisible du stress thermique permet aux lapins d'adapter leur comportement aux conditions ambiantes. S'ils sont logés à des températures supérieures à leur zone thermoneutre de 15 à 25 °C, les lapins ont besoin d'un espace suffisant pour exprimer des comportements de réduction de la chaleur. Quel que soit l'espace disponible, les températures extrêmement élevées peuvent entraîner une mortalité accrue à certains stades de production.

3.3.4 Pododermatite ulcéreuse

La pododermatite ulcéreuse représente une autre menace importante pour le bien-être des lapines reproductrices. La maladie commence par la perte de poils et l'apparition de callosités (ce qu'on appelle aussi l'hyperkératose plantaire), qui évoluent en callosités fissurées et ouvertes. La maladie devient plus grave quand des plaies vives ou des ulcères se forment sur les jarrets. La question de savoir si l'hyperkératose plantaire est douloureuse pour les lapins fait l'objet de débats (Rommers et de Jong, 2011), mais il est généralement accepté que la pododermatite est une condition douloureuse (Rosell et de la Fuente, 2009b; Rommers et de Jong, 2011; Buijs et coll., 2014; Mancinelli et coll., 2014). Bien qu'elle ne figure pas parmi les principales causes de mortalité (Rosell et de la Fuente, 2009a), la pododermatite est un facteur de risque considérable pour la mise à la réforme (Cervioli et coll., 2008; Huneau-Salaün et coll., 2015), surtout quand les lapins vieillissent. Il s'agit d'un trouble influencé significativement par le type de logement. D'autres détails sur la pododermatite se trouvent dans le chapitre sur le Logement.

3.3.5 Staphylococcie

Avec l'intensification de la cuniculture, le risque de propagation des agents pathogènes augmente. *Staphylococcus aureus* est l'un des agents pathogènes opportunistes les plus courants dans les clapiers commerciaux. Une étude a détecté *S. aureus* dans 95 % des élevages analysés (Hermans et coll., 1999). La plupart des lapins sont porteurs des souches de faible virulence, et la bactérie est communément isolée sur le nez, la peau, le périnée, le prépuce et le vagin des lapins (Hermans et coll., 1999, 2003). Les infections à *S. aureus* peuvent toutefois aussi entraîner des taux de mortalité élevés, et la bactérie est pratiquement impossible à éliminer sans un abattage intégral (Hermans et coll., 2003). *S. aureus* peut causer des dermatites exsudatives, des abcès sous-cutanés et internes, des conjonctivites, des rhinites purulentes chez les lapins non sevrés, des abcès sous-cutanés et internes chez les lapins à l'engraissement et les sujets reproducteurs ainsi que des mammites chez les lapines reproductrices (Hermans et coll., 2003). Gil et collaborateurs (2007) ont constaté que *S. aureus* était à l'origine de 79 % des cas de mammite qu'ils ont étudiés, de 79 % des abcès mis en culture et de 95 % des cas de pododermatite. Comme la mammite est l'une des principales causes de réforme des lapines reproductrices (Gil et coll., 2007; Rosell et de la Fuente, 2009, 2016; Sanchez et coll., 2012), la présence de *S. aureus* dans un élevage réduit considérablement le bien-être des lapines. La mammite peut survenir n'importe quand durant la lactation, et les femelles infectées deviennent léthargiques et agalactiques (Adlam et coll., 1976). Sous sa forme chronique, la mammite cause la formation d'abcès et l'écoulement de pus. Sous sa forme aiguë, elle cause des lésions nécrotiques (« mamelle bleue ») et peut rapidement entraîner la mort (Adlam et coll., 1976; Gil et coll., 2007). *S. aureus* peut se transmettre d'une femelle atteinte de mammite à un lapereau non sevré, puis à une femelle non infectée durant l'allaitement croisé (Adlam et coll., 1976). En

présence d'une éclosion active de mammite, il faut donc limiter la pratique de l'allaitement croisé et l'introduction de nouveaux animaux (Hermans et coll., 2003).

3.3.6 Encéphalitozoonose

L'encéphalitozoonose est causée par un parasite intracellulaire, *Encephalitozoon cuniculi* (Valencakova et coll., 2008). La maladie est associée à des problèmes neurologiques, dont le signe le plus remarquable est le torticolis, et à des maladies oculaires et rénales. Les néphrites graves et les lésions oculaires sont moins courantes chez les grandes races de lapins que chez les races naines. Des chercheurs ayant étudié la maladie chez des lapins de compagnie ont constaté qu'entre 78 et 100 % des sujets présentant des signes neurologiques, et entre 35 et 71 % des sujets asymptomatiques, étaient séropositifs pour *E. cuniculi* (Künzel et coll., 2008; Valencakova et coll., 2008). Cette corrélation n'implique pas la causalité cependant. De nombreuses causes peuvent être à l'origine de troubles neurologiques chez le lapin. Santaniello et collègues (2009) ont étudié les lapins de 40 élevages commerciaux en Italie et constaté la présence du parasite dans tous les élevages. La séroprévalence était supérieure chez les lapins âgés (plus de 4 mois; prévalence de 48 %) que chez les jeunes lapins (moins de 4 mois; prévalence de 15 %), peut-être parce que les jeunes étaient temporairement protégés par les anticorps transférés par le lait maternel (Santaniello et coll., 2009). Dans l'ensemble, 31 % des lapins de l'étude étaient séropositifs pour *E. cuniculi* malgré un bon état de chair (Santaniello et coll., 2009). En général, la maladie progresse rapidement, et jusqu'à 10 % des lapins présentent une insuffisance rénale concomitante (Kunzel et coll., 2009).

3.4 Biosécurité à la ferme

Pour toutes les maladies infectieuses, une détection précoce est nécessaire pour réduire la souffrance des animaux et la charge parasitaire dans l'environnement, ce qui améliore le bien-être animal. Mais la détection précoce doit aller de pair avec le maintien des pratiques de biosécurité à la ferme. Des mesures de biosécurité rehaussées réduisent considérablement la prévalence des espèces du genre *Campylobacter* chez les poulets de chair (Gibbens et coll., 2001) et du virus du syndrome reproducteur et respiratoire porcin (SRRP; Dee et coll., 2004). Or, lors d'un récent sondage auprès des producteurs de lapin de l'Ontario, Kylie et collaborateurs (2016) ont constaté que les pratiques de nettoyage des cages étaient irrégulières, et que seulement 55 % des élevages mettaient les nouveaux animaux en quarantaine à leur arrivée à la ferme. En outre, 63 % des producteurs élevaient d'autres espèces animales, le plus souvent dans le même bâtiment que les lapins. Étant donné que le statut sanitaire à la ferme est lié au poids et à l'état de chair des lapins (de la Fuente et Rosell, 2012) et qu'il peut modifier la prévalence des maladies infectieuses (Bennegadi et coll., 2001), il est impératif pour les producteurs d'augmenter l'état sanitaire de leur exploitation agricole.

3.5 Questions non abordées dans la littérature actuelle

1. **Méthodes non pharmacologiques de réduction du CEL chez les lapins de chair en croissance.**
2. **Étendue de l'encéphalitozoonose chez les lapins de chair commerciaux et incidences sur la détresse des animaux.**
3. **Impact des pratiques de biosécurité sur les maladies infectieuses.**
4. **Santé et prévalence des maladies chez les lapins mâles.**

3.6 Notes bibliographiques

- Adlam, C., C.M. Thorley, P.D. Ward, M. Collins, R.N. Lucken et P.A. Knight. (1976). « Natural and experimental staphylococcal mastitis in rabbits », *Journal of Comparative Pathology*, vol. 86, n° 4, p. 581-593.
- Amici, A., O. Franci, P. Mastroiacono, N. Merendino, M. Nardini et G. Tomassi. (2010). « Short term acute heat stress in rabbits: functional, metabolic and immunological effects », *World Rabbit Science*, vol. 8, n° 1, p. 11-16.
- Badagliacca, P., A. Letizia, L. Candeloro, A. Di Provvido, A. Di Gennaro, S. Scattolini, G. Pompei, R. Redicone et M. Scacchia. (2010). « Clinical, pathological and microbiological profiles of spontaneous enteropathies in growing rabbits », *World Rabbit Science*, vol. 18, n° 4, p. 187-198.
- Bautista, A., H. Drummond, M. Martínez-Gómez et R. Hudson. (2003). « Thermal benefit of sibling presence in the newborn rabbit », *Developmental Psychobiology*, vol. 43, n° 3, p. 208-215.
- Bautista, A., E. García-Torres, M. Martínez-Gómez et R. Hudson. (2008). « Do newborn domestic rabbits *Oryctolagus cuniculus* compete for thermally advantageous positions in the litter huddle? », *Behavioral Ecology and Sociobiology*, vol. 62, n° 3, p. 331-339.
- Bennegadi, N., T. Gidenne et D. Licois (2001). « Impact of fibre deficiency and sanitary status on non-specific enteropathy of the growing rabbit », *Animal Research*, vol. 50, n° 5, p. 401-413.
- Bonde, M., T. Rousing, J.H. Badsberg et J.T. Sørensen. (2004). « Associations between lying-down behaviour problems and body condition, limb disorders and skin lesions of lactating sows housed in farrowing crates in commercial sow herds », *Livestock Production Science*, vol. 87, n° 2, p. 179-187.
- Buijs, S., K. Hermans, L. Maertens, A. Van Caelenberg et F.A.M. Tuytens. (2014). « Effects of semi-group housing and floor type on pododermatitis, spinal deformations and bone quality in rabbit does », *Animal*, vol. 8, n° 10, p. 1728-1734.
- Cerlioli, M., R. Brivio, G. Grilli, C. Tittarelli, V. Marasciulo et A. Lavazza. (2008). « Search for key health and welfare indicators for meat rabbit production and definition of a score method of evaluation », *Proceedings of the 9th World Rabbit Congress*, p. 915-920.
- Chen, C.P., D. R. Rao, G.R. Sunki et W.M. Johnson. (1978). « Effect of weaning and slaughter ages upon rabbit meat production. I. Body weight, feed efficiency and mortality », *Journal of Animal Science*, vol. 46, n° 3, p. 573-577.
- Chen, P.H., et C.E. White (2006). « Comparison of rectal, microchip transponder, and infrared thermometry techniques for obtaining body temperature in the laboratory rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) », *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, vol. 45, n° 1, p. 57-63.
- Coudert, P., et D. Licois. (2004). « Study of early phenomena during experimental epizootic rabbit enteropathy: preliminary results », *World Rabbit Science*, vol. 1, p. 520-525.
- Coureaud, G., B. Schaal, P. Coudert, R. Hudson, P. Rideaud et P. Orgeur. (2000a). « Mimicking natural nursing conditions promotes early pup survival in domestic rabbits », *Ethology*, vol. 106, n° 3, p. 207-225.
- Coureaud, G., B. Schaal, P. Coudert, P. Rideaud, L. Fortun-Lamothe, R. Hudson et P. Orgeur. (2000b). « Immediate postnatal sucking in the rabbit: its influence on pup survival and growth », *Reproduction Nutrition Development*, vol. 40, n° 1, p. 19-32.

Dalmau, A., B. Catanese, O. Rafel, P. Rodriguez, C. Fuentes, P. Llonch, E. Mainau, A. Velarde, J. Ramón, E. Taberner et M. López-Béjar. (2015). « Effect of high temperatures on breeding rabbit behaviour », *Animal Production Science*, vol. 55, n° 9, p. 1207-1214.

de la Fuente, L.F., et J.M. Rosell (2012). « Body weight and body condition of breeding rabbits in commercial units », *Journal of Animal Science*, vol. 90, n° 9, p. 3252-3258.

de Lima, V., M. Piles, O. Rafel, M. López-Béjar, J. Ramón, A. Velarde et A. Dalmau. (2013). « Use of infrared thermography to assess the influence of high environmental temperature on rabbits », *Research in Veterinary Science*, vol. 95, n° 2, p. 802-810.

Dee, S., J. Deen et C. Pijoan (2004). « Evaluation of 4 intervention strategies to prevent the mechanical transmission of porcine reproductive and respiratory syndrome virus », *Canadian Journal of Veterinary Research*, vol. 68, n° 1, p. 19-26.

Deeb, B.J., R.F. Digiacomo, B.L. Bernard et S.M. Silbernagel. (1990). « *Pasteurella Multocida* and *Bordetella bronchiseptica* infections in rabbits », *Journal of Clinical Microbiology*, vol. 28, n° 1, p. 70-75.

Dewrée, R., L. Meulemans, C. Lassence, D. Desmecht, R. Ducatelle, J. Mast et D. Licois. (2010). « Experimentally induced epizootic rabbit enteropathy: clinical, histopathological, ultrastructural, bacteriological and haematological findings », *World Rabbit Science*, vol. 15, n° 2, p. 91-102.

DiGiacomo, R.F., Y.M. Xu, V. Allen, M.H. Hinton et G.R. Pearson. (1991). « Naturally acquired *Pasteurella multocida* infection in rabbits: clinicopathological aspects », *Canadian Journal of Veterinary Research*, vol. 55, n° 3 p. 234.

Drummond, H., E. Vázquez, S. Sánchez-Colón, M. Martínez-Gómez et R. Hudson. (2000). « Competition for milk in the domestic rabbit: survivors benefit from littermate deaths », *Ethology*, vol. 106, n° 6, p. 511-526.

EFSA (Autorité européenne de sécurité des aliments) (2005). « The impact of the current housing and husbandry systems on the health and welfare of farmed domestic rabbits », *The EFSA Journal*, vol. 267, p. 1-31.

Fallahi, R. (2014). « Splay leg in a Dutch laboratory rabbit colony: detection methods and effective elimination procedure », *Archives of Razi Institute*, vol. 69, n° 2, p. 201-205.

Farnworth, M.J., J.K. Walker, K.A. Schweizer, C.L. Chuang, S.J. Guild, C.J. Barrett, M.C. Leach et N.K. Waran. (2011). « Potential behavioural indicators of post-operative pain in male laboratory rabbits following abdominal surgery », *Animal Welfare*, vol. 20, n° 2, p. 225.

Franci, O., A. Amici, R. Margarit, N. Merendino et E. Piccolella. (1996). « Influence of thermal and dietary stress on immune response of rabbits », *Journal of Animal Science*, vol. 74, n° 7, p. 1523-1529.

Garrido, S., N. Nicodemus, J. García, S. Chamorro et J.C. de Blas. (2010). « Effect of breeding system and farm hygiene on performance of growing rabbits and lactating does over two reproductive cycles », *World Rabbit Science*, vol. 17, n° 2, p. 71-78.

Gibbens, J.C., S.J.S. Pascoe, S.J. Evans, R.H. Davies et A.R. Sayers. (2001). « A trial of biosecurity as a means to control *Campylobacter* infection of broiler chickens », *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 48, n° 2, p. 85-99.

Gil, P.S., J. Martinez, B. Peris, L. Selva, D. Viana, J.R. Penades et J.M. Corpa. (2007). « Staphylococcal infections in rabbit does on two industrial farms », *Veterinary Record*, vol. 160, n° 25, p. 869-873

- Gonzalez, R.R., M.J. Kluger et J.D. Hardy (1971). « Partitional calorimetry of the New Zealand white rabbit at temperatures 5-35 degrees C », *Journal of Applied Physiology*, vol. 31, n° 5, p. 728-734.
- González-Redondo, P. (2010). « Maternal behaviour in peripartum influences preweaning kit mortality in cage-bred wild rabbits », *World Rabbit Science*, vol. 18, n° 2, p. 91-102.
- Hamilton, H.H., S.D. Lukefahr et J.I. McNitt (1997). « Maternal nest quality and its influence on litter survival and weaning performance in commercial rabbits », *Journal of Animal Science*, vol. 75, n° 4, p. 926-933.
- Hermans, K., P. De Herdt, L.A. Devriese, W. Hendrickx, C. Godard et F. Haesebrouck. (1999). « Colonization of rabbits with *Staphylococcus aureus* in flocks with and without chronic staphylococcosis », *Veterinary Microbiology*, vol. 67, n° 1, p. 37-46.
- Hermans, K., L.A. Devriese et F. Haesebrouck (2003). « Rabbit staphylococcosis: difficult solutions for serious problems », *Veterinary Microbiology*, vol. 91, n° 1, p. 57-64.
- Hoy, S., et M. Verga (2006). « Welfare indicators », dans L. Maertens et P. Coudert, éd., *Recent Advances in Rabbit Sciences*, Melle, Belgique, ILVO, p. 71-74.
- Huneau-Salaün, A., S. Bougeard, L. Balaine, F. Eono, S. Le Bouquin et C. Chavin. (2015). « Husbandry factors and health conditions influencing the productivity of French rabbit farms », *World Rabbit Science*, vol. 23, n° 1, p. 27-37.
- Joosten, H.F., P. Wirtz, H.O. Verbeek et A. Hoekstra. (1981). « Splayleg: A spontaneous limb defect in rabbits. Genetics, gross anatomy, and microscopy », *Teratology*, vol. 24, n° 1, p. 87-104.
- Kasa, W., et C.J. Thwaites (1990). « The effects of elevated temperature and humidity on rectal temperature and respiration rate in the New Zealand white rabbit », *International Journal of Biometeorology*, vol. 34, n° 3, p. 157-160.
- Keating S.C.J., A.A. Thomas, P.A. Flecknell et M.C. Leach. (2012). « Evaluation of EMLA cream for preventing pain during tattooing of rabbits: changes in physiological, behavioural and facial expression responses », *PLoS ONE*, vol. 7, n° 9, p. e44437.
- Kunstýř, I., et S. Naumann (1985). « Head tilt in rabbits caused by pasteurellosis and encephalitozoonosis », *Laboratory Animals*, vol. 19, n° 3, p. 208-213
- Künzel, F., A. Gruber, A. Tichy, R. Edelhofer, B. Nell, J. Hassan, M. Leschnik, J.G. Thalhammer et A. Joachim. (2008). « Clinical symptoms and diagnosis of encephalitozoonosis in pet rabbits », *Veterinary Parasitology*, vol. 151, n° 2, p. 115-124.
- Kylie, J., M. Brash, W. Sears, A. Whiteman, B. Tapscott, D. Slavic, J.S. Weese et P.V. Turner. (2016a). « Biosecurity practices and causes of enteritis on Ontario meat rabbit farms », *Revue vétérinaire canadienne*. À paraître.
- Kylie, J., M. Brash, W. Sears, A. Whiteman, B. Tapscott, D. Slavic, J.S. Weese et P.V. Turner. (2016b). « Prevalence of antimicrobial resistance and its association with routine antimicrobial use in fecal *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. in Canadian commercial meat, companion, laboratory, and shelter rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) », *Preventative Veterinary Medicine*. En cours d'évaluation.
- Le Bouquin, S., J.L. Jobert, G. Larour, L. Balaine, F. Eono, S. Boucher, A. Huneau et V. Michel. (2009). « Risk factors for an acute expression of Epizootic Rabbit Enteropathy syndrome in rabbits after weaning in French kindling-to-finish farms », *Livestock Science*, vol. 125, n° 2, p. 283-290.

- Leach, M.C., S. Allweiler, C. Richardson, J.V. Roughan, R. Narbe et P.A. Flecknell. (2009). « Behavioural effects of ovariohysterectomy and oral administration of meloxicam in laboratory housed rabbits », *Research in Veterinary Science*, vol. 87, n° 2, p. 336-347.
- Leach, M.C., K. Klaus, A.L. Miller, M.S. Di Perrotolo, S.G. Sotocinal et P.A. Flecknell. (2012). « The assessment of post-vasectomy pain in mice using behaviour and the Mouse Grimace Scale », *PloS ONE*, vol. 7, n° 4, p. e35656.
- Ludwig, N., M. Gargano, F. Luzi, C. Carezzi et M. Verga. (2007). « Technical note: Applicability of infrared thermography as a non-invasive measurement of stress in rabbit », *World Rabbit Science*, vol. 15, n° 4, p. 199-206
- Lukefahr, S.D., et H.H. Hamilton (2000). « Longevity and cumulative litter productivity in straightbred and crossbred Californian and New Zealand white does », *Proceedings of the 7th World Rabbit Congress*, vol. A, Universidad Politécnica de Valencia, Valence, Espagne, p. 463-468.
- Lukefahr, S., W.D. Hohenboken, P.R. Cheeke et N.M. Patton. (1983). « Doe reproduction and preweaning litter performance of straightbred and crossbred rabbits », *Journal of Animal Science*, vol. 57, n° 5, p. 1090-1099.
- Mancinelli, E., E. Keeble, J. Richardson et J. Hedley. (2014). « Husbandry risk factors associated with hock pododermatitis in UK pet rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) », *Veterinary Record: Journal of the British Veterinary Association*, vol. 174, n° 17.
- Mannion, C., P.B. Lynch, J. Egan et F.C. Leonard. (2007). « Efficacy of cleaning and disinfection on pig farms in Ireland », *Veterinary Record: Journal of the British Veterinary Association*, vol. 161, n° 11.
- Milon, A., et R. Camguilhem. (1989). « Essais de protection des lapereaux sevrés contre l'entérite à *Escherichia coli* O103 : vaccination des mères avec un vaccin inactivé », *Revue médicale vétérinaire*, vol. 140, p. 389-395.
- Nicol S.C., et M.I. Maskrey (1977). « Panting in small mammals: a comparison of two marsupials and the laboratory rabbit », *Journal of Applied Physiology*, vol. 42, n° 4, p. 537-544.
- Owiny, J.R., S. Vandewoude, J.T. Painter, R.W. Norrdin et D.N. Veeramachaneni. (2001). « Hip dysplasia in rabbits: Association with nest box flooring », *Comparative Medicine*, vol. 51, n° 1, p. 85-88.
- Peeters, J.E., P. Pohl, G. Charlier, R. Geeroms et B. Glorieux. (1984). « Infectious agents associated with diarrhoea in commercial rabbits: a field study », *Annales de recherches vétérinaires*, vol. 15, p. 335-340.
- Percy, D.H., J.F. Prescott et J.L. Bhasin (1984). « Characterization of *Pasteurella multocida* isolated from rabbits in Canada », *Canadian Journal of Comparative Medicine*, vol. 48, n° 2, p. 162.
- Percy, D.H., C.A. Muckle, R.J. Hampson et M.L. Brash. (1993). « The enteritis complex in domestic rabbits: a field study », *Revue vétérinaire canadienne*, vol. 34, n° 2, p. 95.
- Peri, B.A., et R.M. Rothberg (1986). « Transmission of maternal antibody prenatally and from milk into serum of neonatal rabbits », *Immunology*, vol. 57, n° 1, p. 49.
- Pritchard, J.C., A.C. Lindberg, D.C.J. Main et H.R. Why. (2005). « Assessment of the welfare of working horses, mules and donkeys, using health and behaviour parameters », *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 69, n° 3, p. 265-283.
- Rödel, H.G., A. Starkloff, M.W. Seltmann, G. Prager et D. von Holst. (2009). « Causes and predictors of nest mortality in a European rabbit population », *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde*, vol. 74, n° 3, p. 198-209.

- Rommers, J.M., et I.C. de Jong (2011). « Technical note: Plastic mats prevent footpad injuries in rabbit does », *World Rabbit Science*, vol. 19, n° 4, p. 233-237.
- Rosell, J.M., et L.F. de la Fuente (2016). « Causes of mortality in breeding rabbits », *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 127, p. 56-63.
- Rosell, J.M., et L.F. de la Fuente (2009a). « Culling and mortality in breeding rabbits », *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 88, n° 2, p. 120-127.
- Rosell, J.M., et L.F. de la Fuente (2009b). « Effects of footrests on the incidence of ulcerative pododermatitis in domestic rabbit does », *Animal Welfare*, vol. 18, n° 2, p. 199-204.
- Rosell, J.M., L.F. de la Fuente, J.I. Badiola, D. Fernández de Luco, J. Casal et M. Saco. (2010). « Study of urgent visits to commercial rabbit farms in Spain and Portugal during 1997-2007 », *World Rabbit Science*, vol. 17, n° 3, p. 127-136.
- Rougier, S., D. Galland, S. Boucher, D. Boussarie et M. Vallé. (2006). « Epidemiology and susceptibility of pathogenic bacteria responsible for upper respiratory tract infections in pet rabbits », *Veterinary Microbiology*, vol. 115, n° 1, p. 192-198.
- Sánchez, J.P., L.F. de la Fuente et J.M. Rosell (2012). « Health and body condition of lactating females on rabbit farms », *Journal of Animal Science*, vol. 90, n° 7, p. 2353-2361.
- Sánchez, J.P., M. Baselga et V. Ducrocq (2006). « Genetic and environmental correlations between longevity and litter size in rabbits », *Journal of Animal Breeding and Genetics*, vol. 123, n° 3, p. 180-185.
- Santaniello, A., L. Dipineto, L. Rinaldi, L.F. Menna, G. Cringoli et A. Fioretti. (2009). « Serological survey of *Encephalitozoon cuniculi* in farm rabbits in Italy », *Research in Veterinary Science*, vol. 87, n° 1, p. 67-69.
- Schlolaut, W., R. Hudson et H.G. Rödel (2013). « Impact of rearing management on health in domestic rabbits: a review », *World Rabbit Science*, vol. 21, n° 3, p. 145-159.
- Sherwood, A., C.A. Dolan et K.C. Light (1990). « Hemodynamics of blood pressure responses during active and passive coping », *Psychophysiology*, vol. 27, n° 6, p. 656-668.
- Valencakova, A., P. Balent, E. Petrovova, F. Novotny et L. Luptakova. (2008). « Encephalitozoonosis in household pet Nederland Dwarf rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) », *Veterinary Parasitology*, vol. 153, n° 3, p. 265-269.
- Virag, G., M. Mandoki et M. Odermatt (2004). « Characterization of *Pasteurella Multocida* recovered from live rabbits at a small-scale farm previously manifesting deaths by pyothorax and pyometra », *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress*, Puebla, Mexique, p. 673-680. <https://world-rabbit-science.com/WRSA-Proceedings/Congress-2004-Puebla/Papers/Pathology/P-Virag.pdf>, CD.
- Weaver, L.A., C.A. Blaze, D.E. Linder, K.A. Andrutis K.A. et A.Z. Karas. (2010). « A model for clinical evaluation of perioperative analgesia in rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) », *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, vol. 49, n° 6, p. 845-851.
- Whitney, J.C. (1976). « A review of non-specific enteritis in the rabbit », *Laboratory Animals*, vol. 10, n° 3, p. 209-221.
- Whitney, J.C., D.K. Blackmore, G.H. Townsend, R.J. Parkin, M.E. Hugh-Jones, P.J. Crossman, A.C. Graham-Marr, M.F.W. Festing et D. Krzysiak. (1976). « Rabbit mortality survey », *Laboratory Animals*, vol. 10, n° 3, p. 203-207.

Whitney, J.C. (1970). « Some aspects of the enteritis complex of rabbits », *Nutrition and Disease in Experimental Animals*, p. 122-131.

Yoshiyama, Y., et W.R. Brown (1987). « Specific antibodies to cholera toxin in rabbit milk are protective against *Vibrio cholerae*-induced intestinal secretion », *Immunology*, vol. 61, n° 4, p. 543.

4. Gestion des aliments et de l'eau

Conclusions

1. **Les fibres, en particulier les fibres au détergent acide (FDA), sont un élément nutritif essentiel à la santé du tube digestif et peuvent réduire l'incidence des maladies entériques lorsqu'elles sont fournies en quantité suffisante.**
2. **Les pratiques de restriction qualitative ou quantitative de l'alimentation peuvent, dans certaines limites, améliorer le bien-être en réduisant les troubles digestifs et l'obésité.**
3. **L'accès illimité à une eau potable propre est essentiel au bien-être des lapins.**
4. **La présence de mycotoxines dans les aliments peut nuire au bien-être des lapins.**

Les lapins sont strictement herbivores; quand ils en ont la possibilité, ils adoptent un régime alimentaire très sélectif en maintenant des niveaux adéquats de fibres et de protéines selon la quantité et la qualité des aliments qu'ils ingèrent (Cooke, 2014). Les lapins produisent et ingèrent aussi des caecotrophes (une forme molle d'excréments), qui représentent environ 15 % de leur ingestion totale d'aliments; on pense qu'il s'agit d'une source importante de protéines, de micronutriments et de vitamines B (Gidenne et Lebas, 1987). Quand ils sont nourris à volonté, les lapins commerciaux consomment leurs aliments en 30 à 40 petits repas par jour, habituellement concentrés en fin d'après-midi et la nuit (Prud'hon et coll., 1975). Soixante p. cent de leur apport en matières sèches est consommé en période d'obscurité, avec un apport maximal au début de la période d'obscurité (Gidenne et coll., 2010).

Les lapereaux dépendent entièrement du lait de la mère pour satisfaire leurs besoins nutritifs au cours des 16 à 18 premiers jours de leur vie. La femelle allaite les lapereaux au moins une fois par jour pendant 3 à 5 minutes (Zarrow et coll., 1965; Hoy et Seltzer, 2002). Durant leur première semaine de vie, les lapereaux consomment environ 15 à 25 % de leur poids vif en lait, qui est riche en lipides et en protéines (Gidenne et coll., 2010). Les lapereaux consomment peu d'aliments solides avant l'âge d'environ 21 jours (Gidenne et coll., 2002). Ils commencent à s'intéresser aux aliments solides entre 16 et 18 jours et à produire de petites quantités de caecotrophes (Gidenne et Lebas, 1987), mais la majorité de leur apport est encore sous forme de lait. Après le sevrage, vers l'âge de 4 ou 5 semaines, les lapins consomment environ 84 g/jour d'aliments solides et commencent à produire des caecotrophes en plus grandes quantités (Maertens, 2010). Leur apport en caecotrophes augmente à environ 55 g/jour jusqu'à l'âge de 2 mois, après quoi il se stabilise (Gidenne et Lebas, 1987).

Les besoins nutritionnels des lapins ont été décrits en détail (NRC, 1977). Dans ce chapitre, nous nous intéresserons aux effets des pratiques de gestion des aliments et de l'eau sur le bien-être des lapins.

4.1 Qualité des aliments

Quand ils en ont la possibilité, les lapins adoptent un régime sélectif et régulent leur ingestion d'aliments pour en optimiser les protéines et la digestibilité (Somers et coll., 2008; Gidenne et coll., 2010; Cooke, 2014). de Blas et Mateos (2010) ont étudié les besoins énergétiques et nutritionnels des lapins à l'engraissement et des sujets reproducteurs. Selon eux, les besoins en énergie métabolisable sont d'environ 10 MJ/kg, selon les portions recommandées, pour les lapins en élevage intensif. Krohn et collègues (1999) ont comparé le comportement de lapines en croissance recevant deux régimes de densités énergétiques différentes, mais en quantités différentes pour maintenir le même contenu

énergétique global, à savoir, 10,1 MJ/kg contre 7 MJ/kg d'énergie métabolisable selon les portions recommandées. Ils n'ont observé aucun effet du régime sur le comportement de repos, mais ont toutefois constaté davantage de comportements exploratoires et anormaux (grugeage des barreaux et grattement du coin de la cage) chez les sujets ayant reçu le régime de plus faible volume mais de plus haute densité énergétique. Ils en ont déduit que le plus gros volume de nourriture nécessaire au régime de faible densité énergétique a allongé la durée des repas, ce qui a réduit le temps disponible pour la manifestation de comportements exploratoires et anormaux. Nourris de brins d'herbe coupés à différentes longueurs, des lapins domestiques ont préféré les brins les plus riches en protéines brutes, peu importe leur longueur (Somers et coll., 2008). On ignore toutefois si les fourrages préférés par les lapins ont eu d'autres effets sur leur bien-être.

Il n'y a pas eu beaucoup d'autres études sur l'effet des additifs alimentaires sur le bien-être des lapins. On ignore si les extraits de tanins sont non nutritifs et toxiques ou au contraire bénéfiques (Mueller-Harvey, 2006). Deux études ont porté sur l'impact sur le bien-être de l'ajout d'extraits de tanins hydrolysables aux régimes de lapins à l'engraissement (Maertens et Štruklec, 2006; Liu et coll., 2012). Maertens et Štruklec (2006) ont cherché à savoir si les extraits de tanins hydrolysables, de par leur rôle potentiel dans la réduction de la digestibilité des protéines, peuvent réduire les taux de mortalité liés aux troubles digestifs. Dans deux essais sur trois, ils ont constaté des diminutions du taux de mortalité des lapins à l'engraissement jusqu'à l'âge de 57 jours avec l'ajout de 5 g/kg d'extrait de tanins de châtaignier au régime des lapins. Liu et collègues (2012) ont comparé les niveaux de cortisol sérique de lapins nourris de régimes avec ou sans présence de tanins de châtaignier hydrolysables, des antioxydants naturels censés réduire les effets néfastes des températures ambiantes élevées. Ils ont logé des lapins mâles en engraissement (âgés de 45 jours) à 20 °C sans tanins ou à 33 °C avec 0, 5 ou 10 g/kg de tanins de châtaignier. Comparativement aux lapins logés à 20 °C, ceux qui étaient logés à 33 °C sans tanins de châtaignier ont présenté des gains quotidiens moyens plus faibles (22,8 contre 26,6 g/j) et des niveaux de cortisol plus élevés (2 078 pg/mL contre 1 067 pg/mL) après trois semaines. Cependant, l'effet du stress thermique sur le gain de poids et les niveaux de cortisol a disparu avec la présence de tanins de châtaignier dans le régime (à raison de 5 g/kg : gain quotidien moyen = 25,9 g/j; cortisol = 1 332 pg/mL; à raison de 10 g/kg : gain quotidien moyen = 24,7 g/j; cortisol = 1 236 pg/mL). Ces résultats indiquent que la présence de tanins de châtaignier à raison de 5 ou de 10 g/kg atténue certaines des répercussions néfastes du stress thermique chez les lapins en croissance. Il y a de plus en plus de recherche sur l'utilisation d'autres additifs, comme les probiotiques, les prébiotiques, les enzymes et les aminoacides, au lieu des antimicrobiens (Dalle Zotte et coll., 2016), mais il n'y a encore aucun résultat sur leurs effets sur le bien-être des lapins.

Les lapins d'élevage commercial sont généralement nourris de concentrés granulés, qu'ils préfèrent aux tourteaux (Harris et coll., 1983). Les autres formulations d'aliments, comme les tourteaux, la purée et le fourrage grossier, sont associées à une réduction de l'ingestion moyenne d'aliments par jour (Maertens, 2010). Les lapins ont également une taille de granules préférée : celles-ci doivent faire au moins 0,8 à 1 cm de longueur (Gidenne et coll., 2010). On ne sait toutefois presque rien d'autre sur les effets de différentes formes d'aliments sur le bien-être des lapins.

4.2 Fibres

À l'aide de lapins nouvellement sevrés, Gidenne et collaborateurs (2000) ont étudié l'effet d'un changement dans la composition du régime. Ils ont augmenté de 12 à 20 % la teneur en fibres au détergent acide (FDA) par l'ajout de son de blé, de farine de luzerne déshydratée et de pulpe de betterave déshydratée. Les FDA constituent la portion la moins digestible du fourrage; à mesure qu'elles

augmentent dans le régime, l'énergie digestible diminue. Gidenne et collaborateurs (2000) ont constaté que la présence de fibres avait un effet significatif sur la morbidité entre 42 et 70 jours; en effet, des lapins en croissance nourris d'un régime faible en fibres ont affiché une morbidité supérieure à celle de sujets nourris d'un régime riche en fibres. De même, Bennegadi et collaborateurs (2001) ont offert à des lapins nouvellement sevrés un régime en granulés contenant soit 19 % ou soit 9 % de FDA et ont évalué leur morbidité et leur mortalité sur 70 jours. Les lapins nourris avec le régime faible en fibres ont eu deux fois plus de jours de diarrhée et un taux de mortalité 2,7 fois plus élevé (25 % contre 9,4 %) que ceux nourris avec le régime riche en fibres.

Toutes les fibres n'ont cependant pas le même effet sur la morbidité et la mortalité, et il se peut que la source de fibres alimentaires, la teneur en fibres, le rapport entre les fibres hautement et faiblement digestibles (Gidenne, 2003) et le ratio énergie/protéines soient également importants (de Blas et coll., 1981). Champe et Maurice (1983) ont étudié l'effet de la source de fibres et de la teneur en fibres de différentes fibres alimentaires sur des lapins nouvellement sevrés. Des tourteaux de luzerne et de chiendent pied-de-poule ont été ajoutés à leurs régimes à raison de 3, 6, 9 ou 12 %. Les auteurs ont observé une diminution de la mortalité proportionnelle à l'ajout de luzerne dans le régime. Toutefois, les taux de mortalité des lapins nourris de chiendent pied-de-poule ont varié entre 50 et 70 %, principalement en raison d'une entérite aspécifique, peu importe le taux d'ajout de cette fibre (Champe et Maurice, 1983). de Blas et collaborateurs (1981) ont évalué les effets de différentes valeurs en fibres brutes combinées à différentes valeurs en protéines brutes sur les taux de mortalité de lapins en engraissement. En général, ils ont constaté que les régimes ayant une faible teneur en fibres brutes étaient associés à une mortalité élevée, mais que cela dépendait aussi des niveaux de protéines. En effet, ils ont obtenu le taux de mortalité le plus faible avec un ratio énergie/protéines de 24,35 kcal d'énergie digestible par gramme de protéines digestibles brutes.

Feugier et collaborateurs (2006) ont mené une série d'expériences pour évaluer les effets de différents niveaux de fibres et de protéines sur la santé de lapins en engraissement de 23 à 50 jours d'âge. Pour leur première expérience, ils ont augmenté la quantité de fibres alimentaires de 160 à 220 g/kg de FDA en modifiant les teneurs en amidon et en matières grasses dans le régime. L'augmentation des fibres a eu un effet négatif sur le taux de croissance au cours des deux premières semaines suivant le sevrage, mais n'a pas eu d'effet au cours de la période de croissance ultérieure. Le taux de mortalité a été inférieur à 4 % dans l'ensemble, avec une augmentation inexplicable lorsque les lapins en ont reçu 190 g/kg de FDA. Au cours de la deuxième expérience, Feugier et collaborateurs (2006) ont augmenté la teneur en protéines (protéines brutes; PB) de 150 à 210 g/kg PB en modifiant les teneurs en amidon et en matières grasses. Globalement, la morbidité a été élevée (32 %) en raison d'une éclosion d'entérite, et le niveau de protéines n'a eu aucun effet sur le taux de mortalité. Au cours d'une troisième expérience, Feugier et collaborateurs (2006) ont formulé un régime pour reproduire les régimes les plus performants des deux premières expériences (160 g/kg de FDA et 210 g/kg de PB, avec 110 g d'amidon) et l'ont comparé à un régime témoin (160 g/kg de FDA et 180 g/kg de PB, avec 170 g d'amidon). Les lapins soumis au régime expérimental ont affiché une mortalité supérieure (20,4 %) à celle des sujets du régime témoin (6,8 %), et leur croissance a été plus lente de 1,7 g/j. Les auteurs indiquent que les niveaux de fibres et de protéines, dans la fourchette utilisée, n'ont pas eu d'effet sur la mortalité, mais que le ratio protéines/amidon a pu influencer les taux de mortalité.

Pascual et collaborateurs (2013) ont étudié les résultats de nombreuses études sur l'ajout de fibres dans le régime des jeunes lapines. Ils rapportent que les régimes à haute teneur en fibres (fibres au détergent neutre supérieures à 40 % de la matière sèche), lorsqu'ils sont offerts à des femelles de moins de 60 à 70 jours, ont un effet positif sur leur performance de reproduction. Il manque cependant de données sur l'effet de la restriction qualitative sur le bien-être des femelles.

Prebble et collaborateurs (2015) ont étudié l'effet de fibres administrées en supplément sous forme de foin intact sur le comportement de lapins hollandais de compagnie sur une période de 17 mois. Les lapins ont été nourris d'un régime de foin extrudé, de moulée texturée avec ou sans foin, ou de foin seulement. Les lapins nourris de foin seulement ont passé plus de temps à manger et moins de temps d'inactivité que les sujets nourris de muesli sans foin. Ils ont aussi passé moins de temps en contact avec les autres lapins, peut-être parce qu'ils ont passé 50 % de leur temps à s'alimenter. Les lapins nourris avec de la moulée texturée sans foin ont passé un temps considérable à mâcher leur tapis de caoutchouc. Le comportement des sujets nourris à volonté de foin extrudé n'a pas été différent de ceux nourris de foin seulement (Prebble et coll., 2015). De même, Berthelsen et Hansen (1999) ont étudié le comportement de lapins adultes (16 à 31 mois) logés seuls soit dans des cages en grillage standard (46 x 77 x 40 cm) ou soit dans des cages enrichies (une cage standard dont la moitié de la superficie était surélevée à 80 cm, dans laquelle on avait ajouté une boîte en bois de 44 x 25 x 19 cm avec un toit en plastique perforé) lorsqu'ils avaient accès à du foin à volonté. Sans foin, les lapins des deux types de cages ont consacré jusqu'à 16 % de leur temps au toilettage. Lorsqu'ils avaient du foin, les lapins ont passé plus de temps à renifler leur environnement immobiles sur leurs pattes arrière, et moins de temps à faire leur toilette et à ronger que lorsqu'ils n'avaient pas de foin. Les lapins dans les cages standards ont par ailleurs interagi davantage avec le foin que les sujets des cages enrichies (Berthelsen et Hansen, 1999). Il n'est pas clair si les différences de comportement des lapins nourris de foin s'expliquent par la satiété induite par la teneur accrue en fibres ou parce qu'une plus grande partie de leur emploi du temps était consacrée aux interactions avec le foin. On n'a observé aucune différence dans les taux de mortalité.

Leslie et collaborateurs (2004) ont évalué la préférence de lapins pour l'herbe ou les mélanges grossiers. Lorsqu'ils n'avaient pas d'expérience antérieure avec les herbes, les lapins ont choisi l'herbe plus que le mélange grossier. Dans un essai de motivation où des lapins devaient parcourir un labyrinthe, tous les lapins ont été disposés à travailler légèrement plus fort pour avoir accès à l'herbe que pour avoir accès au mélange grossier (11,9 parcours du labyrinthe pour l'herbe; 10,3 parcours du labyrinthe pour le mélange grossier). Les auteurs présument que la nouveauté de l'herbe pourrait avoir influencé la préférence des lapins (Leslie et coll., 2004).

Globalement, les régimes ayant des niveaux suffisants et la bonne qualité de fibres peuvent améliorer la santé gastrointestinale des lapins et les protéger contre le complexe entéritique. Les fibres alimentaires pourraient avoir des effets positifs supplémentaires sur le comportement des lapins.

4.3 Pratiques de restriction de l'alimentation

Les systèmes de gestion de la production et de l'alimentation varient considérablement entre les pays européens et le Canada, surtout parce que la consommation de lapins par habitant est sensiblement plus élevée en Europe. La cuniculture commerciale au Canada se fait à une échelle plus petite et moins intensive. Contrairement à la situation dans de nombreux pays européens (Maertens, 2010), la plupart des lapins commerciaux sont nourris à volonté au Canada. Les conditions qui peuvent justifier une restriction énergétique sont les éclosions de troubles digestifs (p. ex., le complexe entéritique du lapin [CEL] [Gidenne et coll., 2012]) ou le gain de poids excessif chez les lapines reproductrices (Manal et coll., 2010). L'énergie peut être restreinte soit en augmentant les fibres digestibles dans le régime, comme on l'a vu dans la section précédente, soit en limitant la quantité d'aliments (Fernández-Carmona et coll., 1996) et/ou en contrôlant l'accès aux aliments à certaines heures de la journée.

Pour les lapins de chair, la restriction de la quantité d'aliments sur une certaine période après le sevrage est utilisée dans les pays à forte prévalence de CEL, et cette pratique réduit les taux de morbidité et de

mortalité (Foubert et coll., 2008; Martignon et coll., 2010; Romero et coll., 2010). Foubert et collaborateurs (2008) ont sevré des lapins à l'âge de 32 jours et induit le CEL dans la moitié des cages. Lorsqu'ils étaient élevés dans de bonnes conditions sanitaires, les lapins ont eu un taux de mortalité de 3,5 % indépendamment de leur alimentation (Foubert et coll., 2008). Cependant, quand le CEL a été induit, le taux de mortalité a grimpé à 29 %; les sujets dont l'alimentation était restreinte ont affiché des taux de mortalité inférieurs au cours des trois premières semaines suivant l'induction de la maladie (Foubert et coll., 2008). Martignon et collaborateurs (2010) ont restreint l'alimentation de lapins sevrés à 28 jours à 72 % de l'accès à volonté au cours des 25 jours suivant le sevrage. Ils ont observé une baisse du taux de mortalité chez les lapins soumis à la restriction des aliments comparativement aux lapins nourris à volonté. De même, Romero et collaborateurs (2010) ont étudié des lapins nouvellement sevrés ayant eu accès aux aliments soit à volonté ou soit pendant 8 h/jour au cours des deux premières semaines suivant le sevrage. Lors de l'éclosion de *Clostridium* spp. induite au cours de l'expérience, les lapins soumis à la restriction des aliments ont affiché des taux de mortalité inférieurs à ceux des sujets nourris à volonté (Romero et coll., 2010).

Les pratiques de restriction quantitative de l'alimentation ont un effet sur le comportement des lapins. À l'aide de lapins sevrés à 34 jours, Gidenne et Feugier (2009) ont graduellement restreint les aliments à 60, 70, 80 et 100 % de l'accès à volonté. Ils ont observé des changements immédiats dans les habitudes alimentaires. Les lapins nourris à volonté ont consommé la majorité de leurs aliments durant la période d'obscurité et n'ont jamais consommé plus de 10 % de leur ration au cours d'une même heure (Gidenne et coll., 2012). Les lapins soumis à la restriction de leurs aliments, nourris à 8 h, ont complètement terminé leur ration quotidienne au cours de la période d'éclairage (Gidenne et Feugier, 2009). Ceci a modifié en conséquence le rythme circadien de la coecotrophie. Alors que les lapins nourris à volonté ont éliminé la majorité de leurs coecotrophes durant la période d'obscurité, les lapins nourris à 60 % de la ration à volonté ont éliminé la majorité de leurs coecotrophes le matin et en début d'après-midi et n'ont pas produit de coecotrophes durant la nuit. On ignore quel est l'effet des changements d'habitudes alimentaires sur le bien-être des lapins.

Martínez-Paredes et collaborateurs (2012) ont étudié les effets de la restriction qualitative ou quantitative de l'ingestion d'aliments de jeunes lapines en phase d'élevage sur leur performance et leur mortalité. À l'aide de 190 jeunes lapines âgées de 9 semaines au départ, ils ont comparé l'accès à volonté à un régime témoin (11,03 MJ/kg de matière sèche d'énergie digestible [MSÉD], 114 g/kg de matière sèche de protéines digestibles [MSPD]), l'accès restreint au régime témoin (140 g/j), l'accès à volonté à un autre régime avec moins de calories et plus de fibres (8,72 MJ kg⁻¹ MSÉD; 88 g kg⁻¹ MSPD), et deux combinaisons d'accès à volonté au régime témoin et à l'autre régime. Le régime témoin et l'autre régime avaient des ratios PD:ÉD semblables (10,3 et 10,1 g/MJ, respectivement). Lors de l'insémination, les lapines nourries à volonté avec le régime témoin ont eu une énergie corporelle sensiblement plus élevée (MJ/kg) que les sujets ayant eu un accès restreint au régime témoin ou que les sujets ayant reçu l'autre régime. Les lapines nourries d'une combinaison des deux régimes ont obtenu des résultats intermédiaires. Lors de la parturition toutefois, le traitement n'a pas eu d'effet sur la masse corporelle. Les lapines nourries à volonté avec le régime témoin ont affiché une mortalité sensiblement plus élevée (34 %) entre l'âge de 9 et de 12 semaines que celles nourries avec l'autre régime (3 %) en raison du CEL, et une mortalité supérieure (14 %) à celle des sujets de tous les autres traitements (3 %) durant les trois dernières semaines de gestation.

Menchetti et collaborateurs (2015) ont étudié l'effet du moment et du degré de restriction de l'alimentation sur l'état de chair de femelles primipares. Ils ont offert à des femelles primipares soit une quantité d'aliments contrôlée durant toute la gestation (130 g/jour; l'équivalent de 1,2 fois les besoins de maintien), soit une alimentation restreinte à 90 g/jour (0,8 fois les besoins de maintien) durant les neuf premiers jours (R1), les neuf jours suivants (R2) ou les neuf derniers jours de gestation (R3). Les femelles

du groupe R1 ont perdu du poids durant la restriction de l'alimentation, mais ont eu des gains compensatoires une fois leur alimentation restaurée. Par contre, elles n'ont pas pu atteindre le poids final des femelles témoins (Menchetti et coll., 2015). Les femelles du groupe R2 ont affiché le taux de mortalité périnatale le plus faible, mais leur mortalité présevrage a été plus élevée que celle des lapines dont l'alimentation a été restreinte en milieu (27 %) ou en fin (37 %) de gestation, comparativement aux témoins (10,6 %) ou aux sujets en début de gestation (9,6 %). En fin de gestation, les femelles des groupes R1 et R2 avaient des cotes d'état de chair plus faibles que celles des témoins, et les témoins ont produit entre 23 et 32 g/jour de plus de lait que n'importe lesquelles des femelles assujetties à une alimentation restreinte.

L'ingestion volontaire d'aliments chez les lapines reproductrices actives varie beaucoup, soit de 150 à 450 g/jour selon leur situation dans le cycle de reproduction (Maertens, 2010). En plus de leurs besoins de maintien, leurs besoins en énergie sont dictés par la croissance, la gestation et la lactation. En début de gestation, les femelles répondent facilement à ces besoins (Maertens, 2010). Si leur alimentation n'est pas restreinte, elles risquent d'avoir des réserves de graisse excessives, ce qui réduit la survie embryonnaire (Manal et coll., 2010). Pourtant, les femelles en lactation ont souvent du mal à pourvoir à leurs besoins énergétiques au cours de leurs premières lactations (Xiccato et coll., 1996, 1999). Il existe peu d'études sur le bien-être des lapines à cet égard, mais les jeunes femelles primipares sont généralement soumises à une restriction de l'alimentation à 40 g/kg de poids vif entre l'âge de 11 semaines et la première mise-bas (Rommers et coll., 2001; Pascual et coll., 2013). Si leur alimentation n'est pas restreinte durant la parturition, les jeunes lapines peuvent devenir obèses, avoir une fécondité réduite (Rommers, 2004) et être plus à risque de contracter une toxémie de gestation (Flatt et coll., 1974). Manal et collaborateurs (2010) ont restreint l'alimentation de femelles primipares gravides à 1,32 fois leurs besoins de maintien au cours des 10, 15 ou 20 premiers jours de gestation et les ont comparées à des femelles nourries à volonté. Ils n'ont constaté aucun effet de la restriction sur les taux de fécondité ou de mise-bas, sur la taille totale des portées ou sur le nombre de lapereaux nés vivants. Toutefois, il y a eu moins de mort-nés dans le groupe dont l'alimentation avait été restreinte. La restriction a aussi eu des effets positifs sur le comportement maternel avant la mise-bas. Les femelles soumises à la restriction de leur alimentation ont commencé à construire et à tapisser leur nid plus tôt que les femelles nourries à volonté. Les lapereaux des femelles dont l'alimentation avait été restreinte pendant 15 et 20 jours étaient aussi plus lourds à la naissance et au sevrage (Manal et coll., 2010). Les chercheurs ont conclu que la restriction à court terme de l'alimentation a entraîné une ingestion compensatoire d'aliments en fin de gestation, qui est généralement une période de perte de poids pour les femelles, car elle correspond à la période de plus forte croissance intra-utérine.

On manque de données sur les régimes alimentaires des jeunes. Selon Maertens (2010), les mâles adultes (plus de 18 semaines) sont généralement soumis à une restriction de l'alimentation à 40 g/kg, mais les données sur l'efficacité de la restriction de l'alimentation sur les traits de reproduction sont équivoques (Alvariano, 2000), et il n'y a pas d'études de leurs effets sur le bien-être des lapins mâles.

Les pratiques de restriction de l'alimentation et d'alimentation contrôlée ont un impact positif sur la santé des lapins en réduisant les maladies entériques, mais on ignore leurs effets sur la faim et sur les aspects du comportement qui peuvent influencer le bien-être.

4.4 Mycotoxines

Les mycotoxines sont des métabolites secondaires produits par les champignons. On en trouve souvent dans les aliments pour animaux. Il existe de nombreux types de mycotoxines, et leur présence est

déterminée par les conditions d'humidité et de température dans les champs et lors de l'entreposage. De nombreuses études ont cherché à comprendre les effets toxiques des mycotoxines sur les lapins (p. ex., Mézes et Balogh, 2009) et ont abouti à des recommandations sur les seuils maximaux de mycotoxines pouvant être tolérés dans leur alimentation (EFSA, 2014). Le désoxynivalénol (DON ou vomitoxine) est la mycotoxine la plus courante dans le fourrage nord-américain. Hewitt et collaborateurs (2012) ont comparé des lapins en engraissement nourris d'un régime de maïs naturellement contaminé par les mycotoxines *Fusarium* à des lapins nourris d'un régime témoin sans mycotoxine. Le DON était le principal contaminant présent dans les aliments, à raison de 4,2 µg/g. La contamination des aliments n'a eu aucun effet sur le refus de se nourrir, mais les lapins nourris d'aliments contaminés ont affiché une consommation d'eau supérieure et des taux d'activité de la phosphatase alcaline sérique inférieurs à ceux des lapins témoins (Hewitt et coll., 2012). En l'absence d'autres différences, les auteurs ont conclu que les aliments contaminés aux mycotoxines ont eu un effet négatif sur les lapins, mais que les lapins semblent moins sensibles aux mycotoxines d'origine alimentaire que d'autres espèces d'animaux d'élevage (Hewitt et coll., 2012).

Les aflatoxines A et B et l'ochratoxine A (OTA) sont hautement tératogènes; elles entraînent des anomalies physiques et des anomalies du squelette et des organes chez les lapereaux nés de femelles exposées à ces toxines dans leur alimentation (Wangikar et coll., 2005; Wangikar et coll., 2010). Les lapereaux peuvent aussi être exposés à l'OTA par le lait maternel. Ferrufino-Guardia et collaborateurs (2000) ont trouvé des corrélations significatives entre la quantité de toxines consommées par les femelles et les concentrations de toxines dans leur lait. Les niveaux d'OTA dans les reins des lapereaux étaient deux fois supérieurs à ceux trouvés chez les femelles (Ferrufino-Guardia et coll., 2000).

Les effets de la toxine T-2, un métabolite de *Fusarium* que l'on trouve souvent dans les céréales et les produits végétaux, ont été évalués dans plusieurs études (Gentry et Cooper, 1981; Glávits et coll., 1989; Kovács et coll., 2013). Gentry et Cooper (1981) ont administré une injection intraveineuse de 0,05 mg par kilogramme de poids corporel de la toxine T-2 à des lapins adultes mâles et femelles. L'injection a causé une baisse rapide de l'hématocrite, de la leucocytémie et des niveaux de phosphatase alcaline sérique. Ils ont ensuite étudié les effets sur les lapins de cette toxine administrée par voie orale (Gentry et Cooper, 1981). À une dose orale de 2 mg par kilogramme de poids corporel, les lapins ont eu des lésions buccales, de la diarrhée, de l'anorexie, une perte de poils et un écoulement nasal. Glávits et collaborateurs (1989) ont comparé diverses concentrations de la toxine T-2 en administrant une seule dose orale de 1 à 15 mg par kilogramme de poids corporel à des lapins adultes. Les doses supérieures à 4 mg par kilogramme de poids corporel ont entraîné la mort en 24 à 48 heures. Les doses plus faibles ont causé des problèmes hépatiques et endommagé les cellules intervenant dans l'immunité à médiation humorale et cellulaire (Glávits et coll., 1989). Dans leur expérience de suivi, les chercheurs ont administré une dose orale de 2 mg par kilogramme de poids corporel et observé des signes de gastrite, d'émaciation et d'hypertrophie de la corticosurrénale (un signe aspécifique de stress systémique sévère) chez les lapins.

Pour déterminer la dose sans effet nocif observé (DSENO), Kovács et collaborateurs (2013) ont étudié les effets de l'exposition chronique à la toxine T-2 chez les lapins. Ils ont administré par gavage à des mâles de 9 mois des doses variées de la toxine T-2 au cours d'un essai de 65 jours. Ils ont observé une réduction, proportionnelle à la dose, de l'ingestion d'aliments au cours des quatre premières semaines de l'expérience, mais aucun effet de la toxine sur la morbidité ni sur la mortalité. Ils ont déterminé que la DSENO se situait entre 0,05 et 0,1 mg/lapin/jour (environ 0,01 à 0,02 mg/kg/jour). Les concentrations plus élevées ont causé une dysfonction hépatique temporaire et une lésion parenchymateuse du foie (Kovács et coll., 2013).

Les lapins sont modérément sensibles aux effets des différentes mycotoxines présentes dans leurs aliments. Toute contamination excessive est à éviter.

4.5 Consommation d'eau

Dans la nature, il est rare que les lapins boivent l'eau de sources à ciel ouvert, peut-être parce qu'ils sont des proies et qu'ils se rassemblent rarement au bord de grandes étendues d'eau (Cooke, 2014). Quand ils en ont la possibilité, ils choisissent des aliments dont la teneur en eau est supérieure à 55 %, ce qui leur permet de répondre à leurs besoins en eau par leur alimentation (Cooke, 2014). Cependant, les régimes en granulés standard ont une teneur élevée en matière sèche; les lapins en croissance doivent donc consommer environ 1,6 à 1,8 fois plus d'eau que d'aliments, et les sujets adultes et les lapines reproductrices doivent consommer deux fois plus d'eau que d'aliments (Gidenne et coll., 2010). Cizek (1961) a étudié la consommation d'eau de 146 lapins et produit des données sur plusieurs races de lapins (hollandais, angora anglais, rex, chinchilla, géant des Flandres, himalayen, néo-zélandais blanc et polonais). En général, la consommation d'aliments et d'eau des lapins a diminué avec l'âge, mais la relation entre l'ingestion d'aliments et la consommation d'eau change également selon la race (Cizek, 1961). Les jeunes mâles néo-zélandais blancs (2,3 kg) ont consommé 104 ml/kg d'eau par jour, tandis que les femelles (2,5 kg) ont consommé 99,5 ml/kg d'eau par jour. Les lapins des deux sexes ont mangé environ 37 g/kg d'aliments en granulés par jour (Cizek, 1961).

S'ils n'ont pas accès à volonté à de l'eau potable ou à des aliments à forte teneur en eau, les lapins limitent leur ingestion d'aliments (Boisot et coll., 2004; Tschudin et coll., 2011b; Bovera et coll., 2013) et ont un débit urinaire réduit. La teneur en matière sèche dans leur urine et leurs excréments se retrouve plus élevée (Tschudin et coll., 2011a). Bovera et collaborateurs (2013) ont aussi observé des niveaux de cholestérol sérique plus élevés chez des lapins dont on avait restreint la consommation d'eau. Ces constatations confirment que la restriction de l'eau est associée à des problèmes de bien-être.

Il y a peu d'études sur la consommation d'eau des lapins de chair commerciaux, et aucune donnée sur les préférences pour les types d'abreuvoirs. On peut cependant consulter des études sur les lapins de compagnie. Tschudin et collègues (2011a) ont étudié la préférence de lapins de compagnie pour les abreuvoirs à bille ou les coupelles ouvertes montées à différentes hauteurs. Tous les lapins ont préféré boire aux coupelles ouvertes et ont bu plus rapidement à ces coupelles qu'aux abreuvoirs à bille (Tschudin et coll., 2011a). Quand ils avaient accès à volonté à l'eau et qu'ils étaient nourris d'un régime de persil frais, des lapins nains adultes ont consommé 106 ml d'eau par jour aux abreuvoirs en 30 épisodes par jour. Les lapins n'ont affiché aucune préférence pour la hauteur des abreuvoirs à pipettes, mais les différences individuelles étaient importantes (Tschudin et coll., 2011a). Bien que les lapins préfèrent les coupelles ouvertes posées sur le sol (Tschudin et coll., 2011a), celles-ci deviennent vite contaminées (Tschudin et coll., 2011b), ce qui pourrait augmenter la propagation des agents pathogènes.

L'eau est nécessaire à la survie. Pour leur bien-être, les lapins doivent avoir un accès illimité à une eau potable propre.

4.6 Questions non abordées dans la littérature actuelle

1. Effets indésirables possibles des pratiques de restriction de l'alimentation et de contrôle des aliments sur la faim et le comportement.
2. Effets des pratiques d'alimentation sur le bien-être des mâles.
3. Effet de la longueur des fibres sur la santé du tube digestif.

4.7 Notes bibliographiques

- Bennegadi, N., T. Gidenne et D. Licois (2001). « Impact of fibre deficiency and sanitary status on non-specific enteropathy of the growing rabbit », *Animal Research*, vol. 50, n° 5, p. 201-413.
- Bergman, M., G.R. Iason et A.J. Hester (2005). « Feeding patterns by roe deer and rabbits on pine, willow and birch in relation to spatial arrangement », *Oikos*, vol. 109, n° 3, p. 513-520.
- Berthelsen, H., et L.T. Hansen (1999). « The effect of hay on the behaviour of caged rabbits (*Oryctolagus Cuniculus*) », *Animal Welfare*, vol. 8, n° 2, p. 149-157.
- Boisot, P., J. Duperray, X. Dugenetais et A. Guyonvarch (2004). « Interest of hydric restriction times of 2 and 3 hours per day to induce feed restriction in growing rabbits », *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress*, 7-10 septembre 2004, Puebla, Mexique, p. 759-764. World Rabbit Science Association (WRSA).
- Bovera, F., A. Lestingi, G. Piccolo, F. Iannaccone, Y.A. Attia et A. Tateo. (2013). « Effects of water restriction on growth performance, feed nutrient digestibility, carcass and meat traits of rabbits », *Animal*, vol. 17, p. 14-45.
- Champe, K.A., et D.V. Maurice (1983). « Response of early weaned rabbits to source and level of dietary fiber », *Journal of Animal Science*, vol. 56, n° 5, p. 1105-1114.
- Cizek, L.J. (1961). « Relationship between food and water ingestion in the rabbit », *American Journal of Physiology – Legacy Content*, vol. 201, n° 3, p. 557-566.
- Cooke, B.D. (2014). « Daily food intake of free-ranging wild rabbits in semiarid South Australia », *Wildlife Research*, vol. 41, n° 2, p. 141-148.
- Dalle Zotte, A., C. Celia et Z. Szendrő (2016). « Herbs and spices inclusion as feedstuff or additive in growing rabbit diets and as additive in rabbit meat: a review », *Livestock Science*, vol. 189, p. 82-90.
- de Blas, C., et G.G. Mateos (2010). « Feed Formulation », dans C. de Blas et J. Wiseman (éd.), *Nutrition of the Rabbit*, 2^e édition, p. 222.
- de Blas, J.C., E. Pérez, M.J. Fraga, J.M. Rodríguez et J.F. Gálvez. (1981). « Effect of diet on feed intake and growth of rabbits from weaning to slaughter at different ages and weights », *Journal of Animal Science*, vol. 52, n° 6, p. 1225-1232.
- EFSA CONTAM Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain) (2014). « Scientific opinion on the risks for human and animal health related to the presence of modified forms of certain mycotoxins in food and feed », *EFSA Journal*, vol. 12, n° 12, p. 3916 (107 p.). DOI : 10.2903/j.efsa.2014.3916.
- Fernández-Carmona, J., C. Cervera et E. Blas (1996). « Prediction of the energy value of rabbit feeds varying widely in fibre content », *Animal Feed Science and Technology*, vol. 64, n° 1, p. 61-75.
- Ferrufino-Guardia, E.V., E.K. Tangni, Y. Larondelle et S. Ponchaut. (2000). « Transfer of ochratoxin A during lactation: exposure of suckling via the milk of rabbit does fed a naturally-contaminated feed », *Food Additives & Contaminants*, vol. 17, n° 2, p. 167-175.
- Feugier, A., M.N. Smit, L. Fortun-Lamothe et T. Gidenne. (2006). « Fibre and protein requirements of early weaned rabbits and the interaction with weaning age: effects on digestive health and growth performance », *Animal Science*, vol. 82, n° 4, p. 493.

Foubert, C., J. Duperray, P. Boisot, A. Guyonvarch, G. Xicato, A. Trocino et S.D. Lukefahr. (2008). « Effect of feed restriction with or without free access to drinking water on performance of growing rabbits in healthy or epizootic rabbit enteropathy conditions », *Proceedings of the 9th World Rabbit Congress*, 10-13 juin 2008, Vérone, Italie, p. 667-671. World Rabbit Science Association.

Gentry, P.A., et M.L. Cooper (1981). « Effect of fusarium T-2 toxin on hematological and biochemical parameters in the rabbit », *Canadian Journal of Comparative Medicine*, vol. 45, n° 4, p. 400.

Gidenne, T. (2003). « Fibres in rabbit feeding for digestive troubles prevention: respective role of low-digested and digestible fibre », *Livestock Production Science*, vol. 81, n° 2, p. 105-117.

Gidenne, T., S. Combes et L. Fortun-Lamothe (2012). « Feed intake limitation strategies for the growing rabbit: effect on feeding behaviour, welfare, performance, digestive physiology and health: a review », *Animal*, vol. 6, n° 9 p. 1407-1419.

Gidenne, T., et A. Feugier (2009). « Feed restriction strategy in the growing rabbit. 1. Impact on digestion, rate of passage and microbial activity », *Animal*, vol. 3, n° 4, p. 501-508.

Gidenne, T., N. Jehl, M. Segura et B. Michalet-Doreau. (2002). « Microbial activity in the caecum of the rabbit around weaning: impact of a dietary fibre deficiency and of intake level », *Animal Feed Science and Technology*, vol. 99, n° 1, p. 107-118.

Gidenne, T., et F. Lebas (1987). « Estimation quantitative de la cæcotrophie chez le lapin en croissance : variations en fonction de l'âge », *Annales de zootechnie*, vol. 36, p. 225-336.

Gidenne, T., F. Lebas et L. Fortun-Lamothe (2010). « Feeding behaviour of rabbits », dans C. de Blas et J. Wiseman (éd.), *Nutrition of the Rabbit*, 2^e édition, p. 233.

Gidenne, T., V. Pinheiro et L. Falcão e Cunha (2000). « A comprehensive approach of the rabbit digestion: consequences of a reduction in dietary fibre supply », *Livestock Production Science*, vol. 64, n° 2, p. 225-237.

Glávits, R., A. Vanyi, S. Fekete et J. Tamas. (1989). « Acute toxicological experiment of T-2 toxin in rabbits », *Acta Veterinaria Hungarica*, vol. 37, n° 1-2, p. 75-79.

Harris, L.D., L.B. Custer, E.T. Soranaka, J.R. Burge, et G.R. Ruble. (2001). « Evaluation of objects and food for environmental enrichment of NZW Rabbits », *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, vol. 40, n° 1, p. 27-30.

Hewitt, M. A., G.N. Girgis, M. Brash et T.K. Smith. (2012). « Effects of feed-borne mycotoxins on performance, serum chemistry, and intestinal histology of New Zealand White fryer rabbits », *Journal of Animal Science*, vol. 90, n° 13, p. 4833-4838.

Hoy, St., et D. Seltzer (2010). « Frequency and time of nursing in wild and domestic rabbits housed outdoors in free range », *World Rabbit Science*, vol. 10, n° 2, p. 77-84.

Kovács, M., G. Tornyos, Z. Matics, M. Mézes, K. Balogh, V. Rajli, Z. Bloch-Bodnár, M. Rusvai, M. Máandoki et S. Cseh S. (2013). « Effect of chronic T-2 toxin exposure in rabbit bucks, determination of the No Observed Adverse Effect Level (NOAEL) », *Animal Reproduction Science*, vol. 137, n° 3, p. 245-252.

Krohn, T.C., J. Ritskes-Hoitinga et P. Svendsen (1999). « The effects of feeding and housing on the behaviour of the laboratory rabbit », *Laboratory Animals*, vol. 33, n° 2, p. 101-107.

Leslie, T.K., L. Dalton et C.J.C. Phillips (2004). « Preference of domestic rabbits for grass or coarse mix feeds », *Animal Welfare*, vol. 13, n° 1, p. 57-62.

- Lidfors, L. (1997). « Behavioural effects of environmental enrichment for individually caged rabbits », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 52, n° 1, p. 157-169.
- Liu, H., D. Zhou, J. Tong et V. Vaddella. (2012). « Influence of chestnut tannins on welfare, carcass characteristics, meat quality and lipid oxidation in rabbits under high ambient temperature », *Meat Science*, vol. 90, n° 1, p. 164-169.
- Maertens, L. (2010). « Feeding systems for intensive production », dans C. de Blas et J. Wiseman (éd.), *Nutrition of the Rabbit*, 2^e édition, p. 253.
- Maertens, L., et M. Štruklec (2006). « Technical note: preliminary results with a tannin extract on the performance and mortality of growing rabbits in an enteropathy infected environment », *World Rabbit Science*, vol. 14, n° 3, p. 189-192.
- Manal, A.F., M.A. Tony et O.H. Ezzo (2010). « Feed restriction of pregnant nulliparous rabbit does: consequences on reproductive performance and maternal behaviour », *Animal Reproduction Science*, vol. 120, n° 1, p. 179-186.
- Martignon, M.H., S. Combes et T. Gidenne (2010). « Digestive physiology and hindgut bacterial community of the young rabbit (*Oryctolagus cuniculus*): Effect of age and short-term intake limitation », *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, vol. 156, n° 1, p. 156-162.
- Martínez-Paredes, E., L. Ródenas, B. Martínez-Vallespín, C. Cervera, E. Blas, G. Brecchia, C. Boiti et J.J. Pascual. (2012). « Effects of feeding programme on the performance and energy balance of nulliparous rabbit does », *Animal*, vol. 6, n° 7, p. 1086-1095.
- Menchetti, L., G. Brecchia, R. Cardinali, A. Polisca et C. Boiti. (2015). « Food restriction during pregnancy: effects on body condition and productive performance of primiparous rabbit does », *World Rabbit Science*, vol. 23, n° 1, p. 1-8.
- Mézes, M., et K. Balogh (2010). « Mycotoxins in rabbit feed: a review », *World Rabbit Science*, vol. 17, n° 2, p. 53-62.
- Mueller-Harvey, I. (2006). « Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health », *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 86, n° 13, p. 2010-2037.
- National Research Council (1977). *Nutrient Requirements of Rabbits*, 2^e édition révisée, Washington, D.C., National Academy of Sciences.
- Pascual, J.J., D. Savietto, C. Cervera et M. Baselga. (2013). « Resources allocation in reproductive rabbit does: a review of feeding and genetic strategies for suitable performance », *World Rabbit Science*, vol. 21, p. 123-144.
- Prebble, J.L., F. M. Langford, D.J. Shaw et A.L. Meredith. (2015). « The effect of four different feeding regimes on rabbit behaviour », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 169, p. 86-92.
- Prud'hon, M., M. Chérubin, J. Goussopoulos et Y. Carles. (1975). « Évolution, au cours de la croissance, des caractéristiques de la consommation d'aliments solide et liquide du lapin domestique nourri *ad libitum* », *Annales de zootechnie*, vol. 24, p. 289-298.
- Romero, C., S. Cuesta, J.R. Astillero, N. Nicodemus et C. de Blas. (2010). « Effect of early feed restriction on performance and health status in growing rabbits slaughtered at 2 kg live-weight », *World Rabbit Science*, vol. 18, no 4, p. 211-218.

- Rommers, J.M. (2004). « Breeding of young female does », *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress*, Puebla, Mexique, p. 1518-1531.
- Rommers, J.M., R. Meijerhof, J.P.T.M. Noordhuizen et B. Kemp. (2010). « Effect of different feeding levels during rearing and age at first insemination on body development, body composition, and puberty characteristics of rabbit does », *World Rabbit Science*, vol. 9, n° 3, p. 101-108.
- Somers, N., B. D'Haese, B. Bossuyt, L. Lens et M. Hoffmann. (2008). « Food quality affects diet preference of rabbits: experimental evidence », *Belgian Journal of Zoology*, vol. 138, n° 2, p. 170-176.
- Tschudin, A., M. Clauss, D. Codron et J.M. Hatt. (2011a). « Preference of rabbits for drinking from open dishes versus nipple drinkers », *The Veterinary Record*, vol. 168, n° 7, p. 190.
- Tschudin, A., M. Clauss, D. Codron, A. Liesegang et J.M. Hatt. (2011b). « Water intake in domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) from open dishes and nipple drinkers under different water and feeding regimes », *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, vol. 95, n° 4, p. 499-511.
- Wangikar, P.B., P. Dwivedi, N. Sinha, A.K. Sharma et A.G. Telang. (2005). « Effects of aflatoxin B1 on embryo fetal development in rabbits », *Food and Chemical Toxicology*, vol. 43, n° 4, p. 607-615.
- Wangikar, P.B., P. Dwivedi et N. Sinha (2010). « Teratogenic effects of ochratoxin A in rabbits », *World Rabbit Science*, vol. 12, n° 3, p. 159-171.
- Xiccato, G. (1996). « Nutrition of lactating does », *Proceedings of the 6th World Rabbit Congress*, Toulouse, France, p. 29-47.
- Xiccato, G., M. Bernardini, C. Castellini, A. Dalle Zotte, P.I. Queaque et A. Trocino. (1999). « Effect of postweaning feeding on the performance and energy balance of female rabbits at different physiological states », *Journal of Animal Science*, vol. 77, n° 2, p. 416-426.
- Zarrow, M.X., V.H. Denenberg, et C.O. Anderson (1965). « Rabbit: frequency of suckling in the pup », *Science*, vol. 150, n° 3705, p. 1835-1836.

5. Avant le transport

Conclusions

1. Un plancher en grillage peut contribuer à la propreté des étages supérieurs des camions, mais accroître les salissures aux étages inférieurs, ce qui peut diminuer le bien-être.

La plupart des lapins sont transportés au moins une fois dans leur vie, et pourtant le transport entre les élevages et les abattoirs demeure un important facteur de risque pour le bien-être des lapins au Canada. Les lapins ne sont pas mentionnés dans l'actuel Code de pratiques pour le transport (Conseil de recherches agro-alimentaires du Canada, 2001), et le secteur cunicole n'a pas de conseil national pouvant offrir des directives. Bien que la période du transport, y compris le séjour dans des installations d'attente, ne soit pas visée par le présent examen, celle qui précède le transport (qui peut inclure le retrait des aliments et de l'eau, la manipulation, et le placement dans des caisses ou des contenants) comporte de nombreux aspects névralgiques pouvant donner lieu à des signes comportementaux et physiologiques de carences en matière de bien-être, ainsi qu'à des états affectifs négatifs.

5.1 Retrait des aliments et de l'eau

Au Canada, les périodes d'attente avant le départ de la ferme peuvent durer plus de 24 heures, et les périodes d'attente à l'abattoir dépassent parfois 48 heures. Pendant ce temps, les lapins ne sont généralement ni nourris, ni abreuvés. Selon la loi canadienne (*Règlement sur la santé des animaux*, 2015), les lapins, étant une espèce monogastrique, ne peuvent être enfermés plus de 36 heures sans être nourris et abreuvés. Une étude indique que les lapins pourraient être plus résistants à la soif et à la faim que d'autres espèces monogastriques non ruminantes en raison de leur capacité de produire et de consommer des excréments coecaux (coecotrophie; Jolley, 1990). Cependant, la production de ces coecotrophes suit un rythme circadien (Jilge, 1982) facilement perturbé en situation de stress (Mugnai et coll., 2009). En conséquence, le retrait des aliments et de l'eau avant le transport est considéré comme l'un des principaux facteurs de risque ayant un impact sur le bien-être (Cavani et coll., 2006; EFSA, 2011).

Dans l'une des seules études portant sur le retrait des aliments et de l'eau indépendamment du transport, Purdue (1984) a étudié les effets du retrait des aliments et de l'eau pendant des périodes pouvant aller jusqu'à 36 heures sur la perte de poids de lapins de 2,2 kg. Après un jeûne d'aliments et d'eau de 6 heures, les lapins avaient perdu 2,7 % de leur poids. Au bout de 12 heures, les sujets sans accès aux aliments avaient perdu 4,9 % de leurs poids, et les sujets sans accès aux aliments ni à l'eau avaient perdu 7,1 % de leur poids. La perte de poids atteignait un niveau maximal au bout de 24 heures sans accès aux aliments ni à l'eau (perte de 13,9 %). Purdue a également observé la présence de poils dans le contenu de l'estomac des sujets transportés et soumis au jeûne. Bien qu'aucun comportement de léchage de la fourrure n'ait été observé, l'accumulation de poils pourrait s'expliquer par le fait que les lapins boivent des gouttelettes d'eau sur leur propre fourrure ou sur celles de leurs congénères, par un comportement de toilette normal ou par une réponse comportementale au stress.

La durée respective du transport et du séjour dans des installations d'attente peut être une mesure indirecte du retrait des aliments et de l'eau, car les lapins ne sont généralement ni nourris, ni abreuvés dans les camions et les installations d'attente. La durée du séjour dans des installations d'attente, bien qu'elle ne soit pas uniquement une variable prédictive de la durée du retrait des aliments et de l'eau (il peut y avoir une période de jeûne à la ferme avant le transport), peut fournir des informations sur les réactions des lapins soumis au retrait prolongé des aliments et de l'eau. Dans une étude portant sur les

durées de séjour dans les installations d'attente, María et collaborateurs (2005) ont transporté des lapins pendant 3 heures, les ont fait attendre soit 2 ou soit 6 heures à l'abattoir, puis ont mesuré leurs réponses physiologiques aux traitements. Ils ont observé des niveaux accrus de corticostérone et de lactate chez les lapins mis en attente pendant 2 heures. De même, Liste et coll. (2009) ont transporté des lapins pendant 3 heures et les ont fait attendre soit 2 ou soit 8 heures avant l'abattage. En évaluant les indicateurs physiologiques du stress, ils ont constaté que les lapins ayant attendu plus longtemps (et donc jeûné plus longtemps) présentaient des concentrations significativement plus basses en corticostérone, en glucose et en lactate, et moins d'hématomes, que les sujets laissés moins longtemps dans les installations d'attente. Bien qu'il soit impossible de démêler l'effet du transport et de la manipulation et que les auteurs n'aient pas indiqué la durée du jeûne avant le transport, le séjour plus long dans les installations d'attente (et, vraisemblablement, la plus longue durée de jeûne) n'a pas eu d'impact négatif sur les indicateurs physiologiques du stress dans cette étude.

Par contre, Petracci et collaborateurs (2008) ont pu associer des effets néfastes aux périodes de transport et d'attente prolongées. Ils ont étudié 831 troupeaux de lapins en engraissement transportés à l'abattoir. On a fait jeûner les lapins pendant environ 5 heures avant leur chargement. Les taux de mortalité ont significativement augmenté avec l'augmentation de la durée du trajet et de celle du séjour dans les installations d'attente. Les trajets de plus de 320 minutes présentaient un taux de mortalité plus de deux fois supérieur à celui des trajets de moins de 220 minutes, ainsi qu'une plus grande perte de poids vif et davantage d'ecchymoses que lors des trajets de moyenne et de courte durée. Les taux de mortalité augmentaient graduellement avec la durée du séjour dans les installations d'attente, les taux de mortalité les plus élevés étant associés aux durées d'attente de plus de 4 heures.

5.2 Contenants

Les dimensions et la hauteur du contenant (ci-après dénommé « cage de transport ») sont considérés comme étant parmi les principaux facteurs de risque pour le bien-être animal durant le transport (EFSA, 2011). Le format des cages de transport d'expédition varie beaucoup, mais le format type (européen) des cages de transport est de 100-110 x 50-60 x 22-30 cm (longueur × largeur × hauteur; superficie = 5 000-6 600 cm²; Verga et coll., 2009; Petracci et coll., 2010). La plupart des lapins sont transportés dans des cages de transport en plastique (Cavani et coll., 2006). Au Canada et aux États-Unis, les producteurs utilisent souvent des cages de transport en plastique servant normalement au transport des poulets, lesquelles mesurent environ 87,6 x 58,4 x 27,9 cm (superficie = 5 116 cm²). En Espagne, Buil et coll. (2004) ont sondé plus de 100 élevages, abattoirs et entreprises de transport routier au sujet de leurs pratiques de transport. Tous les élevages utilisaient un système de cages de transport dont la superficie moyenne était de 4 300 cm² (intervalle de 1 430 à 10 000 cm² par caisse). Les chercheurs ont constaté que la densité moyenne des cages de transport était de 353,7 cm²/lapin, l'intervalle étant de 179 à 667 cm²/lapin, et que la hauteur moyenne des cages de transport était de 30,7 cm. Dans ce sondage, la plupart des camions n'avaient pas de mécanismes de réglage des conditions ambiantes, et la litière était rarement utilisée.

Il n'y a pas de données scientifiques portant sur les différents modèles de cages de transport des lapins et de leurs impacts sur le bien-être des animaux. L'Union européenne a cependant formulé des recommandations en ce qui a trait à la conception et au placement des cages de transport (EFSA, 2011), et la loi allemande prescrit la hauteur des cages de transport (Luzi et coll., 2006). Selon l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA), les cages de transport devraient permettre une « ventilation adéquate » durant le transport pour que la température se situe entre 5 et 20 °C et, lorsqu'elles sont posées sur d'autres cages de transport durant le transport, elles devraient empêcher l'urine et les excréments de

tomber dans les cages de transport du dessous. La loi allemande prescrit une hauteur minimale de 15 cm pour les cages transportant des lapins de 1 kg et moins, de 20 cm pour les lapins entre 1 et 3 kg, et de 25 cm pour les lapins de plus de 3 kg (Luzi et coll., 2006). Toutefois, les conditions de transport en Allemagne sont très différentes de celles du Canada : les lapins en engraissement y sont transportés pendant moins de 4 heures et restent moins de 8 heures dans les cages de transport (Luzi et coll., 2006).

5.3 Densité de chargement

Dans une étude utilisant des sujets mâles et femelles en fin de cycle de production, Lambertini et collaborateurs (2006) ont transporté des lapins à des densités de logement élevées (75,5 kg/m²; 15 lapins/cage; 340 cm²/lapin) ou faibles (49 kg/m²; 10 lapins/cage; 510 cm²/lapin) pendant 1, 2 ou 4 heures. L'étude portait principalement sur des paramètres de qualité de la chair, mais les chercheurs n'ont observé aucun effet de la densité de chargement sur la perte de poids durant le transport, et aucune interaction entre la durée du trajet et la densité de chargement. Toutefois, leur densité « élevée » était proche de la densité jugée normale dans l'industrie européenne, et les pertes de poids vif de 3,3 % qu'ils ont observées, même avec « la longue durée de transport et la densité élevée », concordaient avec les résultats des travaux antérieurs (de la Fuente et coll., 2007; Mazzone et coll., 2010).

de La Fuente et collaborateurs (2004) ont évalué les réponses physiologiques de lapins transportés de deux densités de logement différentes (53,6 et 37 kg/m²) et de deux saisons différentes (hiver et été). Bien qu'ils aient constaté des concentrations sensiblement plus élevées en cortisol, en lactate, en glucose et ainsi qu'une augmentation de l'activité de la lactico-déshydrogénase l'été par rapport à l'hiver, la densité de chargement n'a eu aucun effet sur les paramètres mesurés. Cela pourrait s'expliquer par les différences trop petites entre les densités de logement, par un effet dominant de la saison, ou par le fait que la densité de chargement n'a pas d'impact significatif sur le bien-être mesuré selon le fonctionnement biologique.

5.4 Questions non abordées dans la littérature actuelle

1. Les réponses comportementales des lapins au retrait des aliments et de l'eau sur des périodes prolongées.
2. Les réponses liées au bien-être déclenchées par le transport dans différents contenants.
3. Les réponses liées au bien-être déclenchées par les longues durées d'attente et de transport (plus de 8 heures), qui sont courantes au Canada.

5.5 Notes bibliographiques

Buil, T., G.A. María, M. Villarroel, G. Liste et M. Lopez. (2004). « Critical points in the transport of commercial rabbits to slaughter in Spain that could compromise animals' welfare », *World Rabbit Science*, vol. 12, p. 269-279.

Cavani, C., M. Bianchi et M. Petracci (2007). « Relationship between transport and animal welfare in avian and rabbit species », *Rapporti Istisan*, vol. 40, p. 35.

de la Fuente, J., M.I. Salazar, M. Ibáñez et E. González de Chavarri. (2004). « Effects of season and stocking density during transport on live weight and biochemical measurements of stress, dehydration and injury of rabbits at time of slaughter », *Animal Science*, vol. 78, n° 2, 285-292.

de la Fuente, J., M.T. Díaz, M. Ibáñez et E. González de Chavarri. (2007). « Physiological response of rabbits to heat, cold, noise and mixing in the context of transport », *Animal Welfare*, vol. 16, n° 1, 41-47.

EFSA (Autorité européenne de sécurité des aliments) (2011). « Panel on Animal Health and Welfare (AHAW): Scientific Opinion concerning the welfare of animals during transport », *The EFSA Journal*, vol. 9, n° 1, p. 1966 [125 p.].

Jilge, B. (1982). « Monophasic and diphasic patterns of the circadian caecotrophy rhythm of rabbits », *Laboratory Animals*, vol. 16, n° 1, p. 1-6.

Jolley, P.D. (1990). « Rabbit transport and its effects on meat quality », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 28, n° 1-2, p. 119-134.

Lambertini, L., G. Vignola, A. Badiani, G. Zaghini et A. Formigoni. (2006). « The effect of journey time and stocking density during transport on carcass and meat quality in rabbits », *Meat Science*, vol. 72, n° 4, 641-646.

Liste, G., M. Villarroel, G. Chacón, C. Sañudo, J.L. Olleta, S. García-Belenguer, S. Alierta et G.A. María. (2009). « Effect of lairage duration on rabbit welfare and meat quality », *Meat Science*, vol. 82, n° 1, p. 71-76.

Luzi, F., S. Hoy et M. Verga (2006). « Animal protection in housing and transport » dans L. Maertens et P. Coudert (éd.), *Recent Advances in Rabbit Sciences*, Melle, Belgique, ILVO.

María, G., G. Chacón, G. Liste, T. Buil, S. García-Belenguer, M. Villarroel et S. Alierta. (2005). « Effect of lairage duration on physiological parameters of commercial rabbits » dans *XI Jornadas sobre Producción Animal*, Zaragoza, Espagne, 11-12 mai 2005, vol. I et II, p. 336-338. Gobierno de Aragón, Servicio de Investigación Agroalimentaria.

Mazzone, G., G. Vignola, M. Giammarco, A.C. Manetta et L. Lambertini. (2010). « Effects of loading methods on rabbit welfare and meat quality », *Meat Science*, vol. 85, n° 1, p. 33-39.

Mugnai, C., A. Dal Bosco et C. Castellini (2009). « Effect of different rearing systems and pre-kindling handling on behaviour and performance of rabbit does », *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 118, n° 1, p. 91-100.

Petracci, M., et coll. (2010). « Preslaughter risk factors associated with mortality and bruising in rabbits », *World Rabbit Science*, vol. 18, n° 4, p. 219-228.

Petracci, M., M. Bianchi, G. Biguzzi et C. Cavani. (2008). « A critical appraisal of rabbit preslaughter conditions in a commercial production chain », *Proceedings of the 9th World Rabbit Congress*, Vérone, Italie, 10-13 juin 2008, p. 1411-1416. World Rabbit Science Association.

Purdue, D. (1984). *The Effect of Transport and Fasting on Physiological Indices of Stress and Subsequent Meat Quality of the Rabbit*, mémoire de maîtrise, Université de Bristol.

Règlement sur la santé des animaux, C.R.C., ch. 296. Règlement à jour 21 juillet 2015. Dernière modification le 1^{er} juillet 2015. Sur Internet : <http://laws-lois.justice.gc.ca>.

Verga, M., F. Luzi, M. Petracci et C. Cavani. (2009). « Welfare aspects in rabbit rearing and transport », *Italian Journal of Animal Science*, vol. 8, suppl. 1, p. 191-204.

6. Euthanasie à la ferme

Conclusions

1. **Lorsqu'un pistolet perceur est utilisé, il est essentiel de le positionner correctement sur la tête de l'animal.**
2. **Le traumatisme contondant est associé à des taux d'échec élevés lorsqu'il s'agit de causer une insensibilité immédiate.**

Chaque année, environ 600 000 lapins sont transformés en viande dans les abattoirs canadiens. Avec des pertes avant commercialisation estimées entre 20 % et 30 % (Kylie et coll., 2016), il y a chaque année à peu près 200 000 lapins qui meurent ou sont réformés dans les élevages cynicoles commerciaux. En Ontario, la plupart des producteurs utilisent le traumatisme contondant comme méthode d'euthanasie (Walsh et coll., 2016b). Or, environ 50 % des cyniculteurs canadiens n'ont pas de plan à jour pour l'euthanasie à la ferme (Walsh et coll., 2016b). Il y a donc un besoin pressant pour de la recherche sur les méthodes non cruelles d'euthanasie à la ferme.

L'euthanasie est définie comme étant « le processus consistant à mettre fin à la vie d'un animal d'une manière qui minimise ou élimine la douleur et la détresse » (AVMA, 2013). L'Association canadienne des médecins vétérinaires (ACMV; 2014) stipule que les animaux « doivent perdre connaissance de manière irréversible le plus rapidement possible et avec le moins de douleur, de peur et d'anxiété possible ». Les animaux peuvent être abattus par l'un des trois moyens suivants : par l'hypoxie directe ou indirecte du cerveau et des tissus connexes, par la dépression des messages nerveux nécessaires à la vie, ou en infligeant des dommages physiques au cerveau interférant avec son activité ou celle des voies neuronales vitales (AVMA, 2013). L'hypoxie survient lorsque les niveaux d'oxygène (O₂) sont inférieurs à la normale. Cela peut se produire par l'exposition à des gaz comme le dioxyde de carbone (CO₂) ou l'azote (N₂). Cependant, l'hypoxie peut aussi survenir indirectement par l'asphyxie et par toute méthode qui interfère directement avec la respiration. La dépression des neurones corticaux nécessaires à la vie peut se faire par des méthodes chimiques, gazeuses ou physiques, mais les dommages physiques à l'activité cérébrale ne sont causés que par les traumatismes directs à la tête.

Chez les lapins, on peut évaluer la perte de conscience par l'analyse des réflexes du tronc cérébral et de la moelle épinière, dont les réflexes photomoteur et cornéen, le réflexe de redressement, les spasmes tonique ou clonique, la réaction aux stimuli douloureux, la respiration rythmique et les ondes d'EEG (Szczydry, 2013; Walsh et coll., 2016a). La mort devrait être confirmée par l'arrêt des battements cardiaque et de la respiration.

6.1 Méthodes chimiques d'euthanasie

Les méthodes chimiques d'euthanasie impliquent l'injection intraveineuse de certains médicaments. Le Conseil canadien de protection des animaux (CCPA; 2010), l'American Veterinary Medical Association (AVMA; 2013) et l'ACMV (2014) considèrent l'injection intraveineuse de barbituriques comme étant la seule méthode inconditionnellement acceptable pour euthanasier des lapins. Les barbituriques, comme le pentobarbital sodique, sont souvent considérés comme étant la méthode de mise à mort la moins cruelle pour les animaux, mais ce sont des substances contrôlées qui ne peuvent actuellement être administrées que par un médecin vétérinaire autorisé, ce qui en limite l'utilisation systématique pour l'euthanasie à la ferme.

6.2 Méthodes d'euthanasie par gaz

Des études se sont penchées sur l'efficacité potentielle et la qualité de l'euthanasie conférée par des anesthésiques par inhalation (Hayward et Lisson, 1978; Flecknell et coll., 1999; Llonch et coll., 2012; Dalmau et coll., 2016). Flecknell et collègues ont évalué l'induction de l'anesthésie par le sévoflurane et l'isoflurane. L'administration de ces deux gaz, à raison de 4 L/min (jusqu'à 5 % d'isoflurane dans 100 % d'O₂ ou 8 % de sévoflurane dans 100 % d'O₂), a immédiatement induit une tachypnée (accélération du rythme respiratoire), suivie d'une apnée (interruption de la respiration) pouvant se prolonger pendant 180 secondes, accompagnées de tentatives de fuite de la chambre (Flecknell et coll., 1999).

Hayward et Lisson (1978) ont évalué deux concentrations de CO₂ selon la perte de conscience occasionnée. À 30 % de CO₂, peu d'animaux ont perdu conscience, tandis qu'à 40 % de CO₂, les lapins ont perdu conscience en 4 à 10 minutes. Bien qu'ils n'aient pas cherché à déterminer le caractère aversif du CO₂ chez les lapins, Hayward et Lisson (1978) ont observé des différences entre les réactions de lapins sauvages et domestiques à ce gaz, à savoir que les lapins sauvages ont survécu plus longtemps que les lapins domestiques (Hayward et Lisson, 1978). Dalmau et collègues (2016) ont étudié l'aversion de lapins à différentes concentrations élevées de CO₂ (70 %, 80 %, 90 % ou 98 %, dans l'air). À toutes ces concentrations, les lapins ont présenté une gêne nasale et des vocalisations lorsqu'ils ont été exposés au CO₂. Plus d'animaux ont présenté une gêne nasale et des spasmes musculaires à 90 % qu'à 70 % de CO₂, mais la perte de posture est survenue plus rapidement à 90 % et 98 % qu'à 70 % et 80 % de CO₂. Les comportements indicateurs d'aversion ont duré environ 15 secondes avant la perte de posture et de conscience (Dalmau et coll., 2016). Dans une étude semblable, Llonch et collègues (2012) ont étudié l'aversion de lapins à 90 % de CO₂ et à 80 % de N₂ avec 20 % de CO₂. Ils ont observé un pourcentage supérieur d'animaux en détresse respiratoire à 90 % de CO₂ qu'avec le mélange N₂/CO₂ (97 % contre 42 %), et un temps de réaction plus long avant la perte de posture à 90 % de CO₂ (28,2 secondes) qu'avec le mélange N₂/CO₂ (24,2 secondes). Dans les lignes directrices les plus récentes du CCPA (2010), l'exposition au CO₂ est considérée comme une méthode d'euthanasie acceptable à certaines conditions mais le CCPA et l'AMVA (2013) stipulent que la chambre à gaz doit être remplie progressivement.

6.3 Méthodes physiques d'euthanasie

Les méthodes physiques d'euthanasie, dont l'usage de pistolets percuteurs à tige pénétrante ou non pénétrante, la dislocation cervicale avec ou sans aide, le traumatisme contondant et la décapitation, causent des dommages importants et directs au cerveau, entraînant une dépression du système nerveux central. Les pistolets percuteurs sont inclus parmi les méthodes d'euthanasie jugées acceptables pour toutes les espèces animales dans les lignes directrices du CCPA (2010) et de l'AVMA (2013) à condition que le dispositif soit correctement positionné, nettoyé et entretenu. Peu d'études ont été faites sur les divers pistolets à tige pénétrante et non pénétrante disponibles, mais Schütt-Abraham et collègues (1992) ont constaté que le bon positionnement des pistolets percuteurs à ressort est essentiel. En effet, 95 % des lapins de 3 kg ont été immédiatement tués ou étourdis, mais le mauvais positionnement du pistolet a réduit l'efficacité de ces dispositifs à 63 %.

Tout récemment, Walsh et collaborateurs (2016a) ont évalué les lésions cérébrales et les taux d'échec du traumatisme contondant (TC), de la dislocation cervicale manuelle assistée (DCMA) avec un dispositif mural et du pistolet à tige non pénétrante (PTNP) pour euthanasier des lapereaux non sevrés, des lapins en engraissement et des lapins adultes. Le PTNP a causé des lésions cérébrales beaucoup plus importantes

que les deux autres méthodes et a entraîné une insensibilité immédiate chez 100 % des lapins euthanasiés (Walsh et coll., 2016a). Le TC a échoué chez 22 % des lapins et a été inefficace chez 43 % des sujets adultes (poids vif = 4 kg). Le taux d'échec de la DCMA s'est situé entre les deux, à 6 %, la plupart des échecs survenant chez les lapereaux non sevrés (poids vif = 0,4 kg). Les auteurs en ont conclu que le PTNP et la DCMA, utilisés seuls, sont efficaces pour l'euthanasie à la ferme, mais que le traumatisme contondant est cruel ou inefficace dans tous les groupes d'âge (Walsh et coll., 2016a). Peu importe la méthode choisie, une formation est essentielle pour améliorer la précision et l'efficacité du dispositif et la confiance de l'utilisateur.

6.4 Questions non abordées dans la littérature actuelle

1. Caractère aversif de combinaisons de gaz.
2. Effet de faibles niveaux de CO₂.
3. Effet de différents débits d'écoulement de CO₂.
4. Effet des méthodes physiques.

6.5 Notes bibliographiques

American Veterinary Medical Association (2013). *AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals: 2013 Edition*.

Association canadienne des médecins vétérinaires (2014). *Euthanasie – Énoncé de position*. Sur Internet : www.veterinairesauCanada.net/documents/euthanasie.

Conseil canadien de protection des animaux (2010). *Lignes directrices du CCPA sur l'euthanasie des animaux utilisés en science*. Sur Internet : www.ccac.ca/Documents/Normes/Lignes_directrices/Euthanasie.pdf.

Dalmau, A., J. Pallisera, C. Pedernera, I. Muñoz, R. Carreras, N. Casal, E. Mainau, P. Rodriguez et A. Velarde. (2016). « Use of high concentrations of carbon dioxide for stunning rabbits reared for meat production », *World Rabbit Science*, vol. 24, n° 1, p. 25-37.

Flecknell, P., J.V. Roughan et P. Hedenqvist (1999). « Induction of anaesthesia with sevoflurane and isoflurane in the rabbit », *Laboratory Animals*, vol. 33, n° 1, p. 41-46.

Gigliotti, F., C.A. Marks et F. Busana (2009). « Performance and humaneness of chloropicrin, phosphine and carbon monoxide as rabbit-warren fumigants », *Wildlife Research*, vol. 36, n° 4, p. 333-341.

Hayward, J.S., et P.A. Lisson (1978). « Carbon dioxide tolerance of rabbits and its relation to burrow fumigation », *Wildlife Research*, vol. 5, n° 2, p. 253-261.

Kylie, J., M. Brash, A. Whiteman, B. Tapscott, D. Slavic, J.S. Weese et P.V. Turner. (2016). « Biosecurity practices and causes of enteritis on Ontario meat rabbit », *Revue vétérinaire canadienne*. À paraître.

Llonch, P., P. Rodríguez, A. Velarde, V.A. de Lima et A. Dalmau. (2012). « Aversion to the inhalation of nitrogen and carbon dioxide mixtures compared to high concentrations of carbon dioxide for stunning rabbits », *Animal Welfare*, vol. 21, n° 1, p. 123-129.

Schütt-Abraham, I., B. Knauer-Kraetzl et H.J. Wormuth (1992). [Observations durant l'étourdissement de lapins par pistolet percuteur], *Berliner und Munchener Tierarztliche Wochenschrift*, vol. 105, n° 1, p. 10-15 [article en allemand].

Walsh, J.L., A. Percival et P.V. Turner (2016a). « Efficiency of blunt force trauma, manually assisted cervical dislocation and non-penetrating captive bolt for on-farm euthanasia of pre-weaned kits, growers and adult rabbits », *Journal of Animal Science*. En cours d'évaluation.

Walsh, J. L., A. Percival, B. Tapscott et P.V. Turner. (2016b). « On-farm euthanasia practices and attitudes of commercial meat rabbit producers in Canada », *Veterinary Record*. À paraître.