

**ASSOCIATION SCIENTIFIQUE  
FRANÇAISE DE CUNICULTURE**

Branche Française de la *World Rabbit Science Association*



# Journée d'étude

Nantes, le 17 mars 2022



## Ombres & Lumières



## ASSOCIATION SCIENTIFIQUE FRANÇAISE DE CUNICULTURE

Branche Française de la *World Rabbit Science Association*

### Journée « OMBRES & LUMIERES »

### Analyse du 12<sup>ème</sup> congrès mondial de cuniculture

Jeudi 17 mars 2022 – Citée des Congrès - NANTES

L'objectif de cette journée est de faire présenter, par des spécialistes français du lapin, une analyse critique des communications du 12<sup>ème</sup> congrès mondial de cuniculture qui a eu lieu du 3 au 5 novembre 2021 à Nantes (France), en soulignant les éventuelles avancées intéressantes pour la cuniculture française.

## Plan

### Pages

- 3 Bilan Scientifique Global *par François Lebas*
- 9 Reproduction *par Julien Ruesche et Caroline Herbert*
- 16 Génétique *par Hervé Garreau et Mickaël Maupin*
- 23 Ethologie et Bien-être *par Laura Warin, Gérard Couraud et François Menini*
- 34 Nutrition et Physiologie digestive *par Thierry Gidenne et Chantal Davoust*
- 41 Matières Premières et alimentation *par François Lebas et Pamela Vastel*
- 54 Technique d'élevage et économie *par Laurence Lamothe et Raphael Robert*
- 64 Qualité des produits *par Marie Bourin et Michel Colin*
- 71 Pathologie et Hygiène *par Ghislaine Legall-Reculé et Samuel Boucher*
- 83 Liste des communications

## Bilan scientifique global

*par*

François Lebas\* et Thierry Gidenne (WRSA)

\*Association Cuniculture, 87A Chemin de Lasserre, 31450 Corronsac, France

Après plusieurs reports de date en raison de la pandémie mondiale de Covid, le 12<sup>e</sup> Congrès mondial de Cuniculture initialement prévu en 2020 s'est tenu au Palais des Congrès de Nantes du 3 au 5 novembre 2021. Le Congrès a été organisé à l'initiative de l'ASFC, principalement par l'INRAE-Toulouse sous la responsabilité scientifique de la World Rabbit Science Association (WRSA).

Compte tenu de la situation sanitaire et pour permettre au plus grand nombre de participer, le congrès a été organisé simultanément en présentiel à Nantes et en distanciel via Internet. Ce congrès a été un franc succès puisqu'au final 315 congressistes s'y sont inscrites : 199 en présentiel et 116 en distanciel, sachant que pour la partie distanciel, un plus grand nombre de personnes a très probablement suivi tout ou partie du congrès à distance, chiffre impossible à estimer

Au Palais des Congrès de Nantes, le Congrès a bénéficié de 3 salles d'une capacité de 450, 200 et 80 personnes, parfaites pour les différentes sessions, et d'un grand espace d'accueil, où ont été organisés les inscriptions, les discussions en tête à tête, les pauses café, les repas, et l'événement de réception, le tout dans une ambiance conviviale et sécurisée. D'autre part, la ville de Nantes a également offert aux participants tous ses charmes de ville historique et touristique.

Nous n'allons pas faire ici une analyse détaillée des apports scientifiques du congrès, les exposés suivants de cette journée « Ombres et Lumières » sont prévus pour cela. Mais nous allons donner un note d'ambiance générale pour rendre compte des points marquants de ces 3 journées pendant lesquelles ont été présentés 8 rapports invités, 184 communications courtes et durant lesquelles se sont tenues 5 tables rondes. Compte tenu de la participation en présentiel/distanciel, 100 communications courtes ont été effectivement présentées oralement en séance tandis que 84 ont été présentées en ligne au cours des séances concernées.

### 1. Les trois jours de congrès

#### a/ Mercredi 3 novembre 2021

Le mercredi 3 novembre, après la cérémonie d'ouverture présentée pas les organisateurs du Congrès et l'intervention classique des différentes instances de l'INRAE, du Ministère de l'Agriculture et de la ville de Nantes, le congrès a débuté avec l'exposé des trois premiers intervenants invités.

Le premier exposé portait sur la maladie virale hémorragique (RHDV-2), présenté par Lorenzo Capucci de l'Institut zooprophyllactique expérimental de Lombardie (Italie). Il a fait le point sur l'évolution du RHDV-2 dix ans après son apparition. Dans sa présentation, il a souligné que les apparitions des maladies virales dues l'EBHSV, au RHDV puis au RHDV-2, en quelques décennies ne peuvent être considérées comme des événements aléatoires isolés, et que l'apparition de nouveaux lagovirus pathogènes est à prévoir, et qu'un niveau de vigilance élevée doit donc être maintenu.

Le deuxième exposé invité a porté sur les défis de l'alimentation des lapines. Il a été présenté par Javier Garcia de l'Université Polytechnique de Madrid et Juan José Pascual de l'Université Polytechnique de Valence (Espagne). Ils ont mis en évidence la nécessité pour les lapines d'avoir atteint une maturité adéquate au premier accouplement (ou première insémination) Ils ont souligné l'importance dans l'alimentation des niveaux d'acides gras  $\omega$ -3, de fibres solubles et de certains acides aminés pour améliorer les paramètres de reproduction.

Ensuite, Gabriela González-Mariscal de l'Université autonome de Tlaxcala (Mexique) a parlé de l'implication de la neurobiologie dans la reproduction des lapines. Elle a passé en revue des aspects tels que la biostimulation pour faire entrer les lapines en œstrus, le comportement de la lapine pour l'allaitement de ses lapereaux et le réflexe d'ovulation. Elle a souligné l'importance de prendre en compte ces caractéristiques physiologiques lors de l'élaboration de meilleures procédures de conduite des animaux dans les élevages.

Ensuite, la première session de communications orales a eu lieu simultanément dans 3 salles sur la nutrition & l'alimentation, la pathologie & l'hygiène, et la biologie & la physiologie. Les intervenants de 8 pays ont ainsi présenté 17 communications courtes.

La session de l'après-midi a commencé dans l'espace d'accueil par la première session de posters sur la nutrition & l'alimentation, la pathologie & l'hygiène, et la biologie & la physiologie. Les posters n'ont pas été présentés sous forme d'affiches de papier, mais avant la séance ils ont été présentés sur écran avec un défilement automatique en boucle sur trois écrans dans le hall d'accueil. Au cours des sessions de posters proprement dites, le modérateur de chaque session a géré le défilement et a invité chaque auteur à présenter brièvement son travail à côté desdits écrans et à répondre aux questions des participants réunis en petits groupes devant les écrans.

Cette session de poster a été suivies par la deuxième session de communications orales courtes sur la nutrition & l'alimentation, la pathologie & l'hygiène, et la biologie & la physiologie, où des intervenants de 7 pays ont présenté 15 communications.

Pour clôturer cette première journée, 3 tables rondes se sont déroulées en parallèle. La première portait sur l'élevage des lapins à l'ère post-antibiotique, un défi qui peut et doit être gagné. Elle était animé par Joan Rosell (Espagne) et Samuel Boucher (France). Dans la seconde table ronde, Luc Maertens (Belgique) a animé la discussion sur le logement des lapins. Les nouveaux systèmes de logement possibles ont été discutés en fonction des nouvelles réglementations et des demandes sociales. L'assistance importante à ces deux tables rondes a confirmé l'énorme préoccupation du secteur face à ces deux défis, et la nécessité de développer des connaissances scientifiques qui permettent de les affronter en tenant compte de la durabilité économique. Enfin, Thierry Gidenne (France) et Saidu Oseni (Nigéria) ont animé une table ronde sur l'utilisation du lapin comme outil de création de richesse dans les pays en voie de développement.

## **b/ Jeudi 4 novembre 2021**

La deuxième journée du congrès a débuté par la présentation dans l'amphithéâtre principal de trois rapports invités. Le premier a été présenté par Heiko Rödel de l'Université de la Sorbonne à Paris (France) sur les aspects sociaux du comportement et de la reproduction du lapin de garenne en semi liberté (suivis dans un grand enclos de 2 ha) et sur les implications pour l'élevage des lapins domestiques. Il a souligné les comportements particuliers des femelles reproductrices vivant en société, par exemple les interactions antagonistes augmentent lorsque le groupe est plus important, et les dominants ont une productivité plus élevée La productivité du groupe diminue avec l'augmentation de la densité. Il a montré l'importance de l'utilisation des sœurs lors de la constitution des groupes de reproduction.

Ensuite, Simona Mattioli de l'Université de Pérouse (Italie) nous a parlé de la physiologie de la lapine reproductrice et des facteurs qui modulent l'ovulation dans la gestion de la reproduction, décrivant des alternatives à l'utilisation des analogues de la GnRH, comme le b-NGF, et du besoin d'alternatives aux injections d'hormones exogènes.

Après ces 2 rapports invités d'est tenue par la troisième session de communications orales dans 3 salles séparées sur la génétique, l'éthologie & le bien-être, et sur la reproduction. Les intervenants de 6 pays y ont présenté 16 communications courtes

Après une pause café, la troisième communication invitée de la journée a été présentée par Frédéric Leroy de l'Université de Bruxelles (Belgique) et portait sur la consommation et la commercialisation de la viande de lapin. La viande de lapin, bien qu'elle soit une viande durable, saine, riche en nutriments et sans restriction religieuse marquée, se trouve à la croisée des chemins en raison de problèmes émotionnels (lapin de compagnie) ou d'une faible tradition gastronomique dans les zones urbaines.

Pour terminer la matinée, s'est déroulée la quatrième session des communications orales ont été présentées sur la pathologie & l'hygiène, l'éthologie & le bien-être, et la qualité des produits. Les intervenants de 6 pays ont présenté 16 communications courtes.

L'après-midi de cette deuxième journée s'est tenue la deuxième session de posters consacrée à l'éthologie & le bien-être, la reproduction et la qualité des produits. Elle s'est tenue avec le même système que la veille. Puis la cinquième session de communications orales a eu lieu, simultanément dans 3 salles, sur la nutrition & alimentation, biologie & physiologie et qualité des produits, où des conférenciers de 4 pays ont présenté 16 communications courtes.

Pour clôturer la journée du jeudi, l'assemblée générale de la WRSA (1 à 3 délégués par branche) et les 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> tables rondes se sont déroulées simultanément. Lors de l'Assemblée générale, il a été rendu compte de la situation financière de la WRSA, de l'évolution du magazine WRS, des activités dans les pays en développement. Elle a accueilli deux nouvelles branches : La Malaisie et les Philippines et a nommé le nouveau comité exécutif de la WRSA pour les 3 années suivant le Congrès (2021-2024). Le nouveau bureau de la WRSA (executive committee) est composé de J.J Pascual, Espagne (président), Y.E. Felipe-Pérez, Mexique, Y. Qin, Chine, M Pascual Espagne (vice-présidents), A. Trocino, Italie (Trésorière), T. Gidenne, France (Secrétaire général) et S. Oseni, Nigéria (Secrétaire pour les PVD). D'autre part, il a été décidé que le prochain congrès mondial devrait se tenir en 2024 en Catalogne, co-organisé par l'IRTA et l'ASESCU, et dont la candidature a été présentée par Mariam Pascual à ladite assemblée.

La quatrième table ronde a été modérée par Karel De Greef et Jorine Rommer de l'Université de Wageningen (Pays Bas) et a traité de la saisie des carcasses de lapins à l'abattoir, de ses principales causes et des opportunités pour tenter de les réduire. La cinquième table ronde, à nouveau modérée par Samuel Boucher et Joan Rosell, (comme la 1<sup>ère</sup> table ronde) a porté sur la prise en charge de la coccidiose dans les élevages et les alternatives aux coccidiostatiques classiques.

Jeudi soir, les congressistes ont pu profiter du Dîner de Gala qui s'est tenu au Château de la Poterie, lieu au charme particulier en bord de Loire, auquel les participants se sont rendus en bateau sur la Loire, tout en dégustant un cocktail. Soirée de conversation, bonne nourriture et bon vin, avec un orchestre pour la musique d'ambiance.

**c/ Vendredi 5 novembre 2021**

Le vendredi 5 novembre était le dernier jour du congrès. Il a commencé avec deux conférences invités. La première a été présentée par Mélanie Gunia de l'INRAE-Toulouse (France), M<sup>a</sup> Luz García et M<sup>a</sup> José Argente de l'Université Miguel Hernández (Espagne) sur les facteurs génétiques des caractères fonctionnels chez le Lapin. Elles ont présenté des programmes de sélection basés sur la longévité des lapines, la robustesse, la résistance aux maladies et la variabilité de taille de portée, ainsi que de nouveaux outils génomiques, tous visant à obtenir des animaux plus résistants. Ensuite, Laping Wu de l'Université Qinghua East (Chine) a fait une présentation sur le commerce de la viande de lapin dans les principaux pays producteurs du monde et la stratégie commerciale. Il a insisté sur le rôle du commerce entre états voisins et l'intérêt qu'il y a dans chaque pays à développer la consommation de cette viande saine, en particulier dans la tranche d'âge des jeunes consommateurs.

Après ces communications invitées se sont tenues deux fois trois sessions simultanées de communications orales sur l'économie, la reproduction, la biologie & la physiologie, la nutrition, la génétique, la pathologie & l'hygiène, et une session consacrée aux sujets libres. Les intervenants de 11 pays y ont présenté 48 communications courtes.

Ensuite s'en est tenue une nouvelle session de posters dans le domaine de la génétique & de l'économie et des systèmes de production. Elle s'est déroulée dans les mêmes conditions que les sessions de poster précédentes.

Le congrès s'est terminé par la cérémonie de clôture et de remise des prix aux jeunes chercheurs. Lors de cette cérémonie, ont également été remerciés les organisateurs, les conférenciers invités, les animateurs des tables rondes et les membres du comité WRSA. La passation de pouvoir à l'Espagne a été faite pour l'organisation du prochain congrès en Catalogne en 2024.

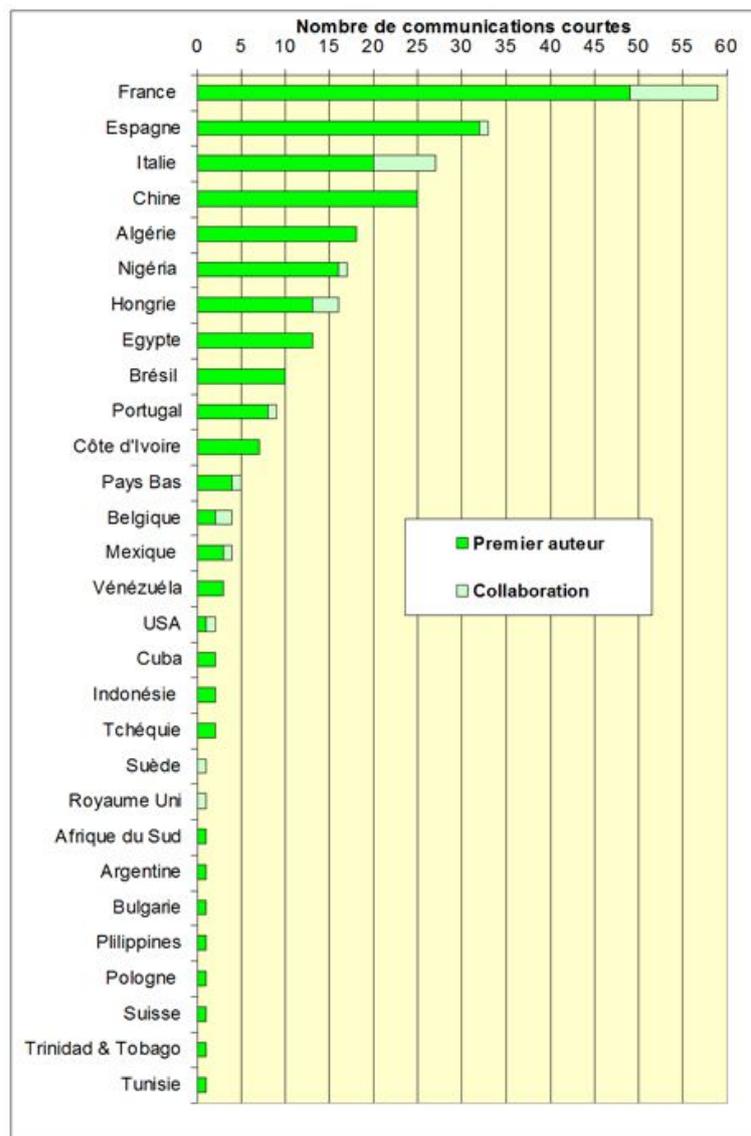
## 2. Nombre et Origine des communications

Le 12<sup>e</sup> Congrès mondial a été l'occasion de réunir 245 communications acceptées par le comité scientifique. En plus des 8 communications invitées 187 communications courtes présentées à Nantes correspondent à des congressistes effectivement inscrits au Congrès et 50 autres à des congressistes potentiels dont la contribution a été acceptée mais qui pour diverses raisons n'ont pas pu s'inscrire au congrès (reports successifs, finances, etc ...). L'ensemble des 245 communications est disponible sur le site de la WRSA : texte complet en anglais + éventuellement diapositives de présentation de la communication (<http://world-rabbit-science.com/WRSA-Proceedings/Congress-2021-Nantes/Nantes-2021-01.htm>), ainsi que les rapports introductifs de chacune des 5 tables rondes. A l'attention des personnes francophones préférant lire la langue de Molière plutôt que celle de Shakespeare un résumé français des 187+8 communications retenues pour la Congrès lui-même a été publié sur le site de Cuniculture.info : <http://www.cuniculture.info/Docs/Magazine/Magazine2021/mag48-2021-13.html>

Pour cette journée « Ombres & Lumière » nous avons identifié le pays d'origine de toutes les communications courtes. Le nombre de contributions des différents pays figure sur le graphique 1. Le pays d'origine de l'auteur signant une communication en premier est mentionné en vert foncé, tandis que si des auteurs cosignataires de la même communication appartiennent à un autre pays, celui-ci est marqué en vert clair. Seule une communication (1<sup>er</sup> auteur français) a été signée par des équipes de 3 pays

Compte tenu du mode choisi pour le décompte total des pays signataires de communications le total dépasse le nombre de communications.

**Graphique 1** : Nombre de communications courtes selon le pays d'appartenance des équipes ayant signé ou cosigné les communications courtes



Dans l'ensemble, les communications ont été signées ou cosignées par des chercheurs publics ou privés travaillant dans 29 pays différents (33 en 2016 et 30 en 2012). Les communications cunicoles française sont de loin les plus nombreuses avec 25% du total, puis en seconde position vient l'Espagne avec 14% , puis l'Italie avec 11,4% et la Chine avec 10,5%. En 2016, la Chine, pays organisateur du Congrès, venait en tête avec 32% des communications suivie de la France qui en avait proposé 18% . Il convient de signaler que pris ensemble ces 4 premiers pays ont produit 61% de toutes les communications courtes.

Enfin, il faut remarquer que 12,7% des communications sont signées par des équipes de 2 pays, la France et l'Italie venant en tête des équipes ayant accepté de travailler avec celles d'autres pays.

Pour faciliter leur présentation pendant et après le congrès, les communications ont été regroupées en 9 sessions réunissant un nombre inégal de communications (tableau 1)

**Tableau 1** : Les 9 sessions et le nombre de communications correspondant

Objet de la session	Communications		
	Invitées	Présentées	Acceptées
- Biologie & Physiologie	1	27	9
- Sélection & Génétique	1	20	5
- Ethologie & Bien être	1	17	
- Techniques d'élevage & Economie	1	18	4
- Nutrition & Alimentation	1	34	9
- Session ouverte		11	3
- Pathologie & Hygiène	1	33	7
- Qualité des produits	1	13	7
- Reproduction	1	15	7

Parfois l'affectation d'une communication à une session plutôt qu'à une autre a été difficile pour le comté d'organisation : par exemple une communication traitant de l'influence d'une matière première sur la croissance et la qualité de la viande devait-elle être mise dans la session Nutrition & Alimentation ou dans la session Quantité des produits ? Des choix ont été faits mais ils ne donnent qu'une idée approximative du nombre de communications dans chacun des domaines. Quoi qu'il en soit, on doit remarquer que 2 domaines ont réuni un nombre important de communications, la Nutrition et la Pathologie avec plus de 40 communications chacun. Ces travaux des chercheurs correspondent effectivement à 2 grandes préoccupations de la filière : l'importance de l'alimentation dans le prix de revient des lapins produits et la difficulté à bien contrôler la santé des animaux.

### 3. Conclusion

En conclusion ce Congrès a été une belle réussite malgré les conditions difficiles qui ont présidé à son organisation. On doit remercier chaleureusement tous les organisateurs qui ont dû surmonter d'inévitables périodes de découragement. Malgré les difficultés, celles des organisateurs comme celles rencontrées par les congressistes, ce Congrès a su réunir 245 communications au total, juste derrière le congrès de Vérone en 2008 qui en avait réuni 283 mais devant ceux de Qindao en 2016 (223 com.), de Puebla en 2004 (223 com.), de Valence en 2000 (224 com.) ou de Sharm El-Sheikh en 2012 (198 communications) Ainsi malgré des conditions peu favorables au soutien des recherches animales au plan mondial, on doit souligner que le secteur cunicole international arrive à bien maintenir son activité de recherches et d'innovations, année après année.

## Reproduction

par

Julien Ruesche \* et Caroline Herbert \*\*

\*GenPhySE, Université de Toulouse, INRAE, Castanet Tolosan, France

\*\* HYCOLE, Route de Villers Plouich 59159, Marcoing, France



### Résumé

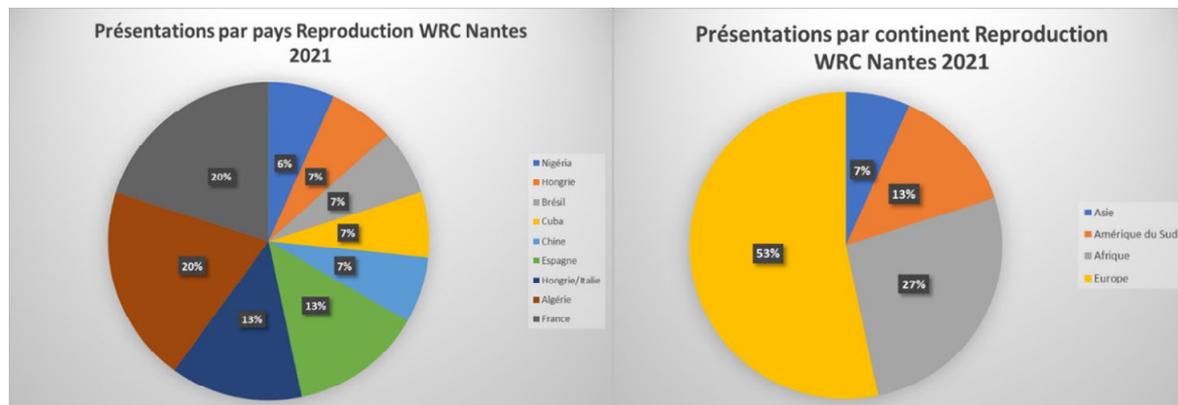
Lors du congrès mondial de 2021 à Nantes, en France, 15 communications ont été présentées dans la session reproduction et une synthèse. Une baisse de 24% a été observée par rapport au dernier congrès de Qingdao (21 papiers présentés en 2016). Sept papiers supplémentaires avaient été acceptés par le comité du congrès mondial mais, suite à l'épidémie de la Covid 19, les présentateurs n'ont pas pu se déplacer jusqu'en France. Les communications représentaient principalement la contribution des pays d'Afrique à la session reproduction : cinq d'entre elles provenaient d'Egypte, une du Nigeria et une d'une collaboration entre la Hongrie et l'Italie. Parmi les 16 présentations présentées au Congrès, l'Europe (Hongrie, Espagne, Italie, France) est majoritairement représentée à 53 %, en partie dû à l'épidémie de la Covid 19. Viennent ensuite l'Afrique (Nigéria, Algérie) à 27 %, l'Amérique du Sud (Brésil, Cuba) 13% puis l'Asie (Chine) à 7%.

La synthèse de Mattioli *et al.*, fait la revue des méthodes de manipulation plus respectueuses des animaux et expose les stratégies utilisées pour déclencher l'ovulation et améliorer la fertilité.

Les 2/3 des publications concernent les performances de reproduction des femelles (12 communications) et le tiers restant se consacre aux mâles et particulièrement à la semence (4 communications).

Parmi les papiers concernant la reproduction des femelles, quatre traitent de l'influence de la chaleur sur les performances des lapines, quatre autres abordent le sujet des régimes alimentaires particuliers et leurs rôles dans les performances des lapines et deux articles comparent les performances de reproduction selon divers types de génotypes. La biostimulation est aussi abordée dans un dernier papier.

Pour les présentations concernant la reproduction des mâles, elles concernent quant à elles principalement le traitement de la semence en abordant les thèmes de la congélation, le transport ainsi que le remplacement d'antibiotiques dans le dilueur. Enfin l'influence du mâle sur les performances des femelles est étudiée dans une dernière communication.

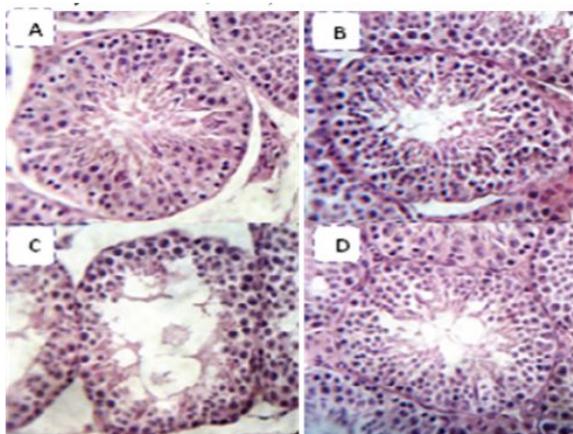


## 1. Nouvelles connaissances en reproduction des mâles

Quatre communications traitant de la reproduction des mâles et de la qualité de la semence ont abordé divers sujets : comment lutter contre la toxicité d'un pesticide, la cryopréservation des semences et l'utilisation d'un nouvel antibiotique dans le dilueur.

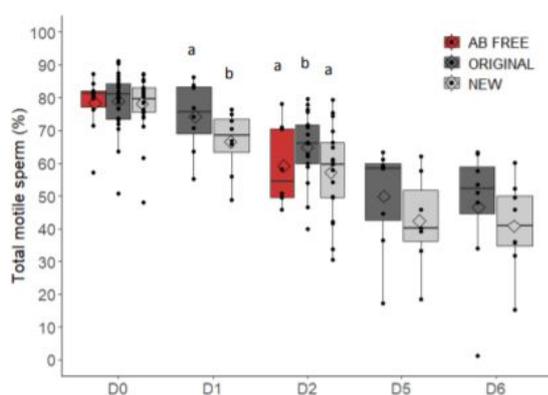
Une première étude menée par Cherfaoui-Yami *et al.* a fait le point sur l'influence du mâle sur les performances de reproduction d'une race locale algérienne. Sur un ou deux ans selon les élevages, un total de 274 femelles et 75 mâles ont réalisé 1734 accouplements dans trois fermes de la région de Tizi-ouzou (Algérie). Les performances de reproduction (taux d'acceptation de l'accouplement, taux de fertilité, taille et poids de la portée à la naissance et au sevrage à 30 jours d'âge) ont été analysées en fonction de l'âge et du poids moyen du mâle au moment de l'accouplement. Finalement, seul l'âge du mâle a eu un effet significatif avec des taux d'acceptation et de fertilité plus élevés chez les mâles les plus jeunes (moins de 190 jours). Le taux d'acceptation s'élevait à 85,3 % et le taux de fertilité à 83,1 % contre 73,7 % et 73,1 % pour l'ensemble des mâles de plus de 330 jours à l'accouplement. *Ces observations suggèrent donc que des mâles âgés de plus d'un an peuvent améliorer la production moyenne d'un élevage. Néanmoins, cette conclusion doit être confirmée avec d'autres populations et conditions d'élevage.*

Pour poursuivre sur l'étude des mâles, Khaldoun Oularbi *et al.* ont étudié la toxicité éventuelle d'un nouvel insecticide, l'Ampligo®, sur l'appareil génital des mâles et l'ingestion de vitamines C et E pour lutter contre la toxicité de cet insecticide. Vingt lapins mâles adultes (2,5-2,9 kg) ont été répartis en quatre groupes : un groupe témoin T, un groupe à qui l'on a apporté des vitamines C et E (CE, 200 mg/kg de chaque vitamine) un groupe qui a ingéré de l'Ampligo (AP ; dose quotidienne contenant 12,24 mg/kg de lambda cyhalothrinper et 24,48 mg/kg de chlorantraniliprole) et un dernier ingérant de l'Ampligo® et de la vitamine C et E (AP+CE). L'essai a duré 21 jours. L'exposition à l'Ampligo® a induit une diminution du gain de poids corporel (+340g pour le lot T contre +200g pour le lot AP), dû à une prise d'aliment et d'eau moins importante dans le lot AP, et du poids des testicules (5,32 g pour le lot T contre 4,32 g pour le lot AP), une diminution de la concentration de testostérone dans le groupe AP par rapport aux autres groupes et des différences dans les paramètres morphométriques des tubes séminifères (désorganisation des tubules, diminution de l'épaisseur de la couche germinale). La supplémentation en vitamines C + E avec AP a totalement supprimé les dommages mentionnés ci-dessus (figure 1). *Ces résultats indiquent que la combinaison de vitamines C et E exerce des effets curatifs contre la toxicité reproductive induite par Ampligo® sur l'appareil reproducteur mâle.*



**Figure 1** : Histologie des testicules : (A et B) l'histoarchitecture des testicules est intacte dans les groupes contrôle et CE. (C) le groupe AP montre une désorganisation des tubules séminifères et une dégénérescence de l'épithélium. (D) le groupe AP+CE sont moins marqués que le (C).

La troisième étude menée sur la reproduction chez le mâle propose un nouvel antibiotique pour le Galap®, majoritairement utilisé pour la dilution de la semence de lapin. Rouillon *et al.* étudient de nouveaux antibiotiques substituables à l'enrofloxacin (de la famille des fluoroquinolones) et l'effet d'une nouvelle composition antibiotique du Galap® sur la motilité et la fécondité du sperme. Sur 15 antibiotiques testés, la gentamycine a été retenue car elle ciblait 82,8% des colonies bactériennes identifiées à partir d'éjaculats de mauvaise qualité. Des pools de sperme de bonne qualité ont été dilués dans du Galap® original ou additionnés à la gentamycine. Après 6 jours de stockage, aucune différence significative de motilité n'a été détectée entre les deux milieux malgré une réduction de la motilité plus importante de 7,7% à 24h de stockage (figure 2). *Un essai comparatif Galap® original et Galap® avec gentamycine a ensuite été mené sur deux groupes de 180 femelles et aucune différence significative de fécondité n'a été détectée. La diminution de la motilité observée n'a donc pas eu d'impacts sur les performances de reproduction des lapines lorsqu'elles suivaient le protocole de routine des centres d'insémination* et la dilution de la semence avec la nouvelle formulation d'antibiotiques du Galap® est recommandée pour l'insémination des lapines.



**Figure 2** : Motilité totale des spermatozoïdes après dilution dans un Galap sans antibiotiques (AB Free), dans l'original (Original) et avec de la gentamycine (New) analysés du jour 1 (D1) à 6 (D6). Des lettres différentes signifient un effet significatif différent.

Enfin, Wang *et al.* ont amélioré les connaissances sur la cryopréservation en étudiant divers composants des milieux de congélation : le diméthyl sulfoxyde (DMSO) combiné avec du tréhalose ou du saccharose et de l'acide hyaluronique. Trois concentrations de saccharose et de tréhalose combinées au DMSO ont été testées (0,05 mole/L, 0,1 mole/L, et 0,25 mole/L), ainsi que trois concentrations d'acide hyaluronique (400 µg/ml, 800 µg/ml, and 1600 µg/ml) avec 50 mM de tréhalose combinées au DMSO. Les résultats ont démontré que le supplément de 0,05 mole/L de tréhalose augmentait la motilité, la motilité progressive et l'intégrité acrosomale des spermatozoïdes congelés après décongélation, et 800 µg/mL d'acide hyaluronique significativement augmentait l'intégrité acrosomale. Après la réalisation d'inséminations, les taux de fertilité et la prolificité restent cependant moins élevés qu'en insémination en semence fraîche (respectivement 53,9% contre 80,5% et 5,45 contre 7,87).

## 2. Nouvelles connaissances en reproduction des femelles

### 2.1. Influence des conditions environnementales

L'influence des conditions environnementales est abordée sous différents angles. Gerencsér *et al.* a mesuré l'effet de la réfrigération de l'eau de boisson dans un milieu de température ambiante élevée sur les performances de reproduction. Des lapines ont été hébergées dans deux cellules climatisées où la température ambiante moyenne était de 20°C et 28 °C sur deux cycles de reproduction. Trois groupes ont été constitués : PC où la température ambiante était de 20°C et l'eau de boisson n'était pas refroidie, NC où la température ambiante était 28°C et l'eau n'était pas refroidie et TP, où la température ambiante était de 28°C et l'eau était refroidie. Le groupe PC élevé à 20°C a de meilleures performances, sous 28 °C le refroidissement de l'eau n'a pas amélioré les performances de

reproduction des lapines. *Le refroidissement de l'eau n'est pas une bonne stratégie pour améliorer les performances de reproduction des lapines soumises à une température élevée.*

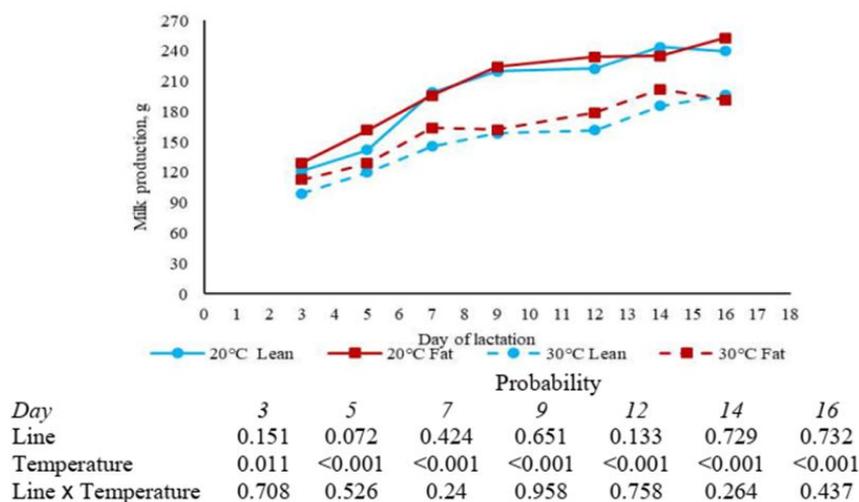
Anoh *et al.* ont étudié l'influence du bicarbonate de sodium dans l'eau de boisson, d'aliments contenant de la vitamine C ou d'aliment contenant de la farine de pulpe de fruit de baobab (BPFM) pour gérer le stress thermique et améliorer la productivité des femelles. L'essai a été mené pendant 20 semaines sur 10 lapines par groupe, la concentration de thyroxine dans le sang à différentes phases du cycle a été étudiée. La vitamine C et le BPFM ont significativement augmenté la sécrétion de thyroxine : 70 et 73 ng/ml respectivement contre 64 ng/ml chez les lapines témoin. L'apport de BPFM a aussi amélioré le poids des lapereaux au sevrage et leur viabilité. Il est donc conclu que le fruit du baobab peut être utilisé comme antioxydant pour soulager le stress thermique et il a été recommandé de l'inclure dans l'alimentation des lapins pendant la période chaude.

Kasza *et al.* se sont intéressés aux effets de différentes températures environnementales sur les performances de reproduction de lapines sélectionnées de manière divergente pour la teneur en gras corporel total. Deux groupes de 60 femelles ont été hébergées en été dans deux cellules identiques (30 maigres et 30 grasses/cellule) qui n'étaient différentes que par la température (réfrigérée par cooling : ~20°C ou chaude : ~30°C).

Sur les critères mesurés à savoir les taux de mise bas, la taille de portée à 21 j, la lignée grasse obtient de meilleures performances avec respectivement un taux de mise bas de 87% vs 73% et une taille de portée 7,43 vs 6,59.

La chaleur a un effet négatif sur la production laitière des deux lignées mais aucune différence significative n'a été observée entre celles-ci donc n'a pas d'effet négatif.

En conclusion *la production des lapines avec plus de réserves de graisse est plus élevée que celle des lapines maigres pour une températures ambiante élevée.*



**Figure 3** : La production laitière de lapines sélectionnées de manière divergente à différentes températures

A Cuba, Vasallo *et al.* ont cherché à évaluer l'effet de la condition de reproduction et de la saison sur les performances productives des lapines. Les résultats ont montré une association significative entre les quatre délais mise bas-fécondation et les deux saisons ( $P < 0,0001$ ). Pendant la période de faible pluviométrie LRP, dont la température ambiante est plus faible, les taux de réceptivité, de fertilité et la taille de la portée à la naissance ou au sevrage étaient supérieurs à ceux de la période des fortes pluies RP, à savoir 93,7 vs 84,3%, 94,7 vs 87,5%, 5,5 vs 5,34 et 5,23 et 4,59. Alors que les taux de mortalité ont été un peu plus faibles 12,1% vs 14,2%. Pour conclure, *les résultats suggèrent que le moment de*

*l'accouplement 10 à 13 jours post-partum est rentable mais l'utilisation d'un autre moment d'accouplement en fonction de la saison est recommandée pour obtenir les meilleures performances de reproduction.*

## **2.2. Influence des génotypes sur les performances**

Deux articles (Brésil, France) ont traité de la comparaison entre génotypes (pur, croisé) sur les performances des femelles. Les brésiliens (Machado *et al.*) ont comparé les performances productives et reproductives, ainsi que les aspects comportementaux et sanitaires de 27 lapines, soit neuf de la race Néo-Zélandais Blanc (NZB), neuf du groupe génétique Botucatu (BOT) et neuf croisées (NZB x BOT). L'expérience a duré sept mois (trois cycles de reproduction).

Ils ont démontré que les lapines NZB avaient besoin de moins d'insémination artificielles (IA) pour produire (NZB ; 1,10 ; BOT 1,50 et croisées 1,42 ;  $P < 0,05$ ), mais présentaient des lapereaux plus légers à la naissance (54,4g vs 62,6g et 63,0 pour les deux autres lots ;  $P < 0,05$ ). Le groupe génétique BOT a un poids individuel significativement plus élevé des lapereaux à la naissance et au sevrage (799g vs 631g et 721g pour les lapereaux issus des lapines NZB et croisées). Cependant, le taux d'élimination de ces lapines BOT était élevé. *Les lapines croisées ont fourni plus de lapereaux sevrés que la lapines BOT (5,53 vs 5,38/portée à 32 j.) et elles ont été jugées moins agressives que les lapines BOT et moins sensibles aux maux de pattes que les deux autres génotypes. Pour conclure, les femelles croisées semblent plus adaptées à l'élevage brésilien.*

Savietto *et al.* ont étudié les performances de reproduction de lapines Fauve de Bourgogne (Fauve ;  $n=23$ ), de lapines de la lignée maternelle INRA-1777 (INRA ;  $n= 48$ ) et de lapines issues du croisement entre ces deux génotypes, mâles Fauve x femelles INRA (Croisées ;  $n= 43$ ). Lors de l'expérimentation, les femelles ont été affectées par *Pasteurella* spp. Cela a perturbé l'intégralité des performances des animaux sur l'ensemble des génotypes. La survie élevée des femelles Croisées (91 % contre 91% et 71% pour les lapines Fauve et INRA), associée à des performances de reproduction acceptables (7,2 lapereaux nouveau-nés/ portée contre 4,7 et 8,8 pour les 2 races pures), à un taux de gestation de 69% (contre 42 et 68% pour les lapines Fauve et INRA), à une survie des lapereaux pendant l'allaitement de 80 % (contre 71 et 75% pour les races pures) et à un poids des lapereaux au sevrage de 871 g (contre 688 et 932g), indique que *ce croisement maternel combine la prétendue rusticité de la race Fauve de Bourgogne avec le potentiel reproducteur de la lignée maternelle INRA.*

## **2.3. Influence du régime alimentaire et des conditions d'élevage sur les performances de femelles**

L'étude de García *et al.*, a examiné l'effet de l'état de reproduction (gestation), de lactation et de l'ordre de gestation sur l'état corporel. Les acides gras non estérifiés (NEFA) et la concentration de leptine chez les lapines. Un total de 26 lapines d'une lignée synthétique a été utilisés dans l'expérience. Le poids corporel, l'épaisseur du gras périrénal (mesuré par ultrasons), la concentration de NEFA et de leptine dans le plasma ont été mesurés à l'accouplement et à 12 jours de gestation. La concentration de leptine était plus élevée à l'accouplement qu'à 12 jours de gestation (+18%). Les femelles allaitantes présentaient un poids corporel (+3 % ;  $P=0,92$ ) et une épaisseur de graisse périrénale (+8 % ;  $P=0,96$ ) plus élevés que les femelles non allaitantes. Les NEFA étaient plus faibles chez les femelles allaitantes que les femelles non allaitantes (-50 %) et la concentration de leptine était similaire ( $P=0,70$ ). Tous les caractères étaient plus faibles lors de la deuxième gestation que lors de la troisième gestation. En conclusion, le statut reproducteur, la simultanéité lactation+gestation et l'ordre de gestation affectent l'état corporel, la mobilisation d'énergie et la concentration de leptine.

L'article d'Eiben *et al.* concernait les pratiques d'élevage avec une étude sur l'effet d'une stimulation lumineuse (L) ou d'une stimulation lumineuse couplée à un flushing alimentaire suite à un jeûne de 24

h avant l'insémination (FL) sur la production des femelles sur deux cycles de reproduction. Le jour 8 avant l'IA, l'éclairage LED quotidien de 9 h et 50 lux a été augmenté à 16 h et 100 lux puis a été progressivement réduit jusqu'au jour 5 après l'IA. Les lapines L ont été nourries *ad libitum*. Comme stimulus nutritif, les lapines FL ont reçu le même régime alimentaire que les autres, mais elles ont subi un jeûne de 24 heures avec uniquement de l'eau et une réalimentation *ad libitum* de 48 à 50 heures avant l'IA. *La réalimentation rapide ainsi que la stimulation lumineuse n'ont pas amélioré la reproduction des lapines et ont même plutôt dégradé les performances des lapines sur le deuxième cycle. La productivité des lapines stimulées par la lumière ne peut donc pas être augmentée davantage avec une réalimentation rapide combinée à une stimulation lumineuse.*

Guillevic *et al.* ont exposé les effets du lin sur les performances de reproduction des femelles. Trois expérimentations menées sur 777 lapines dans trois lieux différents, ont comparé un aliment témoin à faible teneur en acides gras w3 (0,09 à 0,16 % d'acide alpha-linolénique) à un aliment contenant du lin extrudé Tradilin® (Flax) afin d'augmenter le taux d'acide alpha-linolénique (teneur en ALA comprise entre 0,61 et 0,68%). Aucune différence significative n'a été observée sur la fertilité (73,1 et 76%). *Le nombre de lapereaux de 4 jours / portée a été très significativement augmenté de 10,1 à 11,0 en moyenne (P<0,001) lorsque le lin a été incorporé dans l'aliment. Cette amélioration s'explique par la teneur élevée en acide alpha-linolénique et en lignanes de la graine de lin. Le nombre de lapereaux au sevrage/portée a eu la même évolution et a très fortement augmenté de 8,7 à 9,7 (P<0,001). La mortalité avant sevrage a chuté de manière très significative de 11,2 à 9,7 % (P=0,006) avec l'incorporation de lin dans l'aliment. Les poids individuels et ceux de la portée au sevrage ont aussi augmenté de manière très significative (P<0,001). En conclusion, le lin extrudé permet une amélioration des performances de reproduction des lapines.*

#### 2.4. Influence des stimulations sur les performances de femelles

Villamayor *et al.* ont étudié différentes pratiques de bio-stimulation juste avant l'insémination sur les performances de reproduction (réceptivité, fertilité à la palpation, taux de mises-bas et prolificité) : une interaction femelle-femelle, une exposition à de l'urine de femelle, une exposition à de l'urine de mâle et une exposition à du plasma séminal. Bien que certaines différences puissent être remarquées dans le taux de réceptivité, en particulier dans le groupe « interaction femelle-femelle », les résultats n'ont montré aucune différence significative en matière de fertilité et de prolificité entre les groupes, suggérant que toutes les méthodes de stimulation utilisées avaient des effets similaires. Cela suggère que *l'interaction femelle-femelle, utilisée dans certains élevages, devrait être reconsidérée au vu de la non-différence de résultats avec les autres techniques de bio-stimulation.* De plus, bien que tous les groupes aient montré des effets similaires, il reste à élucider comment les signaux chimiques libérés par l'urine et le plasma séminal pourraient affecter la reproduction.

La synthèse de Mattioli *et al.* a présenté les méthodes utilisées pour provoquer l'ovulation et améliorer la gestion de la fertilité des lapines par rapport à des méthodes de manipulation plus respectueuses des animaux. Une attention particulière a été accordée à l'utilisation d'un composant du sperme (comme molécule endogène) tel que le facteur  $\beta$  de croissance nerveuse ( $\beta$ -NGF) dans la physiologie reproductive des lapins mâles et femelles. *Les auteurs considèrent que l'introduction de r $\beta$ -NGF dans les doses de semence utilisées en insémination artificielle cunicole pourrait être une stratégie innovante et alternative aux traitements exogènes hormonaux stressant actuels (par voie intramusculaire), utilisés pour l'induction de l'ovulation. Leur ajout à la dose de semence pourrait être plus physiologique et permettrait d'améliorer le bien-être animal dans les élevages de lapins.*

### 3. Conclusions

En conclusion, la section reproduction est moins riche en communications et en enseignements que dans les congrès précédents, notamment à cause de l'épidémie de Covid 19 qui a empêché des présentateurs de venir au congrès. Les influences environnementales tant sur les performances mâles que femelles ont été fortement étudiées, notamment sur la gestion du stress thermique. Quelques résultats ont contribué à améliorer nos connaissances sur les effets de diverses stratégies d'alimentation et sur les effets de diverses approches de stimulation des femelles. Des études liées aux questions sociétales telles que l'utilisation des antibiotiques et des pesticides ou comment les gérer ont aussi amené de nouvelles connaissances sur ces sujets.

## Génétique

par

Hervé Garreau \* et Mickaël Maupin \*\*

\* INRAE Toulouse, UMR 1388 GenPhySE, CS 52627 - 31326 CASTANET-TOLOSAN

\*\* HYPHARM SAS, 3 La Corbière, Roussay, 49450 SEVREMOINE

Vingt-deux communications (un rapport de synthèse, 15 communications courtes et 6 posters) ont été présentées lors de la session « Génétique », soit neuf de moins qu'au dernier congrès mondial. La France est la mieux représentée avec 7 communications, 6 pour l'Espagne, 2 pour la Hongrie, 2 pour la Chine, 1 pour le Nigeria, 1 pour le Brésil. L'ensemble de ces contributions peut s'articuler autour de 4 volets : variabilité génétique et sélection des caractères, génétique moléculaire, gestion et effets de la consanguinité, caractérisation de populations locales.

### 1. Variabilité génétique et sélection des caractères

#### 1.1 Synthèse « Facteurs génétiques des caractères fonctionnels »

Garcia, Gunia et Argente ont réalisé un rapport de synthèse sur la génétique des caractères fonctionnels. La sélection des caractères fonctionnels est un objectif majeur pour répondre aux attentes en terme de bien-être animal et de réduction de l'utilisation d'antibiotiques. L'héritabilité est d'environ 0,13 pour la longévité de la lapine, de 0,01 pour l'uniformité du poids à la naissance (facteur de survie du lapereau), de 0,09 pour l'homogénéité de la taille des portées et d'environ 0,11 pour la résistance aux maladies. La faible héritabilité de l'uniformité du poids à la naissance s'explique par les transformations des données réalisées à des fins de calcul : la valeur d'héritabilité n'est plus interprétable. En réalité une expérience conduite à INRAE et les résultats de sélection en lignées commerciales ont montré que ce caractère avait une héritabilité réalisée de l'ordre de 0,20. Les corrélations génétiques entre les caractères fonctionnels et les caractères de production ne sont généralement pas différentes de zéro, ou sont modérément favorables dans certains cas. *Ainsi, l'ajout de caractères fonctionnels dans les objectifs de sélection est compatible avec l'amélioration des performances et n'entraîne pas de dégradation des caractères de production.* Six programmes de sélection développés dans trois pays ont été passés en revue. Les créations de lignées en sélection ou des expériences de sélection divergentes sont différentes méthodologies utilisées, et des réponses favorables à la sélection ont été obtenues. Des études génomiques ont révélé des associations dans les régions liées à la fonctionnalité du système immunitaire et au stress dans les lignées sélectionnées pour la variabilité de la taille des portées. La connaissance du rôle du microbiote intestinal sur la réponse immunitaire du lapin est très limitée. Une approche multi-omique peut aider à connaître les mécanismes microbiens sur la régulation des gènes d'immunité de l'hôte. *Les études évoquées ne restent à ce jour qu'au stade de la recherche fondamentale.*

#### 1.2 Etudes génétiques de caractères d'intérêts

Girardie et al., ont présenté une étude visant à caractériser les performances et le comportement de lapereaux et de lapines d'une lignée du sélectionneur Hypharm (L22) sélectionnée pendant 22 générations pour un objectif combinant croissance, santé du jeune et qualités maternelles. A cette fin, la lignée L22 a été comparée à une population témoin, créée à partir d'embryons congelés issus des

fondateurs de la lignée, et avec un dispositif d'adoptions croisées. A j21, les femelles L22 produisaient plus de lait que les femelles L0 (250 g vs 206 g,  $P=0,0003$ ) ce qui a conduit à un poids plus élevé des jeunes à j21 (378 g vs 340 g,  $P<0,001$ ). Les femelles L22 avaient de meilleures qualités maternelles que les L0 en ce qui concerne la qualité du nid ( $P=0,06$ ), la fourniture de poil pour le nid ( $P<0,0001$ ), la production de lait ( $P=0,0003$ ) et la volonté d'allaiter ( $P=0,007$ ). À la plupart des stades de lactation les petits de L22 ont été observés plus souvent hors du nid que de petits L0, qu'ils aient été élevés par des lapines L0 ou L22. Les lapereaux L22 ont quitté le nid plus tôt pendant la lactation et étaient plus audacieux dans un test d'émergence que les lapereaux L0. Les lapines L22 avaient également des tailles de portée significativement plus élevées à la naissance et au sevrage. *Ces résultats confirment l'intérêt d'une sélection combinant croissance, santé du jeune et qualités maternelles, avec une tendance favorable sur les comportements maternels et du lapereau pendant la lactation, bien que difficiles à mesurer et peu voire pas héréditaires.*

Dans le projet RELAPA financé par le CLIPP, le Carnot Santé Animale et les sélectionneurs, Gunia et al. ont infecté 953 lapins croisés issus des 6 lignées maternelles commerciales avec une souche de *Pasteurella multocida*. Une note de résistance de 0 (non résistant) à 5 (très résistant) a été donnée en fonction du taux de survie combiné à l'étendue des lésions cutanées (abcès) et de la dissémination bactérienne dans l'organisme. Les héritabilités étaient faibles à modérées pour tous les caractères sanguins ( $h^2$  variant de 0,04 pour les globules rouges à 0,30 pour les monocytes), à l'exception du pourcentage d'éosinophiles, qui ne semble pas être héréditaire. Il y a des corrélations génétiques positives entre la note de résistance et le nombre de globules rouges, les taux d'hématocrite, d'hémoglobine et de lymphocytes. A l'inverse, il existe des corrélations génétiques négatives entre la note de résistance et les pourcentages de plaquettes, de globules blancs, de neutrophiles et de monocytes. Parmi les caractères hématologiques, le pourcentage de lymphocytes pourrait être un critère de sélection potentiel vis-à-vis de la résistance à la pasteurellose. Son héritabilité était relativement élevée ( $h^2=0,24 \pm 0,09$ ) par rapport aux autres caractères et sa corrélation avec la note de résistance est également élevée ( $r=0,83$ ). Il s'agit des premières analyses des paramètres génétiques des caractères hématologiques chez des lapins infectés expérimentalement. *En complément, ces résultats ayant été obtenus après inoculation, il aurait été intéressant d'étudier les différents paramètres sanguins avant épisode infectieux, pour pouvoir trouver des caractères prédictifs de résistance.*

Piles et al. ont cherché à prédire l'indice de consommation (IC) des jeunes lapins à partir de données d'abondance de microbiote (ASV) pour améliorer ce caractère, en sélectionnant les animaux avec le microbiote le plus favorable, et en identifiant les micro-organismes les plus pertinents impliqués dans l'efficacité alimentaire. Les données proviennent de deux populations de lapins issus de la lignée paternelle INRA 1001 : la génération G10, sélectionnée depuis 10 générations pour une consommation alimentaire résiduelle réduite et la génération témoin G0 produite à partir d'embryons congelés de la lignée initiale commune. Les 918 ASVs ont été transformés par une fonction logarithmique, centrés et corrigés pour les effets de lot. La méthode Machine learning repose sur l'entraînement d'un modèle de prédiction sur un sous-échantillon et sur la validation de ce modèle sur un autre échantillon de test. Les ASVs ont été classés en fonction de leur importance de prédiction par un algorithme de forêt aléatoire basé sur différents sous-ensembles de taille croissante (50, 100, 150, 200, 300, 400, 500, tous). Les meilleures performances et les résultats les plus stables ont été obtenus avec l'apprentissage automatique utilisant les 100 ASVs les plus importants étant pour la plupart reliés à l'ordre des *Clostridiales*. Les valeurs de la corrélation de Spearman (intervalle interquartile) étaient de 0,33 (0,09) et 0,32 (0,06) pour SVM et ENET, respectivement. *Ces valeurs de prédiction restent assez faibles et la méthode nécessite énormément de temps de calcul. La méthode était exploratoire et ne se révèle pas très intéressante pour les évaluations de routine. De plus, la sélection directe sur l'efficacité alimentaire par les méthodes déjà connues (par la consommation résiduelle ou le gain moyen quotidien en régime alimentaire restreint) semble plus efficiente.*

Une expérience de sélection divergente pour la teneur en lipides intramusculaire (FMI) dans les muscles *longissimus thoracis* et *l. lumborum* (*muscles du rable*) a été réalisée chez le lapin pendant 10

génération à l'Université Polytechnique de Valence (Espagne), pour étudier les mécanismes impliqués dans le dépôt de graisse intramusculaire (Zubiri-Gaitán et al.). Le but de cette expérience était d'analyser la réponse corrélée à la sélection sur le métagénome intestinal, afin d'essayer d'élucider le rôle du microbiote et de ses gènes sur les mécanismes évoqués. Des analyses de Partial Least Squares (PLS) et de PLS discriminant (PLS-DA) ont été utilisées pour trouver les gènes microbiens affectés par la sélection. L'analyse PLS est une méthode de régression de moindre carré qui permet d'estimer le lien entre des variables explicatives (les données d'abondance des gènes des différents microorganismes du microbiote) et la variable à expliquer (le gras intra musculaire dont les valeurs divergent entre la lignée basse et la lignée haute). La PLS DA (Discriminant Analysis) est une PLS supervisée qui permet de sélectionner les variables explicatives les plus prédictives. 122 gènes microbiens qui se chevauchaient entre les résultats de PLS-DA (240) et PLS (230) ont été pris en compte, aidant à différencier ceux qui sont réellement liés à la FMI de ceux qui ont été fixés en raison de la dérive génétique, confirmant l'existence d'un lien entre le génome de l'hôte et son métagénome.

*Etude d'ordre académique sans intérêt pour la profession.*

Deux lignées de lapins ont été sélectionnées de manière divergente pour augmenter ou diminuer la variabilité environnementale de la taille de la portée à la naissance (Agea et al.). *Pour aider à la compréhension, diminuer la variabilité environnementale d'un caractère signifie améliorer l'homogénéité de ce caractère.* La diminution de la variabilité de la taille des portées génère des femelles qui semblent plus résistantes et moins sensibles au stress et aux maladies, ce qui constitue un critère de sélection utile pour améliorer la sensibilité environnementale. Les acides gras modulent les fonctions des cellules immunitaires. Les acides gras saturés (AGS) ont un effet inhibiteur sur la prolifération des lymphocytes, les acides gras monoinsaturés (AGMI) exercent un effet protecteur et anti-inflammatoire sur les macrophages, et les acides gras polyinsaturés n-3 (AGPI) affectent la réponse des lymphocytes au moyen de l'IL-1, IL-2, IL-6, TNF ainsi que la prostaglandine E2 et le leucotriène B4. Le profil des acides gras plasmatiques a été évalué chez 10 femelles de la lignée homogène et 12 femelles de la lignée hétérogène de la 12<sup>e</sup> génération de sélection. La lignée homogène a montré des niveaux plus élevés d'AGS et d'AGMI que la lignée hétérogène. En outre, cette lignée avait également une quantité plus élevée d'AGPI n-3 et une quantité plus faible d'AGPI n-6 que celle hétérogène. En conclusion, la sélection pour l'homogénéité de la taille de portée à la naissance montre une réponse corrélée avec le profil des acides gras plasmatiques. *L'amélioration indirecte de la résilience des lapines par une sélection sur l'homogénéité de la taille de portée semble assez étonnante mais cette étude a le mérite de chercher des explications au niveau des paramètres plasmatiques impactés.*

## **2. Génomique et génétique moléculaire**

*Les études d'association et de liaisons génétiques ont pour objectif d'identifier des régions chromosomiques (QTL pour Quantitative Trait Loci), impliquées dans l'expression des caractères d'intérêt. Elles reposent sur la mise en évidence statistique d'un lien entre le génotype de certains marqueurs de l'ADN (marqueurs de type SNP - Single-Nucleotide Polymorphism = polymorphisme d'un seul nucléotide), proches de gènes contrôlant les caractères et la valeur phénotypique de ces caractères. Ces résultats permettent de vérifier que certaines régions du génome contrôlent une partie de la variabilité des caractères et que ces caractères pourraient être améliorés par la sélection génomique. Une sélection de type BLUP sans information aux marqueurs reste toutefois très efficace si les caractères sont héréditaires.*

Trois études portent sur la recherche de QTL. Garreau et al. ont mis en évidence 2 SNP significatifs pour l'indice de consommation et 89 SNP significatifs pour la consommation alimentaire résiduelle, un autre caractère d'efficacité alimentaire. Les 89 SNP significatifs pour la consommation alimentaire résiduelle étaient tous situés sur le chromosome 18 (OCU18), où le gène candidat fonctionnel putatif

GOT1 a pu être identifié. *Ces résultats laissent entrevoir une possible sélection génomique sur l'efficacité alimentaire, même si cela demande davantage d'investigations. Dans le contexte actuel d'instabilité des prix des matières premières, l'apport de la génomique pourrait être un levier intéressant pour accélérer la sélection sur l'efficacité alimentaire.*

Les principales régions génomiques abritant des gènes liés au métabolisme des lipides ont été identifiées dans les chromosomes de lapin (OCU) OCU1, OCU3, OCU8, OCU9, OCU17 et OCU18 par Laghouaouta et al. Sur 475 lapins issus de lignées divergentes sélectionnées sur le taux de gras intramusculaire, les auteurs ont identifié des régions génomiques abritant des gènes liés au métabolisme des lipides dans les chromosomes de lapin (OCU) OCU1, OCU3, OCU8, OCU9, OCU17 et OCU18. *Etude non appliquée, qui permet d'accroître notre connaissance sur le génome du lapin.*

Casto-Rebollo et al. ont identifié les régions génomiques modifiées par la sélection sur la variabilité de la taille de portée. Pour cela, les génotypes de 91 lapines de la population de base, 142 de la lignée avec une forte variabilité de la taille de portée et 134 de la lignée avec une faible variabilité de la taille de portée à la génération 11 ont été utilisées. Une analyse de séquençage du génome entier (WGS) a été réalisée sur 54 animaux à la génération 10 pour mettre en évidence les gènes présentant des mutations fonctionnelles. Les auteurs ont identifié 311 gènes candidats présentant une mutation fonctionnelle pertinente. 107 d'entre eux avaient des fonctions liées à la réponse au stress, à la reproduction et au développement embryonnaire, au métabolisme des glucides et des lipides et/ou au système immunitaire. Des mutations fonctionnelles fixées dans l'une des lignées de lapin et absentes dans l'autre ont été identifiées dans les gènes C3orf20, GRN, EPCAM, ENSOCUG00000017494, ENSOCUG00000024926, ENSOCUG00000026560, MYLK, HECA et NMNAT3. Cependant, les implications réelles de ces gènes pour la variabilité de la taille de portée et la résilience animale doivent encore être démontrées. *Cela nécessite une analyse fonctionnelle de chacune des mutations voire de l'association de ces mutations.*

*La sélection génomique repose sur une méthode d'évaluation génétique basée sur un très grand nombre de marqueurs SNP (plusieurs dizaines ou centaines de milliers). On peut prédire un phénotype (ou plus exactement une Valeur Génomique) sur de jeunes candidats à la sélection pour lesquels on dispose uniquement de l'information de génotypage. En comparaison avec une sélection classique utilisant le BLUP, chez le lapin, il est attendu de la sélection génomique un accroissement du progrès génétique par la meilleure précision de l'évaluation génétique (grâce à l'apport d'information moléculaire à forte densité).* Piles et al. ont comparé la précision de la prédiction du gain de poids moyen quotidien (GMQ) à partir de génotypes de type SNP, en utilisant une méthode appelée Support Vector Machine (SVM) et le meilleur modèle de prédiction linéaire sans biais (GBLUP) comme référence. Les meilleures performances de prédiction ont été obtenues avec SVM avec un sous-ensemble de 1000 SNP. Dans ce cas, la valeur de la corrélation entre valeur prédite et valeur vraie était 0,34 avec un intervalle interquartile (IQR) assez élevée de 0,20 pour ce paramètre. Lorsque la prédiction a été effectuée en utilisant GBLUP avec tous les SNP, la valeur de la corrélation entre valeur prédite et valeur vraie était de 0,28 avec un IQR de 0,12. Le sous-ensemble sélectionné de SNP qui ont été identifiés pourrait être potentiellement utilisé dans la sélection pour accélérer le progrès génétique sur le GMQ.

Deux études ont porté sur le déterminisme de la coloration du lapin. Dans la première étude, Utzeri et al. ont caractérisé le gène TYR chez le lapin en séquençant environ 2000 paires de bases englobant toutes les régions codantes et les régions flanquantes (*séquences régulatrices*) chez un total de 25 lapins de 11 races domestiques (2 lièvre belge, 2 fauve de Bourgogne, 3 californien, 3 Argenté de Champagne, 2 Géants Chinchilla, 1 Géant Gris, 1 Havane, 2 Leprino di Viterbo, 4 Néo-Zélandais Blanc, 2 Argenté et 3 Blanc de Vienne) et 11 autres lapins sauvages chassés en Sardaigne. Les données de séquençage ont identifié un total de 15 mutations. Cinq mutations "faux-sens" avaient déjà été détectées dans d'autres études, dont trois associées à différents phénotypes de couleur de pelage : p.T373K déterminant l'allèle albinos ; p.E294G provoquant l'allèle himalayen et chinchilla ; p.T358I observé uniquement chez les lapins Chinchilla. En plus de sept autres mutations synonymes et d'un

polymorphisme dans la région 3'-non traduite (UTR), deux nouvelles mutations "faux-sens" (une identifiée uniquement chez les lapins sauvages) ont été identifiées. Cette étude a en outre contribué à révéler la variabilité du gène TYR dans différentes populations de lapins et a confirmé l'effet de mutations fonctionnelles à ce locus.

*Note De Lebas Référent : En génétique, une mutation faux-sens ou substitution non synonyme est une mutation ponctuelle dans laquelle un nucléotide d'un codon est changé, induisant le changement de l'acide aminé associé. Ceci peut rendre la protéine traduite non fonctionnelle, si les propriétés du nouvel acide aminé sont différentes.*

Dans la deuxième étude Demars et al. ont identifié plusieurs SNP significatifs marquant des loci déjà connus pour affecter la couleur du pelage ainsi que dans quelques autres régions chromosomiques non encore décrites pour affecter ce phénotype chez le lapin (par exemple une région génomique sur le chromosome 14). *Ces études permettent d'enrichir nos connaissances sur le déterminisme de la couleur du pelage, sans réelle application pour notre filière.*

*Deux autres études de génétique moléculaire ont une portée académique ou exploratoire, leur intérêt est plus scientifique qu'appliqué.* Iannucelli et al. proposent de capturer l'exome (*la partie du génome correspondant aux gènes qui s'expriment pour la synthèse des protéines*) du lapin en utilisant le panel humain commercialisé puisque les génomes humain et lapin sont étroitement liés sur l'arbre phylogénétique des espèces. La qualité de l'hybridation a permis la capture de l'exome du lapin et a permis un ensemble de données de 40 000 variants. Cette méthode présente également une opportunité unique d'étudier à la fois (i) la diversité génétique de différentes races de lapins et (ii) le déterminisme mendélien de phénotypes spécifiques chez les lapins sans avoir recours à des outils personnalisés coûteux.

Les micro-ARN sont une catégorie de petits acides ribonucléiques (ARN), non codants pour des protéines. Ils interviennent principalement dans la régulation de l'expression des gènes. Kai et al. ont utilisé la technologie de séquençage Illumina pour effectuer le séquençage de micro-ARN sur trois lapins mâles adultes de sept mois, visant à évaluer la qualité du séquençage à haut débit dans l'exploration de données de miARN de testicules de lapin et à explorer les caractéristiques biologiques de miARN dans les tissus des testicules. Les résultats montrent que la qualité, la pureté de l'ARN total et l'intégrité de l'ARN total étaient bonnes, ce qui peut répondre aux exigences de construction d'une petite bibliothèque d'ARN.

### **3. Gestion et effets de la consanguinité**

*La consanguinité résulte de l'accouplement d'individus apparentés. La principale conséquence de l'augmentation de la consanguinité est l'augmentation de l'homozygotie, c'est-à-dire l'augmentation de la fréquence des gènes pour lesquels l'allèle reçu du père est identique à celui de la mère. Il en résulte une augmentation de la fréquence de défauts héréditaires récessifs ainsi qu'une dépression de consanguinité qui se traduit par une diminution des performances, en particulier pour les caractères de reproduction et d'adaptation.*

Deux équipes se sont intéressées à l'effet de la consanguinité sur les performances. Piles et al. ont estimé la dépression de consanguinité pour les caractères de croissance et de prolificité dans une population de lapins sélectionnés pour leur GMQ sur 60 générations. Les effets de la consanguinité ancienne, intermédiaire et nouvelle (Fold, Fint, Fnew), ainsi que la consanguinité classique (c'est à dire total cumulé) (F) ont été estimés pour le gain de poids moyen quotidien (GMQ), le poids d'abattage (SW), le nombre de lapereaux nés vivants (NA), le nombre total de lapereaux nés (NT) et le nombre de lapereaux sevrés (NW). Les auteurs ont montré une nette dépression due à la consanguinité pour tous les caractères de croissance et de prolificité (-10 g/j, -506 g, -7,4 lapereaux, -6,2 lapereaux et -6,2 lapereaux pour GMQ, SW, NA, NT et NW, respectivement sur F). L'effet de Fold et Fint était nul alors qu'il était négatif pour Fnew, sur la croissance mais pas sur les caractères de prolificité. Ces

résultats suggèrent la possibilité d'une purge par sélection d'allèles récessifs délétères affectant la croissance.

Nagy et al. ont étudié l'effet de la consanguinité sur la survie des lapereaux à la naissance. La période analysée (1992-2017) a été divisée en deux périodes (1992-1997 et 1997-2017). Au total, 22718 enregistrements de mise bas ont été analysés. Les coefficients de régression estimés pour les coefficients de consanguinité des lapereaux et pour les mères étaient de  $-0,20 \pm 0,27$  et  $-0,41 \pm 0,36$ , et  $0,05 \pm 0,08$  et  $-0,01 \pm 0,09$  dans les première et deuxième périodes, respectivement. En raison des grandes erreurs types, les résultats n'étaient pas significatifs.

*Ces deux communications étudient les effets délétères de l'augmentation de la consanguinité dans des populations fermées, sélectionnées depuis de nombreuses années. C'est pour cela que des outils sont mis en place chez les sélectionneurs au niveau des lignées pures pour réaliser du progrès génétique tout en contrôlant la consanguinité. De plus, la production d'animaux croisés dans nos schémas de sélection (animaux parentaux et produits terminaux) permet d'annuler les éventuels défauts héréditaires récessifs.*

Herbert et al. ont appliqué une méthode appelée Optimum Contribution Sélection (OCS). Elle maximise le gain génétique tout en limitant l'augmentation de la consanguinité via une équation d'optimisation. Cette optimisation se fait lors de la sélection des candidats au moment du sevrage et prend en compte leur degré de parenté, leur contribution à la population et leur valeur génétique. *Cette méthode semble prometteuse pour augmenter le progrès génétique sous une contrainte d'évolution de consanguinité fixée.*

#### **4. Caractérisation et gestion des populations**

*Le congrès mondial de cuniculture est traditionnellement une occasion privilégiée pour décrire des races, des génotypes ou des populations locales, en particulier pour les pays du Sud. Ces résultats, précieux pour les filières locales concernées, apportent un intérêt limité pour les éleveurs français. Ils ne seront donc que brièvement évoqués.*

Des races ou populations de France et Hongrie et du Nigéria ont été décrites. Nous décrivons ici essentiellement la caractérisation du Fauve de Bourgogne (11 mâles et 37 femelles) par Savietto : Sous un rythme de reproduction de 42 jours, les performances de reproduction étaient faibles. Les taux de fécondité étaient en moyenne de 60 % et la taille des portées à la naissance était en moyenne de 4,3 nouveau-nés. En moyenne, les femelles ont sevré (à 35 jours) 3,4 lapereaux pesant 720 g. En l'absence de supplémentation en antibiotiques, la survie des lapereaux à l'âge de 65 jours atteignait 83% et les animaux en croissance atteignaient 1649 g à cet âge. *Cette étude illustre bien que les performances de ces populations sont très éloignées de nos standards de production.*

#### **5. Conclusions**

Le rapport de synthèse a présenté des applications concrètes de sélection sur des critères fonctionnels en lien avec les attentes sociétales (longévité de la lapine, résistance aux maladies, homogénéité des poids de naissance et des tailles de portée). Les communications sur la sélection des caractères étaient plutôt portées sur la recherche de facteurs d'évaluation de ces caractères, par exemple par l'étude de paramètres sanguins pour la résistance aux maladies ou encore par l'étude du microbiote pour l'efficacité alimentaire. Une seule communication a fait état de l'amélioration des qualités maternelles avec une approche complémentaire sur l'étude du comportement. On peut souligner par ailleurs l'absence de communication sur la qualité de carcasse, bien représentée lors de l'édition précédente.

La génétique moléculaire et la génomique ont été les thèmes les plus exposés. La majorité des études ont porté sur la recherche de QTL et sur l'étude de mutations pour apporter des éléments de compréhension sur la caractérisation des phénotypes. La plus intéressante pour notre filière est

probablement celle de Garreau et al. qui laisse entrevoir des perspectives de sélection génomique sur l'efficacité alimentaire. Toutefois, même si la génomique semble aujourd'hui plus accessible avec notamment la réduction du prix des puces, la technologie semble encore trop onéreuse pour notre filière.

Plusieurs communications ont fait état de la gestion de la consanguinité et de ses dérives, qui restent des points de vigilance au niveau de la sélection des lignées pures.

Enfin, on peut regretter globalement le nombre important de communications académiques, dont les résultats n'ont pas d'application concrète dans nos métiers, mais qui ont toutefois leur place dans ce congrès, le lapin étant un modèle animal pour la recherche expérimentale.

## Ethologie et Bien-être

par

Laura Warin \*, Gérard Couraud \*\* et François Menini \*\*\*

\* ITAVI, L'orfrasière, 37380, Nouzilly, France

\*\* Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon, CNRS UMR 5292, 69650 Bron, France

\*\*\* MIXSCIENCE, Service Nutrition du Lapin, 2 avenue de Ker Lann, 35170 Bruz, France

La session comportement et bien-être a rassemblé 18 communications (9% du total), toutes européennes et assurées par la France (9), les Pays-Bas (2), l'Italie (2), le Brésil (2), l'Espagne, la Hongrie et la Belgique. 3 communications françaises ont été faites par l'INRAE en collaboration avec un consortium (3L) regroupant les différents maillons de production, des ONG, association de consommateur et distributeurs alimentaires. Outre les publications de la session concernée, cette synthèse intègre également les résultats de 2 études des sessions Elevages et économie et session ouverte (sur la production biologique et le système de logement en cellules souterraines).

### 1. Le logement des lapins

Le logement a été au cœur de débats européens depuis 2021 avec une initiative citoyenne « End the Cage Age » (pour une nouvelle ère sans cage) invitant la Commission Européenne à proposer une législation interdisant l'utilisation de cages pour plusieurs espèces dont le lapin. Dans ce contexte, De Greef et Rommers (2021) ont présenté une synthèse des avancées réalisées aux Pays-Bas en matière de logement. Les différentes voies pour répondre aux demandes sociétales ont été évoquées : initiative volontaire de la filière, réglementation, cahier des charges des distributeurs. Les initiatives volontaires sont en général adoptées et deviennent à terme obligatoires. D'après l'expérience des Pays-Bas, il est fondamental que toutes les parties prenantes échangent afin d'identifier une solution qui soit un compromis accepté par chacun (« no one is really happy, but it's a compromise »).

Après avoir rappelé que les pays du nord-ouest de l'Europe se sont intéressés en premier à l'amélioration des logements des animaux d'élevages et que le logement du lapin a très peu évolué durant les 20 dernières années contrairement aux pratiques et résultats (reproduction, nutrition, alimentation, sanitaire), les auteurs ont détaillé la progressivité de mise en place d'innovations. Une solution « simple » telle que le repose pattes en plastique a été instaurée suite aux pressions sociétales (100% des logements de femelles en 2016 aux Pays-Bas). Par la suite, la cage « bien-être » a été mise en place suite aux pressions législatives nationales, dans un contexte de crainte d'une interdiction de la cage standard et de recherche d'amélioration de performances. La mise en place du parc en engraissement a été possible suite aux demandes et plus-values du marché Belge. Aux Pays-Bas, le système de logement de femelles en groupe à temps partiel a du mal à se développer malgré certaines plus-values et encouragements d'associations welfaristes.

*De Greef et al (2021) ont rappelé qu'aujourd'hui 100% des élevages hollandais utilisent des parcs ou cages enrichies « bien-être » contre 100% en cages standards en 2000 (100 à 150 élevages). Il est dommage qu'il n'ait pas aussi rappelé le faible nombre d'élevages restants (40 élevages en 2022 aux Pays-Bas selon la publication de Rommers et al (2021)).*

## 1.1. Enrichissement du logement

### 1.1.1. Type de sol

Selon De Greef et al (2021), contrairement à l'augmentation du diamètre de fil de grillage (sans effet), le repose patte en plastique (900 cm<sup>2</sup> minimum) clipsé sur fil de 3mm réduit les lésions sévères aux pattes de types pododermatites, tel que démontré par Rommers et al (2021) en observant 400 lapines dans 4 élevages (43% de lapines en score 0 et seulement 2,5% en score 3, **Figure 1**)

**Figure 1 :**



*On peut regretter dans l'étude de Rommers et al (2021) l'absence de comparaison de lapines logées en cages « témoins » sans repose patte (cela avait été comparé par Rommers et Jong en 2011). A noter que l'étude de 2011 faisait état de 81,3% de lapines sans lésions aux pattes en rang 5 contre environ 60% cette fois-ci => davantage de lésions en 2022, effet élevage, effet logement, effet évaluateur ?*

*Dans certains élevages français le repose patte n'est utilisé que partiellement pour soigner des lapines présentant des blessures/débuts de blessure. D'ailleurs Rommers (2011) avait montré qu'il était particulièrement efficace pour des lapines plus âgées de rang >3. Il serait donc intéressant de pouvoir évaluer le niveau de lésions selon cette pratique (témoin /vs repose patte à la demande/ vs 100% de repose patte).*

Huang et al (2021) ont évalué la préférence des lapines et des lapereaux en maternité entre un sol en grillage ou caillebotis plastique. Les observations faites 4 fois/semaine durant 2 cycles ont montré que la majorité des lapines était sur le sol en plastique (62%). La fréquence d'utilisation du caillebotis par les lapines (55 à 71% selon les groupes) se réduit entre la semaine 1 et la semaine 5 après mise-bas (de 68% à 60%) qui laissent la place aux lapereaux, préférant eux-mêmes le caillebotis (65%). *Les auteurs n'ont pas étudié l'impact de la proximité entre les 2 types de sols et les autres éléments (mangeoires, accès au nid/terrier, plateforme...).* *Ne serait-il intéressant d'alterner l'emplacement des 2 sols pour quantifier cet éventuel impact ?*

Par ailleurs, une plaque à gratter (15 x 25 cm) placée sur le sol s'est avérée peu utilisée par les lapines mais les auteurs précisent que les observations faites de jour et épisodiquement ont limité l'évaluation des comportements. *Quel était l'emplacement de cette plaque ?*

Dutra et al (2021) ont mis à disposition de mâles de 90j un carreau d'argile (terre cuite) ou de grès (céramique) en fond de cage. Les lapins se reposent plus sur cet enrichissement que sur le grillage. Ces enrichissements réduisent la température des animaux (-3,1°C au niveau des oreilles) et le carreau en grès réduit la fréquence respiratoire (-10,7%). *Attention, cet essai a été réalisé avec seulement 3x15 lapins, et les auteurs n'ont pas précisé la température ambiante (intérêt en été ?).* *De plus un tel enrichissement serait peut-être compliqué à utiliser dans nos élevages français de taille plus importante (manutention, zone plus sales en sol plein ?, utilisation en engraissement avec plusieurs animaux ?).*

### 1.1.2. Plateformes (PF)

L'utilisation de plateformes surélevées en plastique (PF) a été testée dans plusieurs essais, peu comparables entre eux du fait de dimensions et de positionnements différents de matériel.

Fortun-Lamothe et al (2021) ont observé le % de lapins d'engraissement présents sur 4 PF (4 cages connectées, cf. concept en 1.3.3). 18,5% des lapins occupaient les PF tout au long de l'engraissement, pour une montée/descente toutes les 11 min/lapin à 62j d'âge (surface de 600 cm<sup>2</sup>/lapin/au sol). Ils tendaient à occuper davantage les PF de logements centraux que latéraux (20% vs 16,9%). Le taux d'occupation était plus élevé que lors d'une précédente étude (3%) peut-être en raison de la disposition latérale des PF dans les cages (*et probablement aussi en raison de la surface élevée de PF, 38,8% de la surface totale ?*).

Ce type de logement a été également testé en maternité, pour des lapines logées :

-individuellement (Huang et al (2021)) avec 32% de lapines utilisant les PF. Les primipares occupent d'avantage la PF que les multipares (35% vs 23%). Les PF sont globalement plus utilisées par les lapines les 2 dernières semaines avant sevrage (environ +20%), probablement pour s'isoler des lapereaux sortant du nid.

-en groupe (Laclef et al (2021)), les 5 « sœurs de lait » occupaient moins la PF (-5,7%) que les témoins individualisés, malgré des déplacements verticaux plus fréquents (3x plus pour les femelles en groupe).

*L'occupation de la PF n'aurait-elle pas été influencée par la localisation des trappes de passage positionnées en bout de PF (rencontre possible de 2 animaux à ce niveau) ?*

*D'autres essais ont été réalisés avec 25% de la surface totale dédiée à une PF contre 38,8% ici. Ne faudrait-il pas se questionner sur le % minimum de PF permettant l'expression des comportements naturels tout en tenant compte des contraintes d'encombrement/de manutention ?*

### 1.1.3. Terriers/Nids

Dans la rabouillère décrite par Rödel (2021) abritant sur 2 hectares 30 à 70 lapins de garenne adultes, des compétitions s'installent pour l'accès au terrier central de meilleure qualité que les périphériques. Le terrier/nid devient ainsi une convoitise et l'annexion s'accompagne parfois d'infanticides (2 à 6% des portées) perpétrés par des lapines âgés (3-4 ans). Les agressions sont plus fréquentes à l'approche des mises-bas, lorsque les lapines construisent nid et terrier.

Fortun-Lamothe et al (2021) ont observé en logements collectifs (4 boîtes à nids transformés en « terrier ») une occupation croissante des terriers avec l'âge (2% des lapins en semaine 1 et jusqu'à 12,1% en semaine 5). En maternité, Huang et al (2021) ont enregistré une faible présence de femelles en groupe dans les terriers (1 ou 2,2% de femelles) avec une plus forte utilisation lors de leur regroupement de J13 à J22 (2,1% ou 3,1%).

*L'occupation des terriers en début d'engraissement (2%) et en maternité (2-3%) semble assez faible. Est-ce lié au type de logement, de terrier, à l'ambiance, à l'exploration, à l'influence des autres enrichissements du logement comme la plateforme ? Y-a-t-il une influence de l'observation directe des positions de jour et non de nuit ? Les lapines blessées, apeurées sont-elles davantage dans les terriers ?*

## 1.2. Femelles logées en groupe (individuellement en Bio)

### 1.2.1. A l'extérieur

Les performances de femelles logées à l'extérieur (individuellement) selon le cahier des charges biologiques Français, dans 6 élevages pendant 3 ans, ont été synthétisées par Huang et al (2021) (session élevage et économie) en s'aidant de l'application GAELA. Les résultats sont variables selon les élevages et les auteurs soulignent les marges de progrès possibles (56 à 77,2% de fertilité, 3,9 à 9 nés vivants/portée selon les élevages).

*A noter une grande variabilité des systèmes en taille d'élevage (9 à 70 femelles), âge au sevrage (42.5 à 74.2 jours) et autres critères (logement, prophylaxie) qui peuvent expliquer cette hétérogénéité de résultats.*

Rödel et collègues (2021) ont étudié durant plus de 20 ans les comportements de lapines de garenne vivant en semi-liberté.

<b>Facteurs augmentant les interactions agonistiques entre femelles adultes (garenne)</b>	<b>Impacts des interactions agonistiques sur les performances des femelles adultes (garenne)</b>
Densité : taille de population importante (compétition pour l'accès aux terriers et nids et non pour l'alimentation).	Le nombre de portées/femelle/an décroît avec la hausse de densité (nombre d'individus par hectare) : moins de 3 portées/an lorsque l'effectif dépasse les 20 individus/hectare.
La proximité des terriers/nids : les affrontements augmentent (plus du double) lorsqu'une femelle s'approche à moins de 10 mètres du nid d'une autre femelle	Les femelles devenues dominantes tôt vivent en général plus longtemps et ont une meilleure reproduction et survie de leur progéniture.
La reproduction de femelles à la même période (ex : printemps) augmente les attaques et les blessures chez les mâles et femelles. Si les femelles mettent bas à des périodes différentes (> 2 jours d'écart entre les mises-bas), les comportements agonistiques augmentent.	Baisse des performances de reproduction (nombre et taille de portées) à une densité élevée (chez les femelles dominantes et dominées, avec un niveau de stress plus élevé pour les dominées (évalué selon le niveau d'hormone corticostérone).
Le rang social des femelles (qui dépend essentiellement de leur âge : dominante avec des lapines de $\geq 4$ ans jusqu'aux dominées avec des jeunes lapines d'1 an).	La mortalité augmente (10 à 36%) lorsque les femelles préparent tardivement leur nid (dernières 24h prépartum) probablement en raison d'un environnement social défavorable.
La pyramide des âges du groupe (comportements d'évitements et de déplacements avec des femelles d'âges différents, voire poursuites et bagarres lorsque les âges sont <u>moins hétérogènes</u> avec des femelles de même âge en conflit ( <i>pour trouver leur place ou rang de dominance ?</i> ))	Les infanticides sont rares (2 à 6% des portées par saison) mais existent => femelles adultes qui essaient de déloger d'autres femelles pour s'accaparer leur terrier (grattage de nid d'autrui en présence de nouveaux nés souvent les premiers jours post-partum.).

*Cette étude est intéressante car complète et la connaissance des comportements exprimés en nature est très utile. Certaines limites demeurent pour une transposition à l'élevage:*

*- l'espace mis à disposition des animaux (2 hectares, 400m<sup>2</sup>/fem) plus élevé qu'en élevage. Difficile d'éloigner les « nids » à plus de 10 m les uns des autres dans nos élevages !*

*-l'influence des saisons et des conditions météorologiques qui n'est pas la même en bâtiment d'élevage (reproduction concentrée certaines saisons à l'état sauvage).*

*-la taille, le nombre de groupes sociaux et la présence de mâles (7 à 10 groupes sociaux composés de 1 à 8 femelles et 1 à 4 mâles), non transposable en élevage.*

*-hormis le nombre de lapereaux/portées, les performances comme le poids des nouveau-nés et sevrés, la mortalité/causes de mortalités des jeunes et adultes ne sont pas notés. Les conséquences des blessures (infection, décès...) infligés entre animaux ne sont pas décrites.*



Selon Rödel (2021), en nature et en extérieur, la présence de frères et de sœurs de portées de de garenne augmente les interactions positives entre eux ainsi qu'avec les issus de portées différentes. Les sœurs élevées ensemble ont une reproduction plus précoce (-2 sem) et un niveau de stress (déterminé par la concentration de corticostérone) et d'infection parasitaire (nématode intestinal) réduits. En élevage, Laclef et al (2021) ont suivi pendant 2 cycles le regroupement de lapines « sœurs de lait » élevées ensemble depuis leur naissance, individualisées de MB-4 à +17j, à chaque cycle. Leur mortalité a été plus élevée en groupe (34% vs 0%), avec davantage de blessures (68% de femelles, 19% assez sévèrement). A l'inverse, peu de blessures ont été observées chez les femelles groupées avant leur 1<sup>ère</sup> MB (2% de blessure grave contre 19 à 27% ensuite). L'hébergement collectif de jeunes « sœur de lait » serait donc possible dans un logement cloisonné de grande taille jusqu'à la première MB. Après individualisation au cours de la MB, le regroupement serait préjudiciable à la santé des animaux donc à éviter même avec des femelles élevées ensemble dès la naissance.

*Ces études en élevage (tout comme celle de Rödel en nature) confirment que l'élevage de sœurs de lait stabilise le groupe au moins jusqu'à la première mise-bas avec davantage d'interactions sociales positives et moins d'interactions agonistiques. La stabilité du groupe s'interrompt lors du regroupement en élevage. Dommage que l'étude de fratrie en nature ne se soit pas prolongé sur les cycles suivants afin de déterminer si ces interactions sociales positives se maintiennent dans le temps.*

*Rödel précise à juste titre que dans son étude les groupes de sœurs restées ensemble à la sortie du nid se sont fait spontanément et par affinité (certaines sœurs se sont spontanément dispersées). Ce regroupement spontané serait difficile à mettre en place en élevage où le choix de regroupement de sœurs est fait par l'éleveur. Un mélange aléatoire ne garantit en aucun cas l'affinité intrinsèque que peuvent avoir les animaux.*

*Il serait bon de comprendre pourquoi l'infection aux parasites est plus faible en fratrie (moins de stress et d'immunodépression évoqué par l'auteur, mais qu'en est-il du niveau de contamination intra et inter-portée de départ ?)*

Trocino et al (2021) ont testé si la non introduction de nouvelles femelles dans un groupe « stable » vs un groupe « instable » (changement d'une lapine chaque semaine) diminuait les agressions. Le même nombre d'interactions négatives apparaît au moment du regroupement quel que soit la stabilité du groupe. A 19 j, les agressions sont plus élevées pour les groupes instables mais restent faibles (0,67% vs 0,04%) rejoignant les conclusions de Rödel (2021).

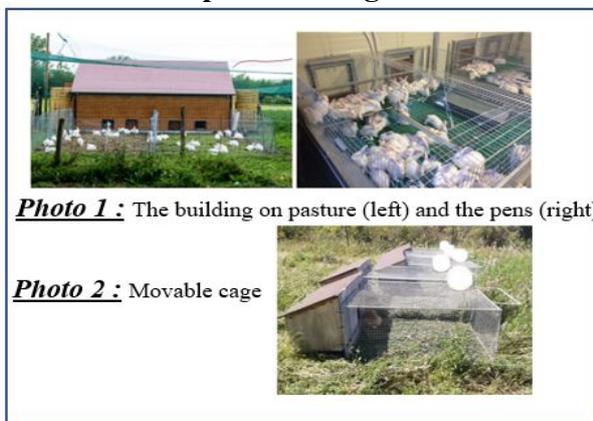
*Le non-renouvellement des femelles à réformer (groupe stable) est une solution difficilement envisageable en élevage (maintien de la taille de cheptel et du progrès génétique...) et cela ne réduirait pas les bagarres notamment lors du regroupement.*

Gerencsér et al (2021) ont testé une zone commune en plus de cages individuelles reliées par un tube d'accès et la présence de cloisons pleines (et non grillagées) au niveau des cages individuelles. Ces 2 aménagements n'ont pas réduit les agressions (>56.2% de blessées). L'absence de contact visuel générée par les cloisons pleines incite les lapines à sortir davantage du logement individuel mais cela se traduit par +de blessées (68,7%). Cet aménagement prévoyait abreuvement et alimentation à chaque endroit individuel ou collectif.

### 1.3. Lapins en croissance en logements alternatifs à la cage

#### 1.3.1. Logements avec accès à l'extérieur sur un parcours végétalisé

L'étude de Fétiveau et al (2021) a porté sur 299 lapins élevés en mobigarennes (cabanes mobiles de 30 m<sup>2</sup> équipées de parcs extérieurs de 23.2m<sup>2</sup>; *photo 1*). L'idée était d'évaluer l'effet de l'accès à l'extérieur et de la densité sur les comportements et les performances, en comparant des densités de 9 à 17 lapins/m<sup>2</sup> en intérieur. *L'effet densité est ici confondu à l'effet taille de groupe puisque les groupes élevés à plus haute densité étaient de 50 contre 25 lapins pour les groupes élevés à plus faible densité.*



Goby et al (2021) ont étudié le système sous Agriculture Biologique avec 2 densités distinctes (1 à 3 lapins par cage, soit de 1.2 à 0.4m<sup>2</sup>/lapin; *photo 2*) en évaluant l'effet de la densité sur la consommation d'herbe et la croissance. Dans ce type d'élevage, les cages sont déplacées tous les jours pour offrir aux animaux des surfaces herbagées en continu.

Dans les mobigarennes, toute la végétation de la prairie a été consommée au bout de 17-27j. La surface extérieure proposée semble insuffisante pour permettre une consommation de l'herbe jusqu'à l'abattage. *Un système de rotation des parcours pourrait être envisagé ?*

C'est ce qui est proposé dans les systèmes en Agriculture Biologique. Ainsi, Goby et al (2021) ont mesuré la consommation d'herbe journalière/lapin. La densité actuelle établie dans le CDC Bio ne permet pas de couvrir la capacité de consommation d'herbe des lapins. Fétiveau et al (2021) rapportent qu'une surface de 0.6m<sup>2</sup>/jour/lapin permettrait de couvrir les capacités d'ingestion d'herbe des lapins en croissance. Il faut veiller à la qualité nutritionnelle de l'herbe et un apport de granulés (60g/jour/lapin) permettant d'accélérer la croissance.

Concernant les **performances**, la vitesse de croissance se détériore lorsque les lapins ont accès à un espace extérieur (-3,6 g/j) et lorsque la densité augmente (-1,2 g/j). Avec une consommation d'aliment identique avec ou sans accès à l'extérieur, les auteurs supposent que l'activité physique plus importante des lapins élevés avec accès extérieur pourrait générer ces différences. Une tendance d'augmentation de **mortalité** s'observe avec accès en extérieur (7,33 % vs 2,68%). Concernant **l'activité**, les lapins mettent plus de temps à sortir le matin, et seuls 1% d'entre eux sortent à 62 j contre 15% à 34 j (manque de motivation ?).

*L'état du parcours extérieur pourrait aussi expliquer ces % puisque dès 17 voire 27j, toute l'herbe a été ingérée. Il serait utile de quantifier l'utilisation du parcours après ces 17-27j (plus faible ?). Se pose alors la question de l'intérêt de l'accès extérieur en absence d'herbe. De plus, il serait intéressant d'étudier l'impact de la température sur la sortie.*

Davantage de lapins inactifs sont observés en intérieur qu'en extérieur (66 vs 34%). Inversement, ils se déplacent plus dehors (20%) que dedans (8%). L'accès à un parcours extérieur stimule donc leur activité (environnement stimulant). Le pic d'activité se situe en fin de journée (38% de lapins inactifs contre 67% en début d'après-midi), ce qui est cohérent avec la bibliographie.

D'après ces études, l'accès à un parcours extérieur présente un intérêt comportemental pour les lapins. Cependant, les densités et rotations des logements doivent être adaptées pour maximiser l'utilisation de l'espace extérieur et équilibrer les performances.

*La densité maximale testée en mobigarenne et les croissances sont relativement faibles (36,4 kg/m<sup>2</sup> et 28 g/j). Il est donc difficile de comparer les performances à des références d'élevage en bâtiments (45kg/m<sup>2</sup> et plus de 40 g/j). C'est malgré tout un premier essai intéressant qui permet de mieux comprendre les différences de comportement des lapins entre intérieur et extérieur. Il serait*

*intéressant de répéter cet essai dans des conditions moins favorables (température, humidité) et de collecter des informations sur la facilité de gestion d'un tel système au quotidien (ex : nettoyage, chargement).*

### **1.3.2. Logements avec accès à l'extérieur sans parcours végétalisé**

En France, WISIUM a développé en station expérimentale un système permettant aux lapins d'avoir accès à l'extérieur dans une zone couverte, similaire aux jardins d'hiver ou préaux utilisés en élevage de volailles : le système Wellap®. Ce système est constitué d'un espace intérieur de 4m<sup>2</sup> et d'un espace extérieur couvert de 8m<sup>2</sup>. Chaque logement héberge 50 lapins, ce qui équivaut à une densité de 800cm<sup>2</sup>/lapin en intérieur.

Concernant les performances citées par Guéné-Grand et al (2021), les lapins pesaient en moyenne 2,341 kg à 70 j, soit -219 g/lapin par rapport aux données de référence (2,560 kg pour la souche Hyplus PS19xPS59). Cet écart peut être attribué à une activité des lapins plus importante dans le système Wellap® (aliment sécurisé faiblement énergétique) et une restriction alimentaire élevée. *Sans comparaison avec des contemporains en logement standard, il est difficile de conclure sur la baisse ou non de performances de croissance, comme cela a été montré en Mobigarenne. L'indice de consommation cité ici (~4.5/4.6, calculé par enclos) est plus élevé que les IC en bâtiment d'élevage (~3).*

Une très faible mortalité a été constatée (4 morts parmi 300 lapins). Les auteurs attribuent cette mortalité à l'utilisation de litière (copeaux de bois) dans la moitié des logements. *Attention cependant car les effectifs sont faibles pour conclure.* Davantage de lapins malades apparaissent avec les copeaux de bois *mais sans détails supplémentaires donnés. A noter que ces essais ont été réalisés avec utilisation de coccidiostats dans l'aliment sans citer de dénombrement d'ookystes et présence symptomatique de coccidiose.*

Des observations par vidéos ont été réalisées (de jour comme de nuit) pour appréhender l'activité des lapins. *Cependant les données vidéo ne prennent pas en compte les 10 premiers jours post-sevrage, phase d'adaptation des lapins à leur nouvel environnement, ce qui est dommage.* En moyenne, 13% des lapins étaient présents à l'extérieur du système Wellap®, ce qui est faible. Des observations complémentaires en direct et en journée ont mis en évidence que les lapins sortaient dehors surtout le matin (30% dehors à 8h30) vs en fin de matinée (4.9% à 11h) ou dans l'après-midi (15.6% à 15h30). Les vidéos ont pointé un pic d'utilisation de l'espace extérieur à 18h (28% des lapins dehors). Les lapins n'étant pas marqués, il était impossible de savoir si c'était toujours les mêmes qui sortaient ou non.

Le pourcentage de lapins en extérieur augmente avec l'âge des animaux (de 8 à 20% entre 36 et 74 j). *Ceci est contraire aux observations réalisées en mobigarenne où les lapins sortent moins en extérieur avec l'âge. Si l'espace extérieur de la mobigarenne semble avoir perdu en intérêt au fil du temps (herbe consommée en intégralité), l'espace extérieur Wellap® semble attirer les lapins tout au long de la période d'élevage (attention : pas de données sur les 10 premiers jours après sevrage).*

Les auteurs n'ont pas réussi à établir de lien entre la sortie des lapins et la température extérieure, mais ont observé que lorsque la température intérieure augmentait les lapins utilisaient davantage l'espace extérieur. *Il serait intéressant de répéter ces suivis à différentes périodes pour étudier plus précisément l'impact des saisons, l'effet température, hygrométrie et les besoins éventuels de chauffage.*

Enfin, davantage de lapins utilisent l'espace extérieur dans les logements avec copeaux de bois, ce qui suggère un inconfort du sol en intérieur (humidité de la litière) qui inciterait les lapins à sortir davantage.

Des **comportements** plus spécifiques ont également été vidéo-observés (interactions entre lapins suivies tout au long de la journée). Les redressements, comportements de vigilance exprimés pour détecter un éventuel danger et y réagir sont plus exprimés à 3h et à 23h. Enfin, les lapins rongent peu le bloc à 12h30 et 18h, probablement car ces heures suivent la distribution de l'aliment, ce qui implique que les lapins sont rassasiés. Les blocs à ronger ont été consommés à raison de 0.740 g/j/lapin (en moyenne). *Il serait intéressant de comparer la fréquence d'observation de ces comportements en intérieur vs extérieur (utilisation différenciée des blocs ?). De plus, l'utilisation*

*d'autres enrichissements n'a pas été décrite (tuyaux, plateformes). Il serait intéressant de poursuivre l'analyse des vidéos pour consolider les acquis sur l'intérêt de ces équipements.*

González-Redondo et al (2021) ont également décrit l'efficacité d'utilisation de cellules sous-terraines utilisées en Afrique du Nord et Italie, c'est-à-dire une cellule complètement recouverte de terre et reliée par un tube à une cage extérieure. Le principal avantage est alors de se rapprocher des conditions de vie naturelles dans les terriers et d'offrir un environnement plus frais en saison chaude et chaud en saison froide. *Intéressant dans le cas de petits élevages, difficilement transposable en élevage rationnel.*

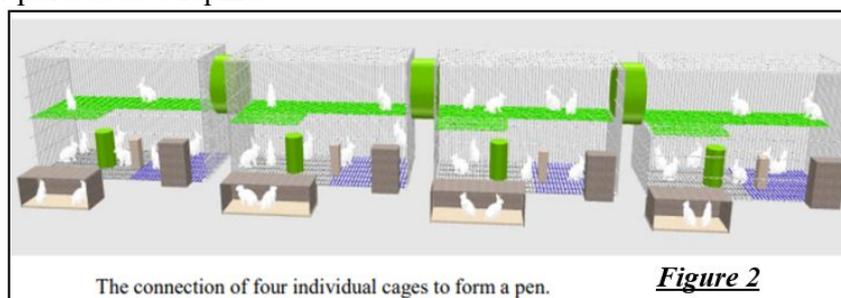
L'ensemble de ces nouvelles données valident la possibilité de donner accès à un espace extérieur à des lapins, tout en apportant un éclairage sur l'expression de divers comportements au long de la journée (la collecte de données de nuit est très rare).

*Cependant, les conclusions doivent être prises avec précaution car les essais ont été menés en station expérimentale avec 1 faible effectif et peu de répétitions. Un retour terrain permettra de d'appréhender davantage l'impact d'un tel système sur le travail de l'éleveur au quotidien (nettoyage du sol et fréquence, manipulation des lapins, ...).*

### 1.3.3. Logements enrichis sans accès à l'extérieur

Un travail porté par l'INRAE (consortium 3L) a été mené afin de coconstruire un élevage améliorant le bien-être des lapins tout en maîtrisant les surcoûts et les conditions de travail des éleveurs. Le concept consiste à regrouper 4 cages individuelles par ajout de trappes communicantes (**Figure 2**). Chaque logement hébergeait alors 4 portées de 8 lapins.

Le nid était accessible pendant la phase de croissance en guise de terrier, des PF étaient présentes sur les côtés et au fond de chaque cage. Le sol était composé de caillebotis (30%) et de grillage (70%).



**Figure 2**

Les résultats ont été présentés par Lamothe et al (2021). Concernant les **performances** des lapins, le poids vif à 63 j était de 2195 g. La **mortalité** était de 5.9%. *Performances similaires à ce qui peut se retrouver en cage traditionnel.*

En ce qui concerne l'**activité** des lapins, ils utilisaient surtout les cages latérales plutôt que les centrales (8.2 vs 7,4 lapins en cages latérales vs centrales), contrairement aux lapines en maternité (cf 1.1.2). Cela serait lié au nombre de trappes plus important au centre (2) que sur les côtés (1). Les lapins explorent de plus en plus leur environnement avec l'âge. *Ceci est cohérent avec les observations réalisées en logement Wellap®.* Jusqu'en semaine 4, toutes les portées ne se mélangent pas de façon homogène. A partir de la semaine 5, toutes les portées explorent les autres cages de façon similaire.

En moyenne, 25% des lapins étaient actifs à 63 j (mange, se déplace, se toilette) et un lapin changeait de cage en moyenne toutes les 3 min. *Il manque une valeur de référence sur le % de lapins actifs en cage standard pour conclure sur l'impact d'un tel système sur l'activité.*

La majorité des lapins étaient en contact les uns avec les autres (44% de lapins seuls, 56% par 2 ou plus), ce qui souligne l'importance de loger les lapins en groupe. Ces groupes de lapins étaient constitués d'individus de différentes portées. *Les observations comportementales ont été réalisées à 10h et 15h et non sur 24h, à prendre donc avec précaution.*

Dans le cadre du même projet porté par l'INRAE, différents logements ont été comparés par Huang et al (2021) (cage classique ou parc avec/sans enrichissement et à faible/haute densité, 2270 vs 430 cm<sup>2</sup>/lapin). Le type de logement n'a pas eu d'impact sur les performances. Concernant l'activité, quel que soit les logements, les lapins étaient surtout au repos pendant les observations (76% du temps), en train de manger (15%) ou assis (5%). Les autres comportements (se redresser, déplacer, sauter) étaient

très rares. *Ces observations ont été réalisées en journée et non sur 24h, à prendre avec précaution.* Aucune préférence des lapins n'a été observée en lien avec le type de sol (grillage ou caillebotis).

Ces initiatives éclairent l'évolution des systèmes d'élevage de lapins, la contrainte fixée étant de définir un concept adapté pour la majorité des éleveurs actuels en limitant les investissements. L'intérêt de ce concept est en cours d'étude en élevages commerciaux.

## 2. Evaluation du bien-être des lapins

### 2.1. Evaluation complète du bien-être

Une méthode d'évaluation du bien-être coconstruite avec la filière a été présentée par Warin et al (2021): la méthode EBENE®, basée sur des connaissances scientifiques et adaptée aux contraintes terrain. Elle vise à sensibiliser les éleveurs, techniciens et vétérinaires aux indicateurs comportementaux et de santé afin d'identifier des voies de progrès pour plus de bien-être. D'autres indicateurs de moyens sont également collectés (densité, équipements).

Après de nombreuses discussions et plusieurs essais en élevage, 6 indicateurs sanitaires et 9 comportementaux ont été retenus pour les reproductrices, et 5 indicateurs sanitaires et 8 comportementaux pour les lapins en croissance. Le souhait était de tester la faisabilité et la répétabilité de ces indicateurs et des méthodologies de mesures associées.

La durée de l'évaluation a été de 83±8 min, ce qui en fait une méthode réalisable sur le terrain. Tous les indicateurs, à l'exception des blessures et de l'activité, étaient répétables pour les lapines. Tous les indicateurs sanitaires à l'exception de « Sale » étaient répétables et la plupart des indicateurs comportementaux n'étaient pas répétables pour les lapins en croissance. Une nouvelle méthode d'observation des comportements des lapins en croissance a été proposée pour améliorer ces résultats. Une application sur smartphone est disponible gratuitement et permet aux éleveurs, techniciens et vétérinaires de faire des évaluations simplement.

*Il serait intéressant d'étudier la possibilité de définir un / des indicateurs « iceberg » pour simplifier la méthodologie en limitant le nombre d'indicateurs. Cependant, c'est avant tout un outil de sensibilisation donc il est pertinent de ne pas agréger trop d'informations.*

*Des limites ont été discutées lors du congrès sur les scores obtenus suite à une évaluation. Par exemple, plus les lapins se toilettent, meilleur est le score. En réalité, un animal qui se toilette beaucoup peut exprimer son ennui. Il faudrait également tester la méthode dans différents systèmes d'élevage pour valider que celle-ci est discriminante.*

### 2.2. Evaluation de la santé des lapins

Un protocole standardisé a été développé par Pasqualin et al (2021) et utilisé pour évaluer le bien-être des lapines et de leurs portées dans 12 élevages commerciaux du nord de l'Italie (cages classiques, cages doubles, cages enrichies et parcs).

La prévalence des problèmes de santé chez les femelles et leur portée était similaire dans tous les systèmes de logement. En fin de lactation, 82% des lapines avaient un score d'état corporel adéquat. Les principaux problèmes de santé identifiés chez les femelles étaient des diarrhées (prévalence moyenne : 6,6%), maux de pattes (3,4%), mammites (3,0%) et dermatites (2,8%). Les principaux problèmes de santé identifiés chez lapereaux étaient des dermatites (1,6%) et diarrhées (1,1%). Une prévalence plus élevée de diarrhée chez les lapines a été enregistrée en automne et en été qu'en hiver (9,3 et 6,7 vs 3,5 %). *Cette méthode d'évaluation du bien-être est centrée sur l'état de santé des lapins et n'intègre pas d'observations comportementales, c'est donc une évaluation de la santé. L'ajout d'indicateurs comportementaux grâce à des vidéos a été envisagé, mais le temps nécessaire aux analyses n'a pas permis de les valoriser. Il serait intéressant de poursuivre cette étude en mettant en lien les observations santé et comportement.*

### 2.3. Evaluation du stress par la température corporelle

Villegas-Cayllahua et al (2021) se sont concentrés sur l'évaluation du stress pour approcher le niveau de bien-être des lapins en croissance. Ce stress est évalué indirectement par la mesure de la température. Pour cela, les lapins ont été manipulés de façon différente (sous le bras, contre l'épaule ou dans une boîte). Les résultats indiquent une baisse de température après manipulation (excepté au niveau des yeux), quel que soit le type de préhension. La conclusion était que toute manipulation génère du stress pour le lapin, quel que soit sa nature.

*Les manipulations présentées ne sont pas contraires aux bonnes pratiques couramment décrites (ex : pas de lapins porté par les oreilles), ce qui peut expliquer l'absence d'effet.*

## Nutrition et Physiologie digestive

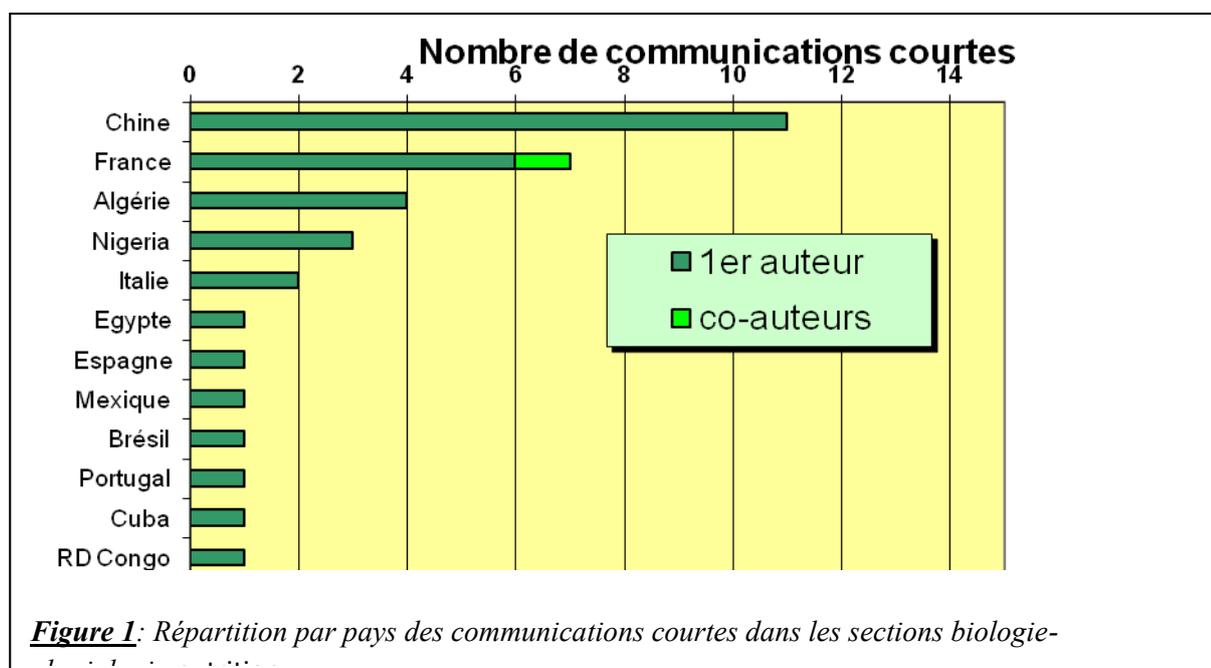
par

Thierry Gidenne \* et Chantal Davoust \*\*

\* INRAE Occitanie Toulouse, UMR 1388 GenPhySE, CS 52627 - 31326 Castanet-tolosan

\*\* Wisium Rue de l'Eglise 02402 Château-Thierry

Cette synthèse recouvre un total de 33 communications courtes, dont 10 proviennent de la section "Nutrition et alimentation", et 23 de la section "Physiologie et biologie", soit 14% des 237 communications courtes acceptées par le comité scientifique. Sept de ces 33 communications, n'ont pas été réellement présentées durant le congrès (auteur non inscrit), 15 ont été présentées en distanciel et 11 présentées en salle par l'auteur. Le classement des communications par nationalité du premier auteur, indique que la Chine arrive en tête du nombre de communications (n=11, figure 1), suivi de la France (6 comm., pays organisateur), puis de l'Algérie et le Nigeria.



Outre une section physiologie générale et méthodes, nous avons classé ces communications selon les facteurs de contrôle sur la physiologie : effets nutriments ou additifs, etc. Quelques études de physiologie fondamentale (cellules souches, etc.) ne sont pas présentées dans cette synthèse.

### 1. Nouveaux indicateurs et méthodes en physiologie et biologie

Un ensemble de 5 études concernant les méthodes et la recherche de nouveaux prédictors de fonctions, nous en retiendrons trois ci-après.

L'étude de Mussard et al. (INRAE Occitanie-Toulouse) présente une méthode d'étude très originale chez le lapin, de culture "in-vitro" d'organoïde de caecum (culture de cellules d'épithélium) pour étudier les fonctions clé de la digestion: absorption des nutriments et la fonction "barrière". Trois

méthodes pour cultiver des organoïdes à partir de cryptes épithéliales (contenant des cellules souches) isolées du caecum de lapin ont été testées. L'une des méthodes semble plus adéquate, puisqu'il est constaté un niveau plus élevé de différenciation des cellules.. Ce modèle *in vitro* innovant est un outil précieux pour étudier les effets de nutriments ou de micro-organismes sur l'épithélium intestinal du lapin.

***Cet outil pourrait aussi être intéressant pour tester l'effet d'additifs zootechniques à incorporer dans des aliments.***

L'équipe de génétique de l'IRTA (Barcelone, Velasco-Galilea *et al.*) a communiqué sur la possibilité de sélectionner des lapins pour l'efficacité alimentaire à partir de mesures sur le microbiote, pour éviter de mesurer la consommation alimentaire individuelle des animaux qui est assez coûteuse. Il s'agit donc de prédire à partir du microbiote caecal des lapins, leur croissance et l'efficacité alimentaire. Le microbiote est analysé par séquençage (MiSeq) d'ARNr 16S, sur un échantillon de 425 lapereaux provenant de diverses fermes (alimentation avec antibiotiques, excepté pour 23 lapereaux), répartis en 2 groupes égaux au sevrage : l'un nourri *ad libitum*, l'autre restreint à 75% d'*ad libitum*. Le microbiote caecal expliquerait ainsi plus de 50% des variations de vitesse de croissance, et respectivement 51 et 59% des variations d'ingestion d'aliment et d'efficacité alimentaire. Par rapport à la croissance seule, la prise en compte d'informations microbiennes améliore le modèle de prédiction de 3 et 10 %, respectivement pour l'ingestion et d'efficacité alimentaire.

L'équipe Portugaise de Vila Real (Silva *et al.*), a développé une méthode pour estimer les dépôts de graisse chez la lapine adulte (poids moyen de 4,5kg), en utilisant des mesures de graisse périrénale obtenues par échographie en temps réel (RTU). A partir des images RTU, les mesures d'épaisseur et de surface de la graisse périrénale ont été déterminées en ayant le rein comme référence anatomique. Les corrélations les plus significatives sont observées entre la somme des différents tissus adipeux et les mesures de poids vifs (BW) et de note état corporel (BCS) et les RTU (r entre 0,52 et 0,92 ; P<0,01). Tous les dépôts adipeux, sauf la graisse inguinale, présentaient des corrélations avec les mesures BW, BCS et RTU (r entre 0,47 et 0,87 ; P<0,01). Ainsi, les estimations de la graisse périrénale obtenues par RTU peuvent être prises en compte pour prédire les dépôts adipeux des lapines.

***Cette méthode ne semble pas nécessiter de préparation particulière des animaux avant la mesure, et pourrait donc être utilisable dans des ateliers professionnels.***

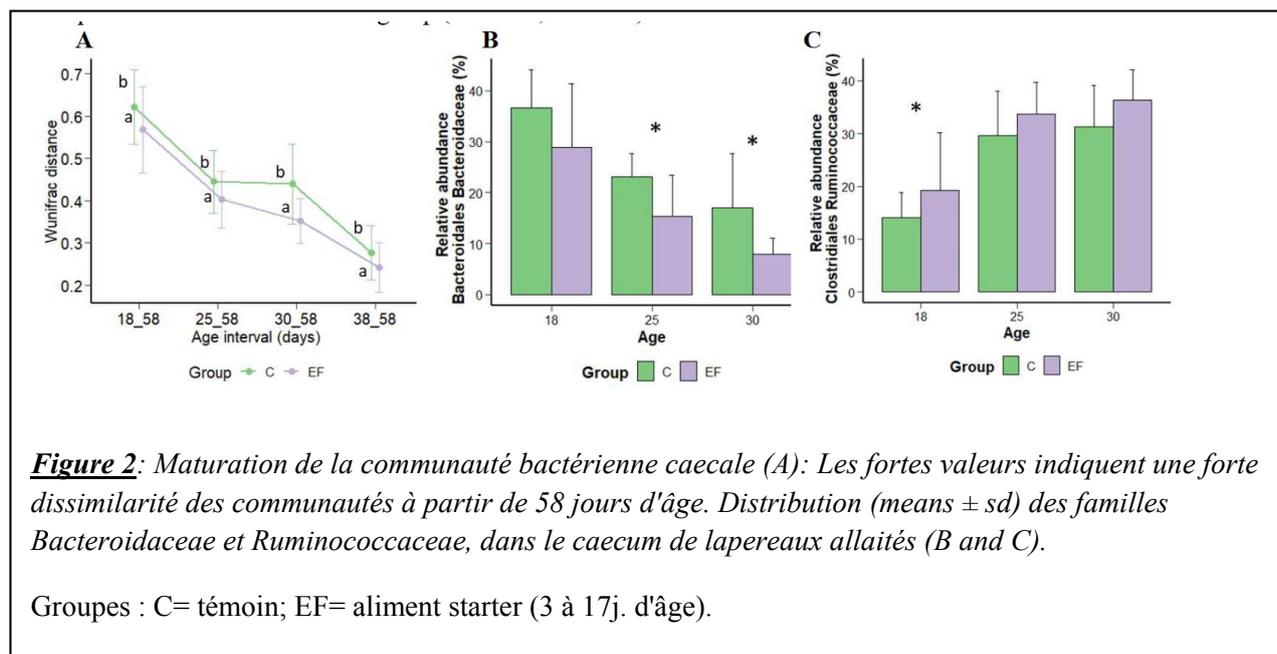
## **2. Microbiote caecal**

Quatre études portent sur le microbiote caecal et son activité, le plus souvent avec des techniques de séquençage de l'ARNr16S.

Song *et al.* (Chine, Xi'an, province du Shaanxi) ont comparé le microbiote de lièvres (*Lepus Capensis*) et de lapins Rex (séquençage ARNr16S), sachant que l'activité fermentaire du lièvre se caractérise par des proportions molaires de propionate et d'isobutyrate plus élevées que celles observées dans le caecum du lapin. Au niveau du phylum, les Firmicutes dominant dans le caecum des lapins Rex sains et diarrhéiques, et Sphaerochaeta domine chez le lièvre. Au niveau des genres, le groupe *Christensenellaceae* R-7 et le genre non classé *Ruminococcaceae* sont les plus abondants chez les lapins rex sains, tandis que *Escherichia*, *Shigella*, *Bacteroides*, *Bacteroidales* S24-7 groupe non classé et le genre non classé *Ruminococcaceae* sont en plus grand nombre chez les lapins Rex diarrhéiques. Les *Sphaerochaeta* sont le genre dominant chez les lièvres. Comme l'étude n'a été menée que sur 3 lapins Rex sains et trois malades, et sur trois lièvres, il conviendra d'attendre une confirmation de ces résultats préliminaires.

L'étude de Paës *et al.* (INRAE Toulouse) a pour objectif général de pouvoir faire une préparation nutritionnelle en tout début de vie du lapereau, en vue d'une maturation plus précoce du microbiote et

rendre l'animal plus résistant aux troubles digestifs. Ainsi, 16 portées ont eu libre accès à un aliment granulé à partir de 15 jours d'âge en plus du lait de leur mère (témoins, groupe C), tandis que 16 autres portées ont disposé d'un aliment "starter" sous forme de gel, dans le nid de 3 à 17 jours d'âge (groupe EF). L'ingestion précoce (au nid) d'un aliment sous forme de gel, même en faible quantité ( $1,1 \pm 0,4$  g de MS/lapin pour la période 3-17 jours) a augmenté la diversité microbienne (séquençage ARNr16S: +17 points pour l'indice InvSimpson à 30 jours;  $P=0,018$ ). A partir de 18 jours, la structure des communautés bactériennes du caecum des lapereaux EF était plus proche de la structure du microbiote observée à 58 jours (cf. figure, A) que dans le groupe C, suggérant un état de maturité plus élevé à chaque âge. Avec l'alimentation précoce, le microbiote a acquis des proportions plus importantes de Ruminococcaceae à J18 ( $P=0,043$ , +5%), et la diminution attendue des Bacteroidaceae à 25 et 30 jours (-9% et -8% respectivement ;  $P<0,05$ ; cf. figure 2, B et C) a été plus rapide.

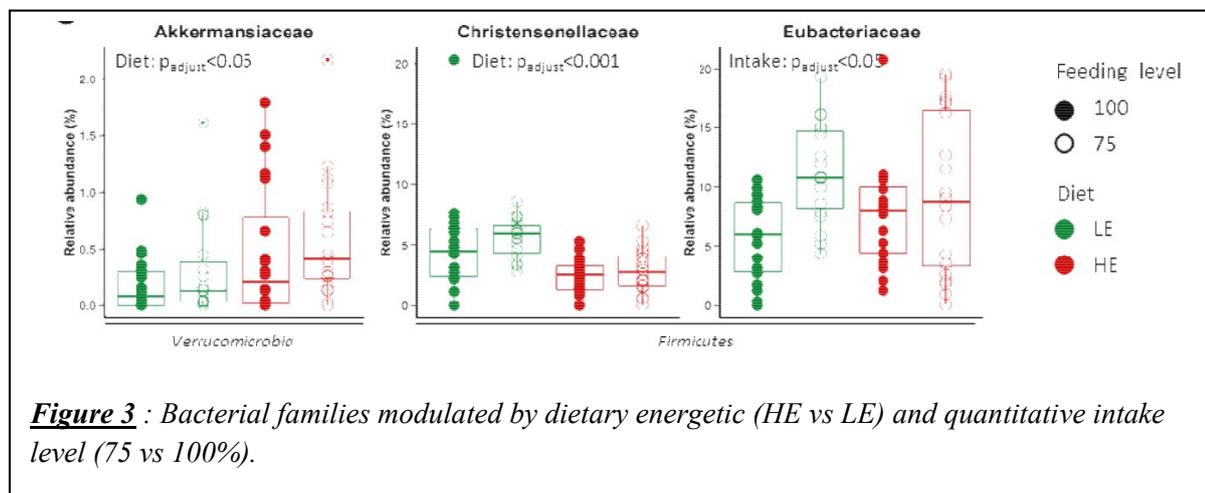


En parallèle, on observe une augmentation de la concentration en acides gras volatils avant sevrage dans le groupe EF (+25% à 30 jours). Ainsi, une alimentation précoce peut favoriser la maturité de l'écosystème caecal du lapin avec des effets à long terme. Une mise en place plus rapide d'un microbiote stable favoriserait la maturation du système immunitaire du lapin et réduirait ainsi le risque de dysbiose.

**Le fait de pouvoir orienter précocement le microbiote caecal pour avoir une meilleure maîtrise du statut sanitaire est une piste intéressante dans le domaine de la nutrition : réduction de l'usage des antibiotiques. Ces résultats doivent être bien sur confirmés avec des mesures d'impacts sanitaires.**

Il est bien connu que les stratégies de restriction alimentaire contribuent à réduire les troubles digestifs post-sevrage du lapin (études du groupe GEC), mais il est bien difficile d'en expliquer les raisons en terme de physiologie. Aussi, l'étude de Knudsen *et al.* (INRAE Toulouse et groupe GEC) s'intéresse aux conséquences du niveau d'ingestion (quantité ingérée) et de la qualité de l'aliment (concentration énergétique) sur l'écosystème caecal. Une prise alimentaire limitée a ainsi augmenté la proportion d'acétate (+2,8 unités;  $P<0,001$ ) et a diminué celle de butyrate (-2,4 unités,  $P<0,001$ ) dans le contenu caecal. Un apport énergétique élevé (régime HE) a principalement diminué le pH caecal (-0,14;  $P<0,001$ ). Par séquençage de l'ARNr16S, les auteurs montrent que 3 familles de bactéries sont modifiées (cf. figure 3): Les *Akkermansiaceae* ont augmenté avec une consommation énergétique élevée (0,54 vs 0,25%,  $P_{\text{adjust}} < 0,05$ ), tandis que les *Christensenellaceae* ont diminué (2,8 vs 5,6%,  $P_{\text{adjust}} < 0,001$ ). La limitation de l'ingestion favorise les *Eubacteriaceae* (10,5 vs 6,9%,  $P_{\text{adjust}} < 0,05$ ). Ces résultats méritent d'être approfondis pour déterminer le lien de causalité potentiel entre la composition microbienne, l'activité et les impacts sur la santé du lapin.

*Ainsi, l'effet combiné de la quantité d'aliment associé ou non à des pauses alimentaires mériterait d'être étudié pour connaître l'effet sur le métabolisme. Y a-t-il des profils de microbiote plus favorable pour améliorer l'efficacité alimentaire? Ou pour obtenir une meilleure santé? D'autres études sont donc à développer sur ces questions.*



### 3. Biologie et Physiologie de la reproduction

Cinq études portent sur la physiologie de la reproduction, comme la composition du lait ou le développement de la glande mammaire.

La mortalité des lapereaux a été analysée selon l'origine génétique du lait maternel (Amroun *et al.*, coll. Franco-Algérienne, Univ Tizi-Ouzou), et montre des effets importants. Ainsi, des lapines de 2 génotypes (élevés en Algérie, population blanche PB, et souche synthétique SS; 40 par génotype) sont réparties en 4 groupes égaux de 20 lapines: 2 groupes témoins qui ont allaité leurs propres portées et 2 groupes expérimentaux qui ont nourri des portées de l'autre type génétique, sur 3 lactations (240 portées au total). Dans le groupe témoin (lapines élevant leur portée) le taux de mortalité le plus élevé, a été enregistré dans les portées PB recevant du lait PB  $18,50 \pm 0,18$  %. Ce taux a été plus faible pour les portées SS nourries par leur mère ( $12,50 \pm 0,01$  %,  $P < 0,05$ ). Parmi les 2 groupes des portées adoptées, le taux de mortalité a été de  $12,50 \pm 0,03$  % pour les portées recevant du lait SS, et 27% pour les portées ayant du lait PB. Les profils chromatographiques du lait montrent un polymorphisme des caséines  $\alpha 1$  et  $\alpha 2$ , particulièrement marqué dans le lait PB. Le taux de mortalité le plus faible a été enregistré avec le lait des individus porteurs du variant naturel (NV) de la caséine  $\alpha 2$ . Ce taux de mortalité est plus élevé avec le nouveau variant (Var B). L'effet délétère du variant B de la caséine  $\alpha 1$  (individus NV/B) semble être plus marqué que celui de la caséine  $\alpha 2$  (32% vs.15%,  $P < 0,05$ ), probablement dû à un effet cumulatif de la présence de la variante B de la caséine  $\alpha 2$ . Dans le cas des lapines PB, la mortalité des portées qu'elles ont élevé a été la plus forte (54,1%) pour les lapines homozygotes VB/VB de la caséine  $\alpha 2$ . Pour les lapines hétérozygotes VN/VB elle a été de 15,3% et pour des lapines VB/VN de 38,4% . Enfin pour les lapines homozygotes VN/VN la mortalité a été de 11,7% seulement. Il conviendrait donc de confirmer ces résultats qui pourraient être utiles pour de futurs schémas de sélection de lapines.

Une équipe Italienne (Univ. Piacenza, Minuti *et al.*, com. non présentée) a analysé le statut nutritionnel de lapines (analyse de sang), quelques jours avant mise bas, en fonction de la taille de leur portée. Au-delà de 11 nés totaux dans la portée, les auteurs constatent une plus faible concentration sanguine en thréonine, glycine, lysine et tryptophane, et un taux plus élevé de glutamate. Il y a donc une activité catabolique plus intense chez les lapines avec une grande portée (>11), qui correspond à une plus forte demande énergétique de gestation.

L'équipe du prof. Zerrouki (Univ. Tizi-Ouzou, Algérie) a produit 3 études, sur la physiologie de la reproduction. La première et la seconde rapportent des résultats très classiques, de développement de la glande mammaire durant la lactation (Aroun *et al.*), **et de modification de profils sanguins (Moumen *et al.*) selon le stade physiologique (lactation, gestation)**. La troisième (Tlili *et al.*) **compare l'histologie des ovaires de 2 génotypes de lapines (souche synthétique vs population locale)**. Cette dernière rapporte que le nombre et les mesures des composants folliculaires et ovocytaires (diamètres) révèlent que les lapines de la souche synthétique sont supérieures à celles de la population locale, en termes de fertilité, de productivité et de potentiel ovulatoire.

#### **4. Effets de matières premières ou d'additifs**

Cinq études ont été retenues dans cette section.

Une étude Cubaine (Acosta-Acosta *et al.*, non présentée) montre que la caecotrophie est influencée en fonction du taux d'incorporation de farine de coco dégraissée (0 à 40%): au-delà de 30% d'incorporation de cette farine, la production de caecotrophe baisse à 18g de MS/j alors qu'elle est de 25g/j pour 0 ou 10% d'incorporation.

Une étude Française (Guillevic *et al.*) a analysé les effets de l'incorporation de 5 % d'Omegalest® (mélange de graines de lin extrudées "Tradilin®", de caroube et de paille de lin) dans l'aliment pour élever son taux d'omega 3 (0,12 à 0,65 % d'acide alpha-linolénique), sur les performances de reproduction de lapines (3 essais, impliquant 777 lapines, 1221 cycles de reproduction). Aucune différence n'a été observée sur la fertilité (74,5% en moyenne). Le nombre de lapereaux vivants à 4 jours / portée a été augmenté de 10,07 à 10,96 (P<0,001) lorsque le lin a été incorporé dans l'aliment. Cette amélioration s'expliquerait par la teneur élevée en ALA et en lignanes de la graine de lin. Avec l'incorporation d'Omegalest®: le nombre de lapereaux au sevrage/portée a augmenté de 8,69 à 9,67 (P<0,001); la mortalité avant sevrage a chuté de 11,2 à 9,7 % (P=0,006); le poids de la portée au sevrage a augmenté de 7044 à 8026 grammes (P<0,001). Par conséquent, le lin extrudé apparaît comme une source importante d'acides gras omega3 et de lignanes, permettant une amélioration des performances de reproduction.

*Il reste à déterminer si cet effet favorable est perceptible sur la santé des lapereaux en engraissement.*

Trois études ont porté sur les taux de minéraux et vitamines dans l'aliment.

Deux sources de zinc ont été comparées sur la croissance, la qualité de la viande et le dépôt musculaire du lapin (**Luis-Chincoya *et al.*, Mexique**) en engraissement (35 à 65j d'âge). Un schéma "2 x 2 +1" a été utilisé pour comparer 2 sources de zinc (ZnSO<sub>4</sub> ou Zn-Méthionine ) 2 teneurs en zinc ajouté (25 et 75 ppm) et un témoin négatif sans apport de zinc sous forme d'additif, les matières premières apportent 25 ppm. Aucune différence entre les 5 lots n'est détectée sur la croissance ou les caractéristiques de la cuisse. Par contre la coloration de la viande du râble et sa teneur en collagène ont été plus élevées avec le zinc d'origine minérale. L'addition de zinc à l'aliment, en particulier 25 ppm, augmenterait la teneur en zinc du râble : 12,8 vs 9,2 mg/kg pour le témoin (P=0,020). Ce résultat est à prendre avec précaution, car l'ajout de 75 ppm a été sans effet (9.9 mg/kg). Il manque des données d'analyse de zinc dans les aliments.

*Les apports complémentaires de zinc se font classiquement sous forme d'oxyde ou de sulfate de zinc, avec des différences déjà démontrées en volaille pour une meilleure disponibilité sous forme sulfates. Il serait pertinent de mesurer la disponibilité réelle du Zinc selon sa forme, chez le lapin en croissance.*

Afin de déterminer le niveau optimal d'iode dans les aliments, Bin *et al.* (Chine, Taian) ont comparé les effets de différents niveaux d'iode (0 - 0,2 - 0,4 - 0,8 et 1,6 mg/kg d'iode sous forme d'iodure de

potassium) sur la croissance et les performances de production de 5 groupes de 40 lapins Rex de 3 mois. Avec l'ajout de 0,8 mg/kg d'iode dans l'aliment, l'ingestion a été plus élevée (184 g/j vs 173 g/j pour le témoin:  $P < 0,0001$ ). La supplémentation en iode a eu un effet sur le taux de muscle dans la patte arrière et sa coloration rouge ( $P < 0,05$ ), et a eu un effet sur le taux de muscles de la patte avant ( $P < 0,01$ ). Ainsi 0,8 mg/kg d'iode serait la supplémentation la plus appropriée dans l'alimentation des lapins en croissance de type Rex entre 3 et 5 mois. **Signalons que les apports en iode en alimentation cunicole varient 0.2 à 0.3 mg/kg avec une teneur maximum réglementaire en Europe de 10 mg/kg au total (Matières premières + additifs).**

Liu *et al.* (Chine, Jinang) ont étudié les effets de l'addition de vitamine B6, sur le métabolisme musculaire du lapin en croissance, en comparant 5 groupes de 40 lapins, avec 5 niveaux de supplémentation en vitamine B6 (pyridoxine) : 0 (témoin), 5, 10, 20 et 40 mg/kg d'aliment (soit 4,5 - 9,7 - 14,6 - 24,3, et 44,8 mg/kg vitamine B6). L'addition de vitamine B6 alimentaire augmente le pourcentage de muscles des pattes antérieures et postérieures ( $P < 0,05$ ) voire du râble ( $P < 0,08$ ). La comparaison de plusieurs indicateurs montre que l'ajout de vitamine B6 modifie le métabolisme des protéines (accroissement de la sécrétion de IGF1 mais pas de la GH). Les auteurs conseillent une supplémentation en vitamine B6 de 20 mg/kg pour des lapins en croissance entre 3 et 5 mois.

**Il serait intéressant d'analyser le coût de cette supplémentation en vitamines B6, par rapport aux effets attendus.**

## 5. Physiologie générale

Le fait de stimuler le comportement de coprophagie chez le lapereau entre 7 et 15 jours d'âge (consommation de fèces dures maternelles) pourrait réduire la mortalité (INRAE : Combes *et al.*, 2014; J. Anim. Sci.) et stimule la maturation du microbiote. Pour faire suite à cette étude Cauquil *et al.* (INRAE Toulouse) font l'hypothèse que cet effet positif de la coprophagie précoce sur la santé pourrait provenir d'une médiation immunitaire au niveau intestinal. Les auteurs ont ainsi comparé le transcriptome de l'iléon de lapereaux chez lesquels le comportement de coprophagie était stimulé (groupes FF, et FF+antibiotiques donnés à la lapine donneuse de fèces), à celui de lapereaux chez lesquels ce comportement était empêché (groupe NF).

Par analyse du transcriptome de la muqueuse iléale (mesure semi-quantitative des ARN totaux exprimés, sur puce Agilent "lapin"), un total de 209 gènes a été exprimé de manière différentielle (DE) selon l'âge (35 et 49j,  $P < 0,05$ ). Entre 35 et 49 jours, le groupe FF présentait 350 gènes DE tandis que les groupes NF et FF+ab ne présentaient respectivement que 10 et 9 gènes DE ( $P < 0,05$ ). Les gènes régulés à la hausse codaient pour les peptides antimicrobiens, la production de mucine, les cytokines et les chimiokines, les récepteurs de reconnaissance de formes et les protéines impliquées dans la sécrétion d'immunoglobuline A ou les réponses antivirales. Ainsi, l'effet bénéfique du comportement coprophage sur la survie des lapereaux pourrait être médié par une activation immunitaire dans l'iléon. Signalons que, l'effet de la coprophagie sur l'expression des gènes immunitaires intestinaux n'est pas observé lorsque les lapereaux ont ingéré des fèces produits par des lapines consommant des antibiotiques, probablement parce que des bactéries immunostimulantes clés étaient manquantes.

Deux études Chinoises s'intéressent à la physiologie de l'absorption dans l'intestin grêle. L'équipe de Chen *et al.*, (Baoding, Chine) a quantifié les ARNm dans l'intestin grêle (PCR quantitative), pour analyser la distribution des gènes liés au transport de nutriments (oligopeptides, acides aminés, glucose, acides gras). Les résultats indiquent que l'absorption des oligopeptides, du glucose et des acides gras se fait surtout dans le duodénum, tandis l'absorption des acides aminés se fait majoritairement dans l'iléon.

D'ature part, Liu H *et al.* (Taian, Chine) analysent comment le stress perturbe la digestion et l'absorption des nutriments, en montrant une baisse de l'expression de gènes de transports de nutriments dans différents segments de l'intestin grêle, chez des lapins traités à la dexaméthasone.

Deux études Chinoises s'intéressent à la physiologie pileuse chez l'Angora. L'étude de Chen Y (et al. (Yangzhou, Chine) analyse la régénération périodique du follicule pileux pour trouver un moyen efficace d'augmenter la production de poil chez l'Angora. Ainsi, par analyse de transcriptome (ARNnc et ARNm), il a été découvert que lncRNA2919 pouvait inhiber la régénération périodique des follicules pileux du lapin. Ce résultat donne une nouvelle idée pour conduire la sélection de lapins Angora et donc améliorer la production de poil angora.

La seconde étude (Ding *et al.*, Hefei, Chine) a caractérisé l'histologie du follicule pileux et les profils miRNA. De nouveaux miRNAs, potentiellement impliqués dans le cycle pileux du lapin, ont été identifiés, ce qui peut servir pour de futures études fonctionnelles du cycle pileux du lapin Angora.

Signalons aussi 2 études chinoises en physiologie fondamentale. L'une porte sur la physiologie musculaire par analyse de l'expression de microRNA (Zhang *et al.*, Chengdu, Chine), qui identifie de nouvelles voies de régulation. L'autre porte sur la physiologie (morphogénèse et le développement) embryonnaire du lapin par analyse globale des ARN longs et non codants (lncRNA) et ARN circulaires (Kuang *et al.*, Chengdu, Chine). Plusieurs ARN candidats seraient impliqués dans les voies de signalisation indispensables pour la morphogénèse et le développement des embryons de lapin.

Trois études Africaines ont porté sur la physiologie de la thermorégulation. La question de la réduction du stress thermique du lapin a été étudiée par une équipe Egyptienne (El Gindy *et al.*, Alexandrie), qui indiquerait qu'une supplémentation alimentaire en manno-oligosaccharide pourrait améliorer la tolérance à la chaleur, le profil lipidique et l'état immunitaire des lapins, stressés par la chaleur.

Les effets du stress thermique ont été étudiés par une équipe de la République Démocratique du Congo (Mutwedu *et al.*, Bukavu), chez des lapines nullipares élevées à 31-32°C et 35-36°C pendant 30 jours: ce stress thermique provoquerait un stress oxydatif et des troubles physiologiques.

L'étude de Popoola (Ibadan, Nigeria) a décrit quelques mécanismes thermorégulateurs sur 288 lapins, par analyse statistique de corrélations entre des paramètres tels que la température rectale, la fréquence respiratoire et le pouls, et des paramètres de climat (température ambiante, humidité relative).

*Le stress thermique est une réalité terrain et des stratégies alimentaires sont aujourd'hui mise en place pour réduire l'impact d'une réduction de la consommation d'aliments via des aliments plus concentrés ou l'ajout d'additifs zootechniques permettant de limiter le stress.*

## 6. Conclusions

La section physiologie et biologie était une des plus importante du congrès avec 35 papiers acceptés, sachant que d'autres communications traitaient aussi de physiologie mais étaient placées dans diverses sections. Du point de vue des méthodes, on note une majorité d'études utilisant des outils moléculaires, et en particulier pour analyser l'expression de gènes en lien avec diverses fonctions physiologiques: immunité, microbiote, fonctions intestinales. Quelques résultats originaux ont contribué à améliorer nos connaissances sur le microbiote et la digestion. Pour plusieurs études, les résultats sont "préliminaires", et certaines mériteraient d'être confirmées.

## Matières Premières et alimentation

par

François LEBAS \* et Paméla VASTEL \*\*

\*Association Cuniculture, 87A Chemin de Lasserre, 31450 Corronsac, France

\*\* Techna France Nutrition, BP10, 44220 Couëron, France

### Introduction

Trente six communications (1 rapport de synthèse espagnol et 35 communications courtes) ont été présentées dans la section "Aliment et Alimentation", dont 11 signées ou co-signées par des équipes françaises. En outre, 9 communications correspondant à la même session ont été acceptées par le comité scientifique du Congrès mais n'ont pas été présentées en séance.

Mais plusieurs communications concernant directement les possibilités d'utilisation de matières premières ou les techniques d'alimentation, ont été présentées ou simplement acceptées dans d'autres sessions en raison des effets principaux étudiés. Elles ont également été intégrées à notre analyse pour leur partie concernant la relation aliment-performances.

Par ailleurs, pour l'étude des matières premières et du mode d'alimentation employé lors des expérimentations, toutes les communications du congrès ont été potentiellement prises en considération.

### 1. Le rapport invité (Alimentation de la femelle reproductrice)

Ce rapport a été rédigé conjointement par les équipes espagnoles de Valence et de Madrid (Martinez-Paredes et al.). Nous reprenons ci-après leur résumé en y ajoutant quelques commentaires.

Dans cette revue sont résumées les dernières connaissances sur la nutrition des lapines, destinées à compléter les connaissances déjà acquises sur les besoins nutritionnels et les stratégies d'alimentation des lapines jeunes (future reproductrices) et adultes, compte tenu de la production et des problèmes de santé.

La jeune lapine doit atteindre un niveau de maturité (état corporel) adéquat au moment de la première insémination artificielle (IA), ni trop maigre, ni trop grasse pour affronter sa vie productive avec des garanties minimales : environ 7,0 mm d'épaisseur de gras péri-rénal, une concentration de 2,8 ng/mL de leptine plasmatique et des teneurs corporelles d'environ 18 % et 15-20 % de protéines et de matières grasses respectivement). *Ces paramètres biologiques optimum ne sont pas déterminables dans les élevages du terrain. Ils permettent, en unité de recherche, de fixer le plan d'alimentation optimum des futures reproductrices dans les élevages de production, compte tenu éventuellement de chaque type génétique.*

Ces objectifs peuvent être atteints en limitant la consommation d'aliments à partir de 12 semaines jusqu'à la première IA ou en alimentant les lapines à volonté avec un régime fibreux pauvre en énergie (<10,5 MJ ED/kg) à partir de 60 jours d'âge jusqu'à la première mise bas.

Une fois que la lapine est entrée en reproduction (*peut être avant mais on n'en sait rien*) l'augmentation des acides gras  $\omega 3$  (ou réduction du rapport  $\omega 6/\omega 3$ ), celle des fibres solubles (en cas de risque d'entéropathie épizootique) et des rapports Arg/Lys et Gln/Lys dans l'aliment peuvent aider à améliorer les performances de reproduction des lapines, bien que leur niveau optimal dans les aliments

reste encore à déterminer. Il est recommandé d'éviter chez les lapines, un bilan énergétique trop négatif avant chaque mise bas. La supplémentation en précurseurs du glucose pour réduire l'incidence de la cétose pourrait être utile. *Toutefois le risque de cétose, vrai problème chez la vache laitière, n'a pas été clairement démontré chez la lapine, voire nié par certains auteurs. D'ailleurs, les auteurs de la revue, n'en apportent pas la preuve.*

La formulation de régimes alimentaires différents pour la lapine et pour sa portée afin de mieux répondre à leurs besoins respectifs et de s'assurer de leur santé serait une option à considérer à condition toutefois que cette option soit utilisable dans l'élevage considéré. L'influence de la mère sur le microbiote et le statut immunitaire de sa portée et sa modulation potentielle à travers l'alimentation (maternelle ou spécifique jeune) ouvre un nouveau domaine de recherche qui mérite plus d'études, à réaliser dans un avenir proche.

## 2. Utilisation des matières premières

### 2.1. Études de matières premières ± nouvelles

#### a/ Matières premières tropicales et exotiques

Les travaux présentés ont surtout fourni la confirmation des possibilités d'utilisation de certaines matières premières connues permettant d'alimenter les lapins en milieu chaud. Ainsi un travail réalisé en Côte d'Ivoire (Kouadio et al.) a confirmé la possibilité d'utilisation de *Stylosanthes guianensis* séché dans la ration des lapins en croissance (testé à 10, 20 et 30% de la ration). Cette légumineuse fourragère *proche de la luzerne* est intéressante comme source de fibres et de protéines pour la constitution d'aliments tropicaux équilibrés.

Un travail nigérian (Oyedele et al.) a confirmé que les feuilles fraîches de *Moringa oleracea* sont parfaitement utilisables pour nourrir les lapins en croissance en complément d'un aliment concentré en remplacement de *Centrosema pubescens*. Dans l'essai, les feuilles représentent environ la moitié de l'ingestion quotidienne de MS. Par contre, ces feuilles de *Moringa* séchées, si elles permettent de remplacer jusqu'à 30% de la ration base de lapins en croissance sans altération du statut physiologique des animaux, entraînent une certaine réduction de la vitesse de croissance des lapins par rapport au témoin (Nursita et al.) (tableau 1)

**Tableau 1 :** Performance de croissance de lapins pour lesquels une partie de l'aliment de base a été simplement remplacée par des feuilles séchées de *Moringa oleifera* (Oyedele et al.)

% de <i>Moringa oleifera</i>	0% témoin	10%	20%	30%
Ingéré quotidien (g)	62,3	64,2	61,5	65,2
Gain moyen quotidien (g)	25,0	21,8	21,0	23,0

Le fourrage d'*Euphorbia heterophylla* peut représenter 50% de la ration des lapins en croissance selon Kouakou et al., *voire jusqu'à 70% selon des travaux antérieurs de cette équipe ivoirienne.* Cette plante herbacée (à port dressé de 20 à 60 cm) considérée en général comme une adventice des cultures (de coton, de riz, ...) est bien consommée par les lapins et permet d'accroître très significativement la teneur en acides gras  $\omega 3$  dans les lipides des lapins (lipides musculaires, gras péri-rénal) même après la distribution du fourrage pendant seulement le précédant l'abattage (tableau 2). *Malheureusement les auteurs n'ont pas indiqué les performances de croissance ni les teneurs en chacun des acides gras  $\omega 3$  mais seulement des teneurs globales.*



**Tableau 2** : Proportions des acides gras insaturés au sein des acides gras totaux dans les tissus des lapins après consommation d'une ration à base de d'euphorbe pendant zéro (témoin), 1 mois ou 3 mois avant abattage (Kouakou et al.)

Tissus concerné	Durée de consommation de l'euphorbe		
	0 mois	1 mois	3 mois
<i>Muscle semi-membraneux</i>			
% acides gras $\omega$ 6 totaux	22,3	22,2	18,9
% acides gras $\omega$ 3 totaux	2,4	10,4	13,8
<i>Muscle long-dorsal</i>			
% acides gras $\omega$ 6 totaux	26,3	27,7	25,1
% acides gras $\omega$ 3 totaux	2,4	6,5	13,4
<i>Gras périrénal</i>			
% acides gras $\omega$ 6 totaux	22,3	25,8	22,4
% acides gras $\omega$ 3 totaux	2,8	13,2	23,1

Au Venezuela une équipe (Parra-Almao et al.) a essayé de nourrir les lapins en croissance avec un mélange composé de feuilles de *Leucaena leucocephala* (50%) complété avec de la mélasse de canne (0 à 25%) et du son de riz (50 à 25%). Les lapins ont relativement bien toléré les régimes contenant 25% de mélasse ou 50% de son de riz + 50% de feuilles de *Leucaena*, mais avec les régimes expérimentaux la vitesse de croissance a été très nettement inférieure à celle des animaux témoin recevant un aliment commercial (environ 7 g/j contre 17 g/j) alors que leur consommation alimentaire représentait 75% de celle des animaux témoin. **Le déséquilibre nutritionnel était tel qu'il ne faut pas être étonné des mauvaises performances obtenues avec les régimes expérimentaux.**

Dans un autre essai de la même équipe vénézuélienne (Hernandez et al.), les auteurs ont cherché à estimer la valeur nutritive des gousses de *Prosopis juliflora*, **un petit arbre de la famille des légumineuses (mimosé), originaire d'Amérique centrale et disséminé par l'homme (envahissante) à travers le Monde dans les zones semi-arides.** Après séchage et broyage les gousses ont été mélangées avec de la mélasse 50-50% et ensilées pour au moins 14 jours. La préservation par ensilage a été utilisée car les gousses ne sont disponibles que quelques mois au cours d'une année. Ce mélange (11% de protéines et 41% d'ADF) a été utilisé pour fabriquer des aliments expérimentaux contenant 24 à 53% du mélange, 21 à 50% de feuilles broyées de *Leucaena* et 25% d'un aliment commercial pour lapins. Le gain de poids des lapins au cours des 9 semaines d'essai a été nettement plus faible avec les aliments expérimentaux qu'avec l'aliment commercial servant de témoin : 5 à 10 g/jour vs 18 g/j pour le témoin. A noter cependant que la croissance expérimentale a été la meilleure (10 g/j) avec l'aliment contenant 53% de mélange à base de gousses de *Prosopis juliflora* et le coût de l'alimentation a été à peine supérieur à celui obtenu avec l'aliment commercial (différence NS).

Au Nigeria (Adetola et al.), un essai d'alimentation des lapins en croissance a montré qu'il est possible d'incorporer 10% voire 20% d'un mélange de feuilles de tournesol sauvage (*Tithonia diversifolia*) + sang bovin d'abattoir (proportion 4 :1 de produits séchés au soleil) en remplacement du tourteau d'arachide de la ration, sans altérer significativement les performances de croissance.

#### b) Les matières premières potentiellement disponibles en zone tempérée

Au cours d'un essai conduit sur 3 cycles de reproduction et la descendance, un essai français (Gayard et al.) a montré qu'il est possible d'incorporer 26% de sainfoin déshydraté (testé à 0 - 13 et 26%, **formule alimentaire non précisée**) dans la ration des lapines reproductrices, puis dans celle de leurs descendants en engraissement. La prolificité a été légèrement améliorée (9.0 - 9.9 et 10.5 nés vivants/MB) et la proportion de mort-nés réduite (15.7 - 10.5 - 8.9%), sans altération du poids des lapereaux au sevrage. Par contre la vitesse de croissance en engraissement a été légèrement réduite : 44,2 - 43,4 et 43,2 g/jour pour les taux d'incorporation de 0 - 13 et 26% (P<0.001). **L'absence de toute indication sur les formules alimentaires employées ne permet pas de proposer d'explication pour cette légère baisse de performance.** Par contre il faut souligner que la mortalité en maternité puis

en engraissement a été faible à très faible sur l'ensemble de l'essai (6,2% en maternité et 0,6% en engraissement).

Par ailleurs, une étude hongroise (Atkai et al.) a montré que logiquement un mélange fourrager de trèfle des prés (*Trifolium pratense*) et de lotier corniculé (*Lotus corniculatus*) peut sans problème être inclus dans la ration des lapins en croissance, au moins jusqu'à 26% de la ration en remplacement total de la luzerne déshydratée (testé à 0 -15 - 20 et 25,6% - tableau 3)

**Tableau 3** Performances de croissance des lapins entre 37 et 84 jours en fonction du taux du mélange fourrager trèfle+ lotier dans l'alimentation (Atkari et al.)

Taux du mélange Trèfle + Lotier	0	15	20	25
Vitesse de croissance g/j	42,7	41,8	42,7	42,6
Indice de consommation	4,12	4,00	3,99	4,03
Mortalité 37-84 jours %	9,2	8,8	5,8	10,7

*Contrairement à ce qu'affirment les auteurs, le lotier corniculé, même seul, n'a jamais été considéré comme toxique pour le Lapin et a même été fortement conseillé pour l'élevage des lapins au milieu du 20e siècle. Si par la suite il a été délaissé au profit de la luzerne c'est pour des raisons purement agronomiques (rendement/ha, récolte...).*

Si dans les essais ci-dessus la luzerne a pu être totalement remplacée par d'autres légumineuses fourragères, dans un essai conduit au Brésil (Craveiro et al.), les auteurs ont constaté une baisse de la vitesse de croissance 31-70 j, si le taux de luzerne passait de 27% à 0% (GMQ variant de 37 à 33 g/jour). Ils ont même proposé un taux optimum de 25,6% de luzerne pour l'aliment d'engraissement des lapins. *Avec un peu d'expérience on peut supposer que les plus faibles performances constatées avec le régime sans luzerne sont attribuables plus à un problème de formulation alimentaire incomplètement équilibrée qu'à une vertu particulière de la luzerne*

Une étude portugaise (Alves et al.) a abordé l'utilisation des racines de carottes (écarts de tri) dans l'alimentation des lapins en croissance. *La motivation initiale de ce travail est pour le moins originale puisque les auteurs justifient leur étude par les effets favorables des caroténoïdes et des fibres alimentaires de la carotte sur la santé chez l'homme.* Incorporées au taux unique de 15% dans cette étude, principalement en remplacement de céréales (blé, orge) les carottes n'entraînent pas de variation significative de la vitesse de croissance 35-63 j. des lapins, mais dégradent l'indice de consommation : 2,70 vs 2,43 pour le témoin



Carottes écartées lors du tri

Une étude brésilienne (Santinoni et al.) a montré que l'incorporation de graines de haricot (brisées) extrudées dans l'alimentation des lapins jusqu'à 20% (testé à 0-5-10-15 et 20%) dans une ration équilibrée (16% de protéines, 31% de NDF) n'entraîne pas de modification des performances de croissance : GMQ moyen de 38,7 g/j et IC de 2,83, mais augmente linéairement le coût alimentaire avec le taux d'inclusion des haricots extrudés en raison des dépenses liées à l'extrusion.

Les travaux de Dorbane et al. *venant à la suite de ceux présentés par la même équipe algéro-française au Congrès de Qingdao en 2016* ont permis de déterminer que les glands de chêne vert algérien contiennent environ 17,9 MJ d'énergie digestible par kg de MS, valeur supérieure à celle généralement admise pour les céréales (autour de 14.5 MJ). Par contre la teneur en protéines est très faible (5,5% de protéines brutes) même si ces dernières semblent assez digestibles (proche de 80%). Ainsi les glands sont une source intéressante d'énergie digestible pour l'alimentation du Lapin *mais nécessitent entre autres une forte complémentarité par une ou plusieurs sources de protéines.*

Dans le travail égyptien d'Abdel Khalek et al., la moitié du tourteau de soja classique d'une ration d'engraissement (16% de la ration) a été remplacée par un tourteau de soja «by-pass» préparé classiquement pour les ruminants (testé à 0 - 4 et 8% de la ration). Le tourteau de soja traité a permis d'accroître le poids final des lapins de 7% - 1,65 -1,68 et 1,77 kg (20 lapins par lot au départ) ainsi que

l'efficacité alimentaire. *Mais les auteurs ont omis de préciser la durée d'engraissement et la présence d'une éventuelle mortalité.*

L'incorporation de 15% de graines de lupin en remplacement total du tourteau de soja (Almeida et al., Portugal) ne modifie pas la vitesse de croissance lorsqu'il s'agit de lupin jaune mais la réduit légèrement lorsqu'il s'agit de lupin blanc (poids final de 2,61 kg contre 2,73 pour le lupin jaune et 2,74 kg pour le témoin), sans modification significative du rendement à l'abattage (à 69 jours). Pour les deux types de lupin, la teneur en acides gras polyinsaturés des lipides musculaires est améliorée : 27,4 et 29,0% pour les lupins blanc et jaune contre 24,1% pour le témoin. Le rapport des acides gras  $\omega 6/\omega 3$  est significativement réduit pour le lupin blanc (5,4) alors qu'il est accru pour le lupin jaune (8,75) comparativement au témoin soja (rapport de 7,08).

Dans un essai français (Guillevic et al.) impliquant 777 lapines reproductrices il a été démontré que l'incorporation à la ration de 5% du mélange Tradilin<sup>®</sup> à base de graines de lin extrudées riches en acides gras  $\omega 3$ , permet d'accroître significativement les performances de reproduction des lapines : prolificité 9,67 sevrés /MB vs 8,69 pour le témoin, mais aussi le poids au sevrage des lapereaux : 913 g vs 811 g. La présence d'un fort taux d'acides gras  $\omega 3$  renforce aussi les défenses immunitaires des animaux

Un travail algérien (Harouz-Cherifi et al.) a confirmé que l'incorporation de la drêche de brasserie (produit local testé à 0 - 20 et 30 %) dans la ration de lapins, en substitution partielle du soja, de la luzerne et de l'orge, entraînent les mêmes performances que l'aliment témoin, sans affecter l'état sanitaire, les caractères de croissance ou d'abattage.

La pulpe de la gousse de caroube restant après la récolte des graines (90% du poids de la gousse brute), est riche en sucres solubles (45-52%) mais pauvre en protéines (2-7%) Testée au taux de 0 - 12,5 et 25% dans la ration essentiellement en remplacement de l'avoine (Ribeiro et al.) cette pulpe peut être sans problème incorporée au taux de 12,5% voire 25% dans la ration des lapins en croissance (GMQ de 46,3 - 46,9 et 44,8 g/j pour les 3 taux d'incorporation). Son utilisation jusqu'à 25% n'a pas d'effet sur la morphologie intestinale ou les fermentations caecales

La pulpe de racine de chicorée restant après extraction partielle de l'inuline est riche en fibres digestibles (CUDA de 56% pour le NDF et 83% pour l'ADF), mais pauvre en protéines (~8%). Elle a une teneur en énergie digestible élevée : 12,14Mj/kg MS (Guermah et Maertens). Par rapport au témoin, introduite dans la ration de lapins en croissance au taux de 30% en remplacement de la ration de base, la pulpe de chicorée n'entraîne aucun effet négatif sur la vitesse de croissance (GMQ de 52 g/j contre 48 pour le témoin – 8 lapins/lot) et même une amélioration significative de l'indice de consommation : 3,03 vs 3,70.

Enfin, selon deux études italo-hongroises sur l'huile de pupes de vers à soie (*Bombyx mori*) récupérée après récolte de la soie brute (Matics et al. et Singh et al.), il s'avère que cette huile peut remplacer l'huile de tournesol dans la ration des lapins (testée au taux de 1,3%), sans modifier la croissance ou l'efficacité de la digestion par les animaux.

### *c/ Les additifs alimentaires*

Dans cette catégorie, nous avons traité des produits incorporée à moins de 4% dans la ration et ayant des effets sur les lapins alors même que les éléments nutritifs les constituants sont insuffisants pour avoir des effets sur l'équilibre de la ration. Les effets observés sont généralement un certain contrôle de la flore digestive (le microbiote) ou des effets sur la régulation physiologique de l'organisme des lapins (anti-oxydant, ....)

L'incorporation de 3% de grande mauve séchée (*Malva sylvestris*) connue autour de la méditerranée pour ses vertus médicinales, améliore la consommation et le poids vif de lapins et réduit le taux de cholestérol et de lipides dans le sang (Boudour et al., Algérie)

L'addition de 200 mg/kg d'armoise annuelle en poudre (*Artemisia annua*) dans l'alimentation des lapins (20 lapins /lot) améliore leurs performances de croissance et leur indice de consommation (3,23

vs 3,79 pour le témoin). Cela réduit aussi la sensibilité de leur viande à l'oxydation lors de la conservation (Basyony et al., Egypte)

Un résultat similaire, y compris la résistance à l'oxydation ; a été décrit par Abel Khalek et al. (Egypte) après addition de 200 mg/kg de farine de courge (*Curcuma longa*) : GMQ de 25,3 vs 21,1 g/j et IC de 3.32 vs 3.79. (20 lapins/lot)

Une autre étude égyptienne (El Gindy et al) a montré qu'en période de fortes chaleurs (29 à 35°C) l'addition de mannooligosaccharides à l'aliment d'engraissement ( testés à 0 - 0,5 – 1,0 et 1,5% de l'aliment) permet de légèrement améliorer la vitesse de croissance des lapins (20 pat lot) : GMQ de 13.2 – 14,6 – 15,3 et 14,9 g/j. (P=0,023) pour les 4 lots expérimentaux malgré une baisse significative de la consommation alimentaire : 52,4 – 50,9 – 47,1 et 48,6 pour les 4 lots (P <0,001).

L'addition de 10 à 100 mg/litre de spiruline (*Spirulina platensis*), une micro-algue (*ou une bactérie*) des eaux tropicales ± saumâtres, dans l'eau de boisson de lapins en engraissement n'a aucune influence sur leur performance de croissance. *L'absence d'effet de la spiruline sur les animaux provient d'une erreur de base des auteurs (Sangare et al.) quant au protocole expérimental mis en œuvre. En effet, cette algue très riche en protéines (60-65% /MS) et équilibrée en acides aminés est cultivable (cultivée) industriellement. Elle aurait due être testée aux environs de 2-10% de la ration en remplacement d'un bon tourteau ou d'une farine animale comme c'est le cas pour les autres espèces (poulet, porc), c'est-à-dire représenter un apport alimentaire environ 100 fois plus important que dans cet essai. Avec un tel protocole la seule conséquence qu'on aurait pu attendre, était un effet négatif lié à la pollution de l'eau de boisson due au développement éventuel de bactéries pathogènes aux dépens de l'algue.*

L'équipe de l'Ecole d'agronomie de Madrid a présenté 3 communications sur l'introduction de cellobiose et de xylooligosaccharides dans l'eau de boisson des lapins en engraissement (Farias et al.). La cellobiose utilisée à raison de 7,5 g/litre d'eau de boisson a un effet positif non significatif (P= 0,105) sur la vitesse de croissance des lapins et aucun effet sur la viabilité es animaux. L'utilisation de xylooligosaccharides (7,7 g/litre) n'a d'effet significatifs ni sur les performances de croissance ni sur la viabilité des animaux entre le sevrage (31j.) et l'abattage (59 j.).

L'équipe française de MiXscience (Menini et al.) a montré que *contrairement à ce qui est observé chez la vache*, l'incorporation de propylèneglycol (PG) dans l'eau de boisson des lapines reproductrice (0,4%) pendant 4 jours avant la mise bas n'a pas d'effet sur le poids vif des lapines ni sur le poids des lapereaux au sevrage. Un effet positif non significatif sur la prolificité des lapines mériterait des études ultérieures. Seul un effet temporaire significatif a été observé sur le poids des lapereaux à 21 jours, mais il n'a pas été retrouvé au sevrage 10 jours plus tard. La distribution du même PG entre 14 et 18 jours de lactation n'a que des conséquences négatives. Elle doit donc être évitée.

La même équipe (Gohier et al) a testé l'incorporation de 0,5% de l'additif Cunidigest<sup>®</sup> à l'aliment (mélange d'acides organiques et d'huiles essentielles). L'essai a été conduit dans 4 élevages commerciaux et un total de 6 bandes correspondant à 2 fois 1560 lapins en engraissement, systématiquement rationnés. Avec le Cunidigest<sup>®</sup> la mortalité globale a été significativement réduite (5,1% vs 9,6% pour le témoin) de même que la morbidité (11,9% vs 20,8%). Par contre la croissance des lapins n'a pas été modifiée.

L'addition d'extraits de châtaigne ainsi que de marc de raisin (tous deux riches en tannins) a été testée à 0,2 et 0,4% dans l'aliment d'engraissement par l'équipe italienne de Padoue (Xiccato et al.). Aucun effet n' a été détecté sur la mortalité ou la vitesse de croissance (0,4% et 58 g/j. en moyenne) malgré des modifications significatives de la digestibilité des aliments, plus favorables dans le cas de l'extrait de marc de raisin que pour l'extrait de châtaignes.

Un travail français (Colin et al.) avec deux répétitions impliquant au total 1684 lapins a montré qu'un additif commercial, le Diamond C Original XPC à base de levure *Saccharomyces cerevisiae*, introduit à raison de 1g/kg dans l'aliment d'engraissement des lapins est une solution intéressante pour

améliorer la croissance (GMQ 46-70 j de 35g/j. vs 33,4 g/j. pour le témoin) et la viabilité des animaux, notamment dans un contexte de performances dégradées (mortalité 46-70 j. de 6.8%% vs 12.7% chez le témoin) ou pour la production de « lapins lourds ».

Un autre essai français de la même équipe (Malabous et al.) impliquant au total 2 cycles de production et 277 mises bas au total, a montré que l'incorporation de 1,32 g/kg de Metalac<sup>®</sup> uniquement dans l'aliment de maternité (un additif commercial à base de produits de fermentation de 2 souches de lactobacilles, *Lactobacillus farciminis* et *Lactobacillus rhamnosus*) permet de sevrer un peu plus de lapereaux (8,86/MB vs 8,71 P= 0.009) et de produire des lapins un peu plus lourds à l'abattage (2,43 kg vs 2,40 pour le témoin, P=0.10), augmentant ainsi le nombre et le poids des lapins commercialisables : 17,3 kg vif par mise bas vs 16,3 kg vif pour le témoin. En outre, le rendement à l'abattage mesuré sur environ 1000 lapins par lot, a été significativement amélioré : 55,0% vs 54,2%.

Enfin nous devons aussi signaler la courte revue de Lebas sur l'utilisation de la bentonite comme additif technologique dans l'alimentation des lapins. Autorisée en France jusqu'à 2,0% dans les aliments pour animaux, cette argile à structure lamellaire a l'intérêt d'améliorer la qualité des aliments difficiles à agglomérer, y compris en présence d'huile ajoutée. En outre, sa structure lamellaire permet de bloquer d'éventuelles mycotoxines comme l'aflatoxine B1 et de supprimer ainsi leurs conséquences négatives. Mais pour les mêmes raisons de structure la bentonite bloque aussi les coccidiostats comme la Robénidine, la rendant inefficace. Si la bentonite était encore assez souvent utilisée à la fin du 20<sup>e</sup> siècle, aucune des formules alimentaires présentées lors de ce Congrès n'en contenait.

## 2.2. Les différentes matières premières utilisées dans les aliments expérimentaux utilisées dans les communications du Congrès

Les auteurs de 38 communications (sur 238 communications courtes) ont indiqué la composition centésimale des aliments expérimentaux utilisés, le plus généralement pour des lapins en engraissement, mais aussi pour des reproductrices ou des lapins à fourrure. Nous avons relevé la formule des différents aliments témoin, ainsi que celle des aliments expérimentaux ayant permis des performances au moins similaires à celles obtenues avec l'aliment témoin (différence non significative ou amélioration), soit au total 56 formules

L'hypothèse forte que l'on peut faire est que ces auteurs considèrent pour les aliments témoins qu'il n'y a pas de risque particulier à employer ces matières premières dans l'alimentation des lapins et que les matières premières expérimentées n'ont pas de contre-indication aux taux étudiés puisque les performances sont au moins égales à celle du témoin. Les différents taux employés pour les principales des 60 matières premières concernées sont donc des indicateurs des possibilités d'emploi (tableau 4).

**Tableau 4** : Principales matières premières (MP) utilisées dans 56 formules expérimentales avec indication de la fréquence d'emploi (si présence dans au moins 4 formules), du taux moyen d'incorporation lorsque cette MP est utilisée, du taux maximum d'emploi observé.

Les 21 matières premières principales (pour un total de 60 MP différentes)	Nbre de Formules/56	Taux moyen d'incorporation	Taux maximum
<b>Céréales (N=4)</b>			
Blé	15	13,	36,5
Orge	23	10,2	41,0
Maïs	27	12,7	35,0
<b>Issues de céréales (N=5)</b>			
Son de blé et autres issues de céréales	47	21,9	42,3
Son de riz	4	12,8	26,0
<b>Plantes fourragères (N=7)</b>			
Luzerne (déshydratée ou foin)	41	27,2	55,3
Farine de foin de prairie	4	9,5	15,8

<b>Sous produits fibreux (N=8)</b>			
Paille de blé	9	8,9	15,0
Paille et cosses de soja	7	12,4	25,4
Pulpes de betteraves	13	13,6	42,7
Drèches de brasserie	4	27,8	40
<b>Tourteaux (N=9) et graines d'oléo-protéagineux (N=7)</b>			
Tourteau de soja	43	11,8	26,0
Tourteau de tournesol	15	11,9	25,0
Tourteau de palmiste	7	17,4	50,0
Tourteau d'arachide	4	17,5	30,0
<b>Divers (N=7)</b>			
Mélasses	19	2,37	5,5
Huile végétale	16	1,64	2,8
Farine de poisson	4	2,00	5,0
<b>Minéraux, vitamines et acides aminés (N=9)</b>			
DL-méthionine	32	0,16	0,25
L-lysine	27	0,19	0,25
Prémix, minéraux et vitamines	53	2,2	5,0

Au total 95% des aliments présentés contiennent des céréales, au taux moyen 21,1%. Les céréales les plus représentées sont le maïs (48% de formules) l'orge et le blé. L'avoine n'est présente que dans 2 formules, et il faut remarquer qu'aucune formule n'a fait appel au riz, au seigle ou au sorgho.

Les issues de céréales sont présentes dans 86% des formules au taux moyen de 24,2% c'est-à-dire un taux un peu plus élevé que celui des céréales. Le son de blé est de loin l'issue la plus représentée (84% des formules, taux d'incorporation de 21,9%) loin devant le son de riz et le son de maïs présents dans seulement 4 et 3 des 56 aliments présentés au congrès.

La luzerne (séchée au soleil ou déshydratée) est présente dans 73% des aliments. Lors des deux précédents congrès cette proportion était de 52% en 2016 et 64% en 2012. Son taux moyen d'incorporation est de 27,2% dans les aliments, proche des taux observés en 2016 et 2012 : 28,7% et 31%. D'autres sources de fibres et éventuellement de protéines sont aussi souvent utilisées telles que la pulpes de betteraves (21% des formules, avec un taux de 13,6%) ou la paille de céréales (16% des formules, avec un taux moyen de 8,9%), ou la paille et les pellicules de soja (12,5% des formules et un taux de 12,4%) Dans cette catégorie des aliments sources de fibres ± digestibles les équipes de recherche ont aussi utilisé des drèches de brasserie, du marc de pomme ou de raisin, mais aussi du foin de trèfle, des fanes d'arachide, les déchets de lin ou différentes graminées tropicales.

Le dernier élément majeur en fréquence dans les formules utilisées est le tourteau de soja présent dans 77% des aliments (taux de 11,8%) nettement devant le tourteau de tournesol présent dans 27% des formules au taux de moyen de 11,9% similaire à celui du tourteau de soja. Globalement 86% de formules contiennent au moins l'un de ces deux tourteaux. Parmi les autres tourteaux on peut mentionner le tourteau de palmiste et de manière plus anecdotique les tourteaux d'arachide, de coprah, de lin, de colza, de pépins de raisin ou de coton. Les graines oléo-protéagineuses ont été beaucoup moins utilisées (chacune présente dans une et deux formules seulement sur les 56 relevées). On peut citer les graines d'arachide, de soja, de coton, de lupin ou de colza. Par contre aucune formule n'a fait appel au pois fourrager ou à la féverole.

Une mention particulière concerne la mélasse présente dans 39% de formules au taux de moyen de 2,37% et un taux maximum d'incorporation de 5,5%. Mais comme il a été montré plus haut, dans certaines conditions la mélasse peut représenter 25% de la ration (Parra-Almao et al.) sans altérer la santé des lapins.

### 3. Stratégies et techniques d'alimentation

#### 3.1. Mode d'alimentation des lapins expérimentaux

Avant d'analyser les communications abordant spécifiquement les techniques d'alimentation et la composition des aliments, il nous a semblé intéressant de voir comment les lapins expérimentaux ont été alimentés lors des multiples essais à l'origine des communications du Congrès, toutes sections confondues.

Le mode de distribution des aliments a été indiqué dans 58% des communications (111).

En maternité, sur les 31 communications dont l'information est disponible, 100% des femelles sont alimentées à volonté, avec un aliment granulé.

A noter deux originalités françaises : un essai ayant testé l'effet d'un temps de 8h sans accès à la mangeoire en présevrage, et un ayant testé un aliment distribué au nid sous forme de gel pour les jeunes lapereaux.

En Précheptel, sur 3 essais dont nous avons l'information, l'alimentation est toujours de type granulé. Pour un essai, la distribution n'est pas indiquée, pour un essai, les jeunes femelles sont rationnées quantitativement et enfin un essai compare des femelles à volonté et des femelles rationnées quantitativement.

Enfin, en engraissement, 76 papiers indiquent le mode d'alimentation des lapins expérimentaux :

- 2 essais se passent dans le cadre de pâturage, dans des essais en agriculture biologique.
- dans 5 essais, les animaux ont à disposition du granulé et du fourrage séché (papier indonésien), ou du foin (papier ivoirien) ou des fourrages frais (papiers ivoirien, nigérian et sud-africain).
- 2 essais avec tout ou partie des groupes recevant un aliment sous forme de farine (papiers vénézuélien et brésilien), dans le cadre d'une alimentation ad libitum
- 67 essais ont été conduits avec de l'aliment granulé : 63% ad lib, 13% comparant des régimes ad lib à des régimes rationnés (en quantité et pour un essai, en durée), et dans 19% des cas, les lapins étaient rationnés (3 papiers sur 13 avec un rationnement horaire).

#### 3.2. Stratégies d'alimentation des lapins en engraissement

Lors de ce 12<sup>ème</sup> congrès, beaucoup de communications ont été consacrées à l'étude de l'effet des stratégies d'alimentation en engraissement sur les performances (8 communications contre 4 lors du dernier congrès de Qingdao).

Diverses stratégies d'alimentations ont été étudiées, parmi lesquelles :

##### *a/ les modalités de rationnement*

Un premier papier de Garda-Salmon et al (France) a traité de l'effet de différentes modalités de rationnement en engraissement sur la croissance et le développement mammaire des lapines futures reproductrices. Ainsi deux rationnements ont été testés : G1 rationnement strict (73 g au sevrage +15g/sem jusqu'à 63j), et G2 rationnement plus léger (93 g au sevrage +18 g/sem jusqu'à 63j). Les deux groupes ont ensuite été alimentés à volonté de 63j, à 90j, puis ont reçu une ration de 150g/j à partir de 90j et jusqu'à la première IA (avec un flushing ad libitum de IA-6j à IA+2j). Les résultats ont montré que la restriction initiale n'a pas affecté le poids à la 1<sup>ère</sup> IA, ni les performances de reproduction au 1<sup>er</sup> cycle (fertilité, prolificité) ou encore la santé des lapines. Notons toutefois que la croissance ne s'est pas faite au même moment de la vie des animaux: plus de gain de poids sur la première période pour les femelles de G2 (restriction moins sévère), alors que les femelles de G1 ont fait une croissance compensatrice sur la phase 90-126j. Quant aux examens histologiques des tissus

mammaires, ils n'ont révélé aucune différence significative dans la morphologie des tissus entre les 2 groupes. Par contre, les gènes de la synthèse des protéines du lait et des enzymes de la lipogenèse FASN ont été significativement augmentés dans le groupe d'alimentation la moins stricte G2 ( $P < 0,01$ ). Ceci suggère une augmentation de la synthèse des protéines et des lipides du lait dans le tissu épithélial mammaire des femelles recevant une allocation alimentaire plus élevée en période post-sevrage. Dans l'ensemble, ces résultats indiquent que la stratégie d'alimentation au début de la vie reproductive des lapines peut influencer leur développement mammaire au cours de la première gestation et avoir un impact potentiel sur la lactation ultérieure en faveur de la restriction alimentaire la moins stricte entre 5 et 9 semaines.

*Bien que cette étude n'ait pas mis en avant d'effet sur le poids vif et les premières performances de reproduction, il serait intéressant de mesurer les effets à long terme de la courbe de croissance (plus précoce pour le rationnement léger, et une croissance compensatrice pour le rationnement stricte). Ce travail a permis de mettre en lumière et d'alerter sur l'effet des pratiques du rationnement sur le développement mammaire. En effet, comme les femelles suivent souvent la stratégie d'alimentation des lapins de chair, elles peuvent être trop rationnées en début d'engraissement.*

Pascual et al. (Espagne) se sont intéressés à l'utilisation de la restriction alimentaire pour le contrôle de la santé des animaux en engraissement, afin de permettre la réduction de l'utilisation des antibiotiques. Ainsi, de 35 à 63j, 4 groupes de lapins ont reçu, soit une alimentation *ad libitum* avec des aliments médicamenteux (AdLibMed), soit une alimentation *ad libitum* avec des aliments sans addition médicamenteuse (AdLibNoMed), soit une alimentation restreinte (80% de l'*ad lib*) avec alimentation médicamenteuse (RestrMed) soit enfin une alimentation restreinte (80% de l'*ad lib*) avec des aliments non médicamenteux (RestrNoMed). Les lapins ont ensuite tous été alimentés avec un aliment non médicamenteux, distribué à volonté de 63 à 70j (abattage). Au global, les auteurs ont conclu que la restriction alimentaire a réduit le GMQ sans améliorer significativement l'IC même si ce dernier a été réduit de 0,09 pt. Quant au sanitaire, peu importe la stratégie d'alimentation le retrait des antibiotiques (ici Valdemuline, OTC et coccidiostatique) a augmenté la mortalité (+3pts pour l'alimentation *ad lib* (+47%) et +4.8pts pour l'alimentation restreinte (x2.2)).

*Pascual et al. ont conclu ici que la restriction n'est pas toujours la meilleure option, mais il faut ici indiquer que les animaux ont été nourris à volonté la dernière semaine, période au cours de laquelle la mortalité du groupe précédemment restreint a été le double de celle des animaux témoin *ad libitum* depuis le sevrage. Il aurait été intéressant d'avoir un groupe avec une stratégie de restriction jusqu'à la vente.*

Ce congrès a été l'occasion pour l'INRAE de Toulouse (Gidienne) de réaliser une rétrospective sur 10 années de recherches sur la régulation de l'ingéré, en se basant sur la littérature existante et des entretiens avec des experts :

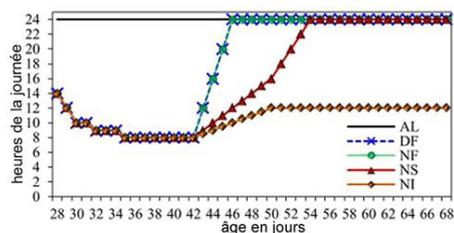
- ✓ *Impact économique* : cet impact positif provient de 3 sources principales : la réduction de la mortalité en engraissement (50% de la baisse de mortalité observée ces 10 dernières années peut être attribué aux stratégies de restriction alimentaire), l'amélioration de l'efficacité alimentaire (baisse de 5% de l'IC grâce aux stratégies de restriction alimentaire) et la réduction du coût alimentaire par un moindre usage des antibiotiques.
- ✓ *Impact sur la santé des lapins en engraissement* : la baisse de la mortalité et de la morbidité, sans accroître les comportements anormaux entre congénères (agressivité ou compétition à la mangeoire) permet d'améliorer le bien-être des animaux, et de réduire l'usage des antibiotiques.
- ✓ *Impact environnemental* : les stratégies de restriction alimentaire impactent 3 aspects ; à savoir une moindre consommation de ressources alimentaires, une meilleure efficacité alimentaire, mais aussi à une réduction des excréta. Deuxièmement, la réduction de la consommation de médicaments (antibiotiques) conduit à une réduction de la libération d'antibiotiques dans l'environnement. Enfin, la réduction de maladies digestives équivaut à un plus grand nombre d'animaux sains, et donc à un moindre gaspillage d'aliments par des animaux malades ou morts, mais aussi une réduction du nombre de lapins morts à incinérer, économisant ainsi de l'énergie.

✓ *Impact social et autres impacts* : parmi eux ont été cités, le maintien d'un certain nombre d'éleveurs (grâce aux impacts économiques et sanitaires favorables), ou encore la réduction du temps de travail si l'agriculteur a investi dans l'alimentation automatique.

Au global, les stratégies de régulation de la prise alimentaire ont conduit à la fois à une réduction des pertes de lapins en croissance (720 000 lapins sauvés/an, 30 M€ sur 2005-2015), à une réduction de l'utilisation de médicaments (-50% d'antibiotiques utilisés pour troubles digestifs) et à une réduction des coûts d'alimentation (+ 5% d'efficacité alimentaire, soit 40 M€ économisés).

Plusieurs communications ont traité du rationnement par la durée d'accès à la mangeoire.

Un papier italien (Birolo et al., Université de Padoue), a traité des lapins logés en parcs, ayant différents temps d'accès à la mangeoire en comparant un groupe à volonté (AL) à des groupes restreints (de jour ou de nuit) avec une augmentation de la ration plus ou moins rapide à partir de la 3<sup>ème</sup> semaine d'engraissement



Sur la période globale 28-69 jours, pour les lapins

restreints, la prise alimentaire (-3,7 %) et la conversion alimentaire (-5,6 %) ont été inférieures à celles des lapins AL ( $P < 0,001$ ) avec les valeurs minimales dans le groupe NI (accès restreint de nuit et reprise lente de l'alimentation). La mortalité a été plus faible chez les lapins AL que chez les lapins restreints (1,6 % contre 9,0 % en moyenne ;  $P = 0,04$ ), tandis que la morbidité et l'indice de risque pour la santé n'ont pas changé (IRS entre 28.2% et 40.6%). Le poids et le rendement à l'abattage n'ont pas été significativement affectés. En conclusion, le programme NI, seul programme avec un rationnement jusqu'à la vente est la meilleure stratégie pour optimiser l'efficacité alimentaire sans altérer la croissance.

***Cette étude confirme la difficulté de remettre des animaux à volonté, même en le faisant sur une période transitoire lente.***

Une équipe française (Rebours et al.), a étudié, au travers de deux communications, l'effet de 2 stratégies de rationnement (10h/j tout au long de l'engraissement et 6h/j avec une progression de +1h/semaine), à la fois sur les performances et sur le comportement alimentaire des animaux. Il en ressort qu'en rationnement horaire, le Lapin a la capacité de réguler sa consommation. En effet, les lapins alimentés avec la stratégie 6h+1h/sem (soit une moyenne de 8h sur l'engraissement) ont un poids final équivalent à celui observé dans le lot ayant une durée d'alimentation fixe de 10h. Mais, comme la consommation a été moindre en première période (-15.2g/j), cela a permis de réduire l'IC global (-0.26 point), et donc de réduire le coût alimentaire (-10%). Toutefois, la réduction de la consommation en début de période a impacté le rendement à l'abattage (-0.8 pt).

Concernant le comportement alimentaire, nous avons pu apprendre à la lecture de ce travail que la vitesse de consommation augmente avec l'âge (+51% entre la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> moitié de l'engraissement), en lien notamment avec le poids vif des animaux. De plus, les lapins restreints consomment 2,5 fois plus rapidement la première heure après la distribution (en moyenne 36,8 g/h contre 14,8 g/h les heures suivantes). Enfin, plus le niveau de restriction est important, plus la vitesse horaire de consommation augmente (en première période, le groupe 6h+1h/sem consomme 1,5 g/h supplémentaire par rapport au groupe 10h), notamment la première heure (+5,5 g)

***Peu d'études visent à comparer différentes stratégies horaires. Cela permet de mieux appréhender le comportement alimentaire des animaux dans ce cadre de rationnement afin de pouvoir orienter les nombreux élevages dans cette configuration d'élevage.***

Un autre travail français (Guene-Grand et al.) a étudié la restriction horaire, mais en présevrage avec la mise en place d'un temps de 8h sans accès à la mangeoire, sur les 10 jours précédant le sevrage. Cette étude a notamment mis en évidence que les lapines et leurs portées ont su s'adapter à une contrainte de temps d'accès à la mangeoire avec une CMJ et une croissance très proches entre les 2 groupes.

Concernant les effets de ce jeûne, il en ressort que le poids des femelles n'a pas été affecté. Concernant la santé des lapins, cela n'a pu être démontré en raison d'un statut sanitaire très bon lors de l'essai (1 seul lapin mort). Enfin, concernant les performances en engraissement, bien qu'ayant un poids de sevrage équivalent, dès 42j et jusqu'à 56j les lapins du groupe *ad libitum* avant le sevrage, étaient plus lourds (entre + 3 % et + 2,5 %,  $P < 0,01$ ), mais à partir de 63j, les poids des 2 groupes étaient redevenus similaires. De plus, au début de la période d'engraissement, les lapins restreints en présevrage semblaient consommer un peu moins pouvant expliquer le léger retard de croissance observé.

*Cette étude est intéressante pour éventuellement mettre en lumière un effet favorable du rationnement en présevrage, afin de mieux préparer les lapins à un rationnement en engraissement, sachant que cela ne semble pas léser la femelle. Nous pouvons seulement regretter le bon statut sanitaire lors de cet essai ne permettant pas d'y trouver des conclusions complètes.*

*b/ l'alimentation en agriculture biologique :*

Un papier français de Goby et al. sur l'alimentation en élevage biologique a testé l'impact de la densité de pâturage (composée de sainfoin, folle avoine, fenouil, lampistrelle, plantain, ray-grass et orge) avec 0,4 m<sup>2</sup> de pâture quotidienne (3 lapins/enclos, groupe D3) ou 1,2 m<sup>2</sup>/lapin/jour (1 lapin/enclos, groupe D1), de 45 à 81j d'âge. De manière logique, les groupes de 3 lapins, ont consommé une hauteur d'herbe deux fois plus élevée (30 vs 16 cm consommés,  $P < 0,05$ ). Pour le groupe D1, la consommation de pâturage est passée de 40 à 100 g MS/j/lapin entre le jour 1 et le jour 36 (moyenne 75g MS/j), alors qu'elle variait de 25 à 60 g MS/j/lapin pour le groupe D3 (moyenne 38g MS/j), ce qui a eu un impact sur la croissance : 15,5g/j pour le groupe D1 et 8,4g/j pour le groupe D3. En conclusion, avec l'allocation de pâturage standard du cahier des charges « Bio » (0,4 m<sup>2</sup>/lapin/jour) la capacité de consommation de pâturage du Lapin n'est pas couverte. Selon la qualité du pâturage, un aliment concentré complémentaire peut être recommandé.

### 3.3. Equilibre nutritionnel de la ration et performances

6 communications ont traité de l'équilibre de la ration, dont 4 sont présentées ci-dessous

Deux communications françaises (Rebours et al.), ont étudié l'effet de 2 bases alimentaires [STD (2325 kcal/kg, 15,0% de protéines) et C+ (2400 kcal/kg et 15,4% de protéines)] dans le cadre d'un rationnement horaire progressif (6h/j avec une progression de +1h/semaine), à la fois sur les performances et le comportement alimentaire des animaux.

Les animaux alimentés avec l'aliment C+ ont eu des performances de croissance similaires à ceux du groupe STD, et durant la deuxième période leur consommation a diminué (-5,8g/j), révélant une régulation de la consommation chez les lapins en horaire restreinte en fonction de la concentration nutritionnelle de l'aliment. L'aliment de 3% plus concentré au plan énergétique a permis de réduire de manière non significative de 2,7% l'IC global

Concernant le comportement alimentaire, la concentration alimentaire a légèrement diminué vitesse d'ingestion tout au long de la journée, et elle diminue au cours de l'engraissement.

*Cette étude permet de mettre en avant un résultat différent de la concentration nutritionnelle de l'aliment si les lapins sont rationnés quantitativement ou par la durée d'accès à la mangeoire, même si on global, la concentration de l'aliment permet, dans tous les cas de réduire l'IC.*

Goncalves et al. (Espagne) ont étudié l'effet du ratio Protéines Digestible /Energie digestible sur des lapins en croissance : un régime L a été formulé pour obtenir les recommandations nutritionnelles actuelles pour les lapins à l'engrais (10,7 g PD/MJ; 16,6% de protéines brutes (11,8 PD) et 11,0 MJ ED/kg), tandis que le régime H avait un rapport plus élevé (12,2 g PD/ MJ; 18,2 % de protéines brutes (13,5 PD) et 11,1 MJ/kg). Il en ressort que les animaux nourris avec le régime H ont présenté une prise alimentaire plus forte (+12,5 g de matière sèche/j;  $P < 0,001$ ) et un gain quotidien moyen plus élevé

(+4,3 g/j;  $P < 0,001$ ). Aucune différence significative de mortalité et de morbidité n'a été observée entre les régimes alimentaires. Concernant l'IC, les résultats sont étonnants : les animaux nourris avec le régime H ont montré un meilleur IC au cours de la première semaine de croissance (IC réduit de 0,10 unités;  $P < 0,05$ ), tandis que ceux nourris avec le régime L ont montré de meilleurs résultats au cours des deux dernières semaines de l'essai (-0,17 points;  $P < 0,05$ ). Ces résultats suggèrent que le rapport PD/ED approprié pour les lapins en croissance change avec l'âge. En conclusion, l'utilisation d'un rapport PD/ED plus élevé pendant les premières semaines après le sevrage pourrait contribuer à améliorer les performances des lapins en croissance actuels, caractérisés par un taux de croissance élevé, sans compromettre leur état de santé digestive.

*Bien que le niveau d'énergie soit identique entre les deux lots, le niveau de protéine brute est très différent. Il aurait été intéressant de travailler les formules afin d'obtenir un niveau de Protéine digestible différent en maintenant un niveau de protéine brute constant afin de d'étudier réellement l'effet du ratio PD/ED.*

Une communication française (Raffin et al.) a étudié l'effet du ratio Fibres Digestibles/ADF en engraissement sur les performances et la santé des lapins à l'aide d'une méta-analyse et dans le cadre d'un ratio allant de 0,73 à 1,03.

Pendant toute la période d'engraissement (32 à 71 jours), il y a eu une diminution significative du risque sanitaire digestif (ISR) ( $P < 0,01$ ), de la mortalité et de la morbidité ( $P < 0,05$ ) lorsque le rapport FD/ADF augmentait, avec un effet marqué sur l'entéropathie épizootique du lapin et sur la parésie ( $P < 0,05$ ), notamment en première période d'engraissement. Concernant les performances, le gain moyen quotidien moyen et l'indice de consommation n'ont pas été influencés par ce ratio ( $P = 0,96$  et  $P = 0,98$  respectivement). Ces résultats suggèrent que l'effet individuel des fibres digestibles et indigestibles sur l'état de santé des lapins peut être optimisé lorsque leur apport respecte un certain équilibre.

#### 4. Conclusion generale

Pour l'emploi des matières premières, les différentes communications présentées lors de ce Congrès ont surtout fourni des précisions sur les possibilités d'emploi de matières premières déjà connues. Elles ont fourni un éclairage complémentaire sur des limites d'emploi. Quelques matières premières nouvelles ont cependant été étudiées. De nombreux additifs ont été testés. Tous ne se sont pas avérés efficace. Il est intéressant de constater qu'il est de plus en plus fréquent de voir des équipes de recherche présenter des communication sur les additifs qui n'ont pas tenu l'ensemble de leurs promesses

Pour les techniques d'alimentation nous retiendrons que les études expérimentales sur le rationnement du lapin en croissance ont été nettement plus fréquentes que lors des précédents congrès. Les auteurs ne semblent pas tous d'accord sur leur efficacité, mais en fait le désaccord provient plus du mode d'application du rationnement que du rationnement lui-même.

Enfin, quelques communications ont porté sur le ratio entre différents éléments nutritifs de l'aliment d'engraissement. Les résultats obtenus montrent que c'est un secteur prometteur pour les progrès techniques et économiques de la filière tant pour les lapins en engraissement que pour les lapines reproductrices.

## **Technique d'élevage et économie**

*par*

**Laurence Lamothe \* et Raphael Robert \*\***

\* INRAE, GenPhySE, University of Toulouse, Chemin de Borderouge, 31326, Castanet-Tolosan France

\*\* HYPHARM SAS, 3 La Corbière, Roussay, 49450, Sevremoine France

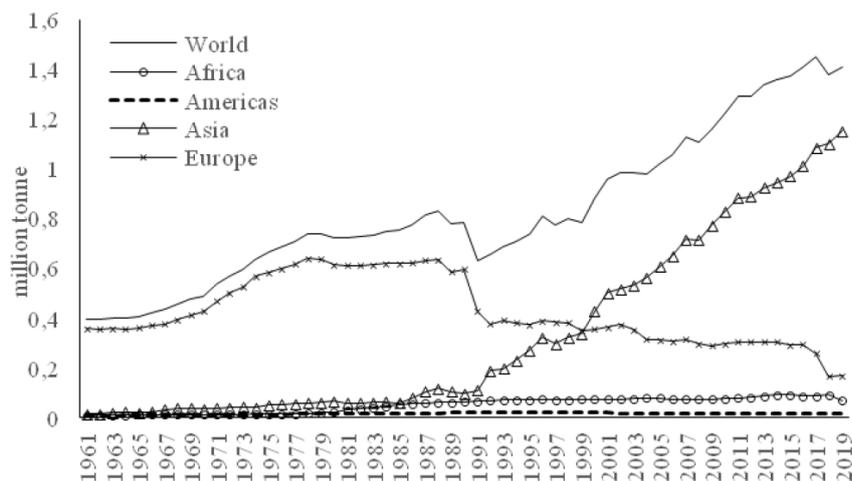
Lors du congrès mondial de 2021 à Nantes en France, 19 communications (1 synthèse, 6 présentations orales et 12 posters) ont été présentées dans la session techniques d'élevage et économie: 3 pour la Chine, 5 pour la France, 3 pour l'Espagne, 1 pour l'Italie, 1 pour le Nigéria, 1 pour la Trinidad, 1 pour le Brésil, 1 pour le Portugal, 1 pour la Suisse, 1 pour les Philippines, 1 pour la Hongrie. Deux communications de la Session Ouverte ont également retenu notre attention et seront traitées dans cette section : 1 pour les USA (Lukefahr et Wu, 2021) et 1 pour l'Espagne (Sanchez et al., 2021). L'ensemble de ces 21 contributions peut s'articuler autour de 5 volets : économie (4 contributions), stratégie d'alimentation autour du sevrage ou en engraissement (7 contributions), la production cunicole biologique en France (2 contributions), des techniques d'élevage innovantes (3 contributions) et la caractérisation des élevages en conditions non européennes (5 contributions).

Il est intéressant de noter que 3 contributions recouvrent à la fois le champ de l'économie et des techniques d'élevage. La contribution de Gidenne (2021) rapporte une analyse d'impact de la stratégie de maîtrise des ingrédients alimentaires en engraissement développée en France au cours des 10 dernières années qui va jusqu'à l'évaluation de l'impact économique. Rebours et al. (2021) ont étudié l'effet d'une alimentation horaire progressive et du niveau nutritionnel des aliments sur les performances mais aussi sur le coût économique (alimentation). Enfin, Lukefarh et Wu (2021) proposent une synthèse bibliographique sur les systèmes intégratifs d'élevage vertical de lapins pour les villes qui renvoient à un modèle d'économie circulaire.

### **1. Economie**

#### **1.1 Commerce de viande de lapin des principaux pays : modèles régionaux et facteurs d'influence (Synthèse de Wu et Lukefahr, 2021.)**

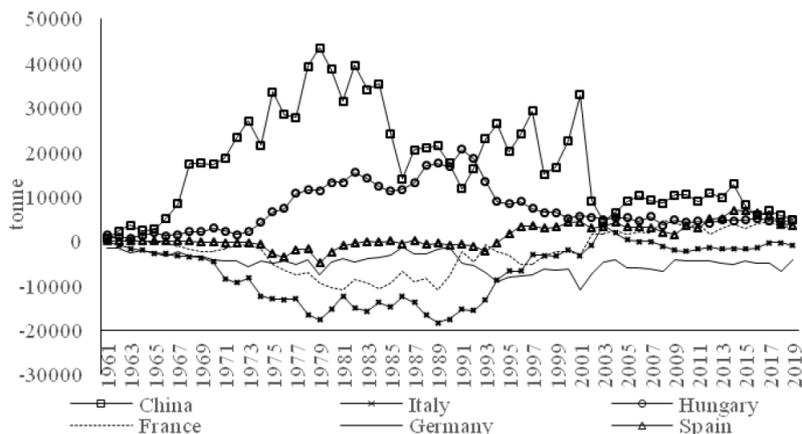
La production mondiale de viande de lapin a augmenté régulièrement au cours des 60 dernières années. Au cours de la période, le centre de la production s'est déplacé d'Europe (principal producteur de 1960 à 1980) vers l'Asie (surtout la Chine ; de 2000 à 2020 ; Figure 1). Le commerce de la viande de lapin a augmenté pendant environ 20 ans (1960 à 1980), puis il a fluctué pendant 20 ans pour être aujourd'hui stable en portant sur environ 37 mille tonnes. Le flux commercial vient actuellement de la région asiatique (principalement de la Chine) vers les pays européens (Figure 2).



**Figure 1 :** Evolution de la production de viande de lapins dans les différents continents depuis les années 1960

En 2019, les 5 principales destinations d'exportation étaient l'Allemagne, la Belgique, l'Italie, la France et l'Espagne. **La France exporte un peu plus qu'elle n'importe (5959 t vs 2870 t)**. La France, l'Espagne, la Chine, la Hongrie et la Belgique sont les trois pays européens les plus exportateurs. La Belgique, la Hongrie et l'Espagne deviennent progressivement des plateformes d'échange de viande de lapin en Europe. **La France, comme l'Italie, a un degré de concentration de ses échanges qui est faible puisqu'elle exporte vers de nombreux Pays (n=58) et que les 5 pays qui bénéficient le plus de ses exportations (Italie, Espagne, Belgique, UK et Allemagne) ne représentent que 70% de ses exportations totales (contre 90% pour la Belgique).** Cette situation est favorable, car la diversité des partenaires diminue la dépendance et donc le risque. Bien que la production de viande de lapin en Chine augmente encore, les exportations ont diminué au cours des dernières décennies, suggérant un développement de la consommation intérieure. **La Chine perd progressivement ses avantages comparatifs dans le commerce de la viande de lapin (RCA 8,43 à 1,33 entre 2000 et 2018) tandis que la France au contraire consolide son avantage (RCA de 3,50 à 5,52)**, et qu'en Europe, la Belgique et l'Espagne renforcent leur position (de 1,41 à 7,56 en Belgique et de 4,79 à 8,93 en Espagne).

La consommation de viande de lapin a suivi des fluctuations assez proches de celle de la production. Ainsi, la consommation française est passée de 4,1 kg/hab/an en 1961 à 0,65 kg/hab/an en 2019. A l'inverse, si la production de viande a considérablement augmenté en Chine depuis 1961, au final en 2019 la consommation moyenne en Chine est de 0,68 kg/hab/an en 2019. Les pays ayant des PIB élevés ont tendance à augmenter davantage les importations, mais diminuer les exportations. Les pays ayant une population plus élevée exportent plus de viande de lapin, mais importent moins.



**Figure 2 :** Exportations nettes de viande de lapins dans différents pays

*La langue commune et la frontière commune de deux pays ont un impact important sur le commerce de la viande de lapin. D'un point de vue stratégique, il semble que les entreprises françaises désireuses d'exporter leur produits ou leurs services devraient donc choisir la destination la plus appropriée pour s'installer et à partir de cet endroit profiter des réseaux locaux pour étendre leur influence.* En effet, l'étude montre que les éleveurs de lapins ou les entreprises de transformation devraient accorder de l'attention aux consommateurs nationaux ou aux pays voisins afin d'exploiter les marchés potentiels. L'étude recommande que les gouvernements devraient populariser la connaissance nutritionnelle de la viande de lapin afin d'encourager les personnes (en particulier les jeunes) à consommer la viande de lapin, plus saine, plutôt que celle de porc et de bœuf, et ainsi réduire l'obésité et les maladies cardiaques associées à des régimes néfastes à la santé. *Nous sommes sceptiques sur ces recommandations car les études montrent, au contraire, qu'en Europe, les vecteurs d'usage des produits bruts portent rarement sur le bénéfice santé (ceux-ci sont mobilisés essentiellement pour des extraits, ou des compléments alimentaires à haute valeur ajoutés).*

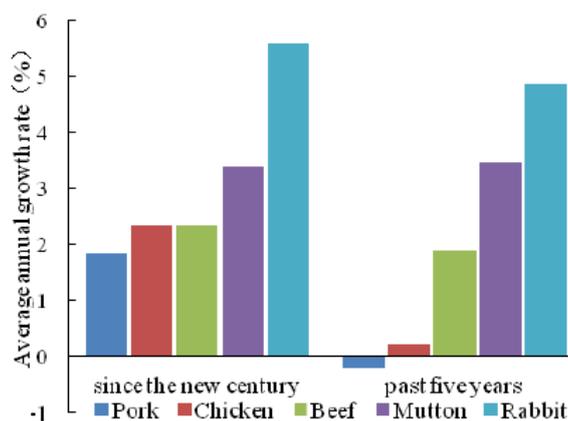
## 1.2. Economie de la production cunicole en Chine (3 contributions de Li et Wu, 2021 ; Zhang et Wu, 2021 ; Zhang Shunli et Zhu, 2021)

Ces trois contributions sont complémentaires et montrent :

(1) le taux de croissance de la production de viande de lapin en Chine est très élevé (Figure 3) et la compétitivité de l'industrie chinoise du lapin est forte sur les marchés chinois et mondiaux.

(2) que la consommation globale de viande de lapin en Chine est encore faible comparativement aux autres espèces. *Ceci suggère qu'il existe encore une forte marge de développement pour cette filière en Chine* d'autant que le nombre de foyers qui consomment du lapin est en augmentation (36,1 en 2011 vs 43,8 en 2018), ce qui est contraire à ce qui est observé en Europe. Zhang et Wu montrent que les qualités nutritionnelles de la viande de lapin sont peu connues en Chine et ils suggèrent qu'il « est nécessaire de renforcer la propagande médiatique sur les caractéristiques nutritionnelles de la viande de lapin » dans le but de stimuler la consommation et donc le développement de la filière. *Il serait intéressant de voir si ce genre de stratégie de relance, axé sur les bénéfices nutritionnels, est fructueuse sur les marchés asiatiques qui sont encore en croissance.* Elle est généralement peu fructueuse sur les marchés européens et le CLIPP axe plutôt ses campagnes médiatiques sur les usages (plutôt que sur les bénéfices santé). Cette conclusion des auteurs chinois est d'ailleurs assez surprenante puisque le principal frein à la consommation est le manque d'habitude de consommation (59,6 des freins identifiés). *Il paraîtrait donc plus judicieux de faire de la promotion d'usage (recette, dégustation, cadeau) que de la propagande de connaissances diététiques.*

(3) que les grands élevages chinois améliorent leurs revenus principalement en y augmentant la quantité de travail, et en investissant dans les équipements techniques et le contrôle des épidémies. Pour les élevages de taille moyenne, les marges de progrès pour améliorer les revenus, portent sur la productivité à l'animal notamment en maîtrisant mieux la santé des lapins.



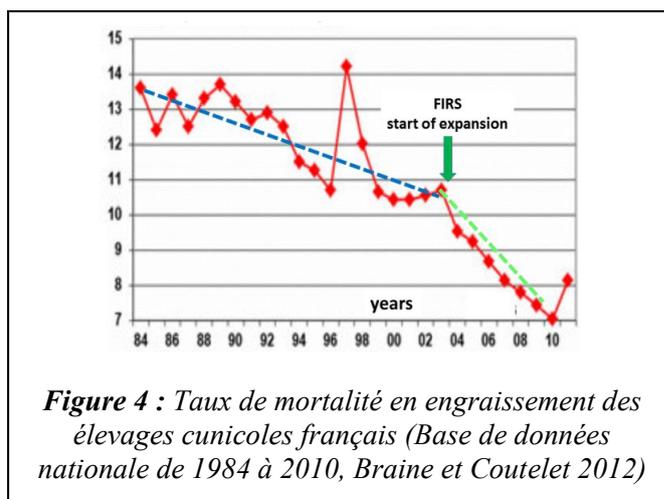
**Figure 3** : Evolution du taux de croissance annuel de production de différentes viandes en Chine

## 2. Techniques d'élevage

### 2.1 Stratégies d'alimentation autour du sevrage ou en engraissement

Nous commençons par une synthèse courte présentée par Gidenne T. (INRAE) de l'analyse d'impact des stratégies de régulation de l'ingéré alimentaire mise en place en production cunicole depuis de nombreuses années avec l'objectif de sécuriser la production. Cette étude a été réalisée à l'aide d'une méthode d'analyse rétrospective (2005-2015) pour établir l'impact de la mise en place des stratégies de régulation de l'ingéré alimentaire sur la mortalité des animaux en phase d'élevage, l'utilisation des antibiotiques, l'indice de consommation et l'impact environnemental global.

Les études réalisées sur des lapins d'engraissement pour limiter l'ingéré alimentaire après sevrage ont montré une amélioration de la santé digestive des animaux, un indice de consommation amélioré et une limitation des pertes en engraissement. Ces études ont en partie été réalisées avec des partenaires hors INRAE, pour permettre l'échange de savoir-faire et d'informations, et obtenir une connaissance plus robuste et la possibilité de proposer des préconisations. Ainsi, cette méthode de contrôle de l'ingéré est aujourd'hui utilisée par une majorité des éleveurs de lapins en France. Les résultats de ces élevages montrent bien une baisse significative de la mortalité en engraissement (Figure 4), une diminution de l'indice de consommation et également une baisse de l'utilisation des antibiotiques depuis la mise en place de cette méthode. *Cette synthèse met en évidence le bénéfice d'une collaboration au long court entre les instances publiques et les partenaires privés pour des résultats gagnant / gagnant.*



**Figure 4** : Taux de mortalité en engraissement des élevages cunicoles français (Base de données nationale de 1984 à 2010, Braine et Coutelet 2012)

La deuxième publication est une étude réalisée par Birolo et al. (Italie) qui présente les performances de croissance, de santé et d'abattage de lapins, conduits en engraissement selon différents programmes d'alimentation à durée plus ou moins limitée. Cinq programmes ont été testés : AL ad libitum (témoin) ; DF accès à la mangeoire en journée avec une alimentation rapide et complète ; NF accès nocturne à la mangeoire avec une alimentation rapide et complète ; NS accès à la mangeoire pendant la nuit avec une alimentation lente et complète ; NI accès à la mangeoire pendant la nuit avec une alimentation lente et incomplète. Ainsi, en fonction des programmes les animaux ont été alimentés en 1<sup>ère</sup> semaine de 14h à 9h par jour (durée décroissante) ; puis 8h par jour la deuxième semaine ; puis à partir de la 3<sup>ème</sup> semaine la durée de distribution augmentait de 30min/jour, 1h/jour ou 4h/jour en fonction des programmes. Le groupe alimenté pendant la nuit de manière lente et incomplète (NI) a présenté la meilleure efficacité alimentaire sans dégradation de croissance ni des résultats d'abattage. Cependant pour tous les groupes testés (hors témoin ad lib) la santé des animaux n'est pas améliorée (9% de perte en moyenne). *Il semble toujours nécessaire de poursuivre l'amélioration des techniques de maîtrise de l'ingéré pour pouvoir s'adapter à différentes contraintes d'élevage et car ces dernières peuvent apporter des réponses variables en fonction du contexte.*

Pascual et al. (Espagne) posent la question de l'alternative de l'utilisation d'antibiotiques par des méthodes de restriction alimentaire dans des environnements non contrôlés. Dans cette étude, 4 régimes sont comparés sur des lapins entre 35 et 63 jours : ad lib avec aliment médicamenteux (AdLibMed) ; ad lib sans antibiotique (AdLibNoMed) ; restreint avec aliment médicamenteux (RestrMed) ; et restreint sans antibiotiques (RestrNoMed). Quel que soit le régime, les mortalités ont été proches ainsi que l'efficacité alimentaire. *Dans cet essai, malgré les hypothèses formulées initialement, aucun des programmes réalisés n'a eu d'effet, bénéfique ou dépréciateur, sur la santé ou l'efficacité alimentaire, ce qui montre la variabilité des réponses dans ce domaine.*

La publication de Saiz del Barrio et al. (Espagne) présente l'évolution de la croissance et de l'homogénéité de lapins en engraissement nourris en suivant un programme de restriction alimentaire. Les lapins sont assignés à un groupe de poids de départ petits (519-680g), moyens (681-749g) et gros (750-911g) qui détermine le rationnement à la suite. Les animaux sont par la suite mélangés (petits-moyens-gros) par cage en fonction des traitements réalisés et leurs croissance et homogénéité sont suivies. Il est constaté que les différences de poids constatées au sevrage sont maintenues pendant toute la croissance. Cependant, en fonction des mélanges de lapins réalisés au démarrage de l'engraissement, l'homogénéité des cages est mieux maintenue pour des lapins de poids homogènes au démarrage. L'auteur conclue que l'homogénéité des animaux au sevrage est importante pour des animaux rationnés. *Ainsi la bonne condition des lapins au démarrage, et un bon allotement sont une clé pour avoir une bonne maîtrise des ingérés et une croissance maîtrisée.*

Les deux publications suivantes ont été réalisées par Rebours et al. (France). La première décrit la vitesse de prise alimentaire journalière de 168 lapins Hyplus à l'engraissement répartis en 3 lots de 56 lapins : le premier groupe a eu un aliment standard pendant 10h par jour (10h STD), le deuxième groupe a eu le même aliment standard avec un régime horaire progressif d'alimentation, soit 6h par jour en début de période d'engraissement et une augmentation d'une heure par semaine (6h+1 STD) et le troisième groupe avait le même programme d'accès à l'aliment que le deuxième groupe mais avec un aliment un peu plus concentré (6h+1 C+). Pour chaque groupe, la vitesse de la prise alimentaire a été mesurée. La concentration alimentaire a légèrement diminué la vitesse de l'ingéré en régulant la consommation alimentaire. *Cette publication apporte de nouvelles informations sur la vitesse de la prise alimentaire dans différentes situations de distribution.* La seconde publication évalue l'effet d'une alimentation horaire progressive avec deux niveaux nutritionnels sur les performances, l'état sanitaire des lapins à l'engraissement et le coût de l'alimentation, en comparaison avec une alimentation horaire constante. L'aliment de 3% plus concentré au plan énergétique a permis de réduire de manière non significative de 2,7% l'IC global par rapport à 6h+1 STD et significativement de -10,6% par rapport à 10h STD, permettant de réduire le coût de l'alimentation (2,30 €/lapin contre 2,36 € et 2.60 €/lapin respectivement pour les 2 autres modes de rationnement). *Ainsi, une bonne connaissance des stratégies alimentaires avec une bonne maîtrise des ingérés permet de choisir le système le plus économique.*

La dernière publication concernant les stratégies d'alimentation est proposée par Arnaud-Bonachera et al. (Espagne). Elle décrit des effets croisés entre la génétique des animaux (lignée GTP « productive » comparée à une lignée GTR « robuste ») et des conduites différenciées par un sevrage plus ou moins précoces (49 ou 28 jours) avec ajout d'un lacto-remplaceur pour les animaux sevrés à 28 jours. L'objectif est d'assurer la sécurité sanitaire des animaux sans utilisation d'antibiotiques. La conclusion de cette étude montre que l'utilisation d'animaux de lignée robuste GTR, avec un régime alimentaire à faible risque combinés à un sevrage à 28 jours avec apport de lacto-remplaceur pour les lapereaux, peut être une stratégie intéressante pour équilibrer le risque sanitaire, assurer une productivité tout en conservant un rythme de production rapide. *Cette étude montre bien l'importance de travailler sur les interactions entre le génotype des animaux et le milieu dans lequel ils évoluent pour permettre des progrès dans la sélection d'animaux plus résilients et adaptés aux nouveaux systèmes émergents.*

## 2.2 Production cunicole biologique

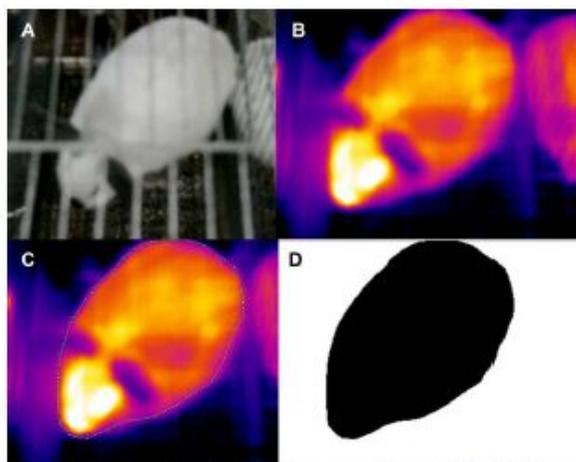
Goby et al. (France) présentent une étude pour comparer 2 densités de pâturage ( $D1=0,4m^2$  et  $D3=1,2m^2/lapin/jour$ ) à l'aide de deux groupes de 5 cages mobiles déplacées chaque jour, hébergeant 1 ou 3 lapins pour une même surface de pâturage de  $1,2m^2$ . Avec l'allocation de pâturage standard ( $0,4m^2/lapin/jour$ ) la capacité de consommation de pâturage du lapin n'est pas couverte. Selon la qualité du pâturage, un aliment concentré complémentaire peut être recommandé pour atteindre un poids commercial (2,4 kg) 5 à 6 semaines après un sevrage à 45 jours. *Cette étude permet d'apporter des éléments d'accompagnement pour le développement de la cuniculture en agriculture biologique ou avec un parcours herbagé.*

La seconde publication par Huang et al. (France) propose une application pour smartphone « GAELA » qui combine une aide à la décision (gestion de l'élevage) et l'enregistrement des performances pour l'élevage de lapins. Cette application permet un suivi individuel des éleveurs, et avec l'enregistrement et l'étude des données collectées permet de créer un référentiel national pour l'élevage de lapins « non conventionnels ». *Cet outil permet d'assurer un suivi et aussi d'apporter des éléments de comparaison entre élevages cunicoles qui font du suivi individuel (et non pas en bande) : élevages biologiques, élevages de races et autres cahiers des charges non conventionnel.*

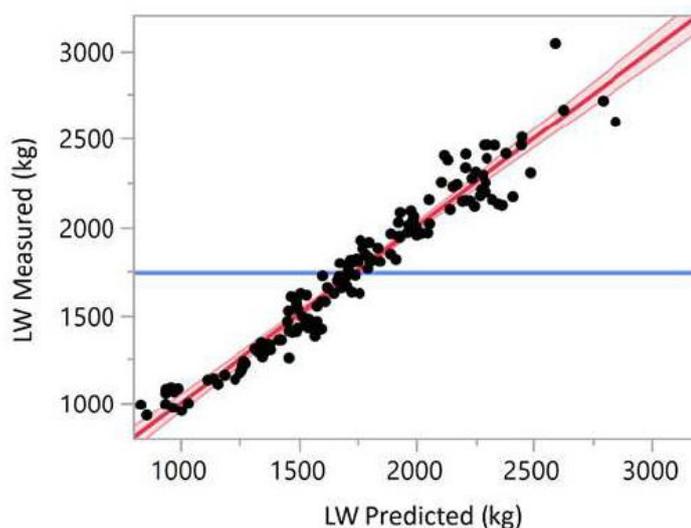
## 2.3. Techniques d'élevage innovantes

Gerencsér et al. (2021) ont examiné l'effet de la tonte des poils des lapins en croissance élevés à des températures élevées. Ils concluent que l'effet des températures élevées sur les lapins en croissance peut être considérablement atténué par la tonte des poils. Ils suggèrent en conséquence que c'est une stratégie possible pour améliorer le bien-être animal même si elle se révèle très longue et aussi source d'inconfort pour l'animal lors du rasage. *La méthodologie utilisée dans cette contribution communication nous a évoqué la phrase de Rabelais (1532 dans Pantagruel) « science sans conscience n'est que ruine de l'âme ». A l'heure où nos systèmes d'élevage sont souvent critiqués sur le bien-être animal, gardons-nous de promouvoir de telles pratiques, même dans la perspective du réchauffement climatique.*

Silva et al. (2021) ont montré qu'il était possible de prédire le poids vif d'un lapin en croissance à l'aide de la thermographie infrarouge (Figures 5 et 6). Un total de 144 lapins en croissance pesant  $1,74 \pm 0,45$  kg ont été utilisés pour capturer des images avec la technique de thermographie infrarouge. Les lapins ont été pesés le matin (entre 8h et 9h). Les images IRT ont été prises à l'aide d'une caméra infrarouge Flir F4. Les images ont été analysées et les mesures corporelles (surface, périmètre, majeur et mineur à partir des axes primaire et secondaire de l'ellipse la mieux ajustée, diamètre de Feret et diamètre minimum mesuré au pied à coulisse) et les descripteurs de forme (rapport d'aspect, rondeur, "solidité", circularité) ont été enregistrés. Les données ont été analysées à la suite d'une régression linéaire multiple pour prédire le poids vif (variable dépendante) avec des mesures corporelles et des descripteurs de forme (variables indépendantes). Les résultats ont montré que les mesures corporelles obtenues après analyse d'image IRT présentaient plus de variation que les descripteurs de forme (CV entre 12 et 20 % vs 1,4 et 10 %, respectivement). Le meilleur modèle de prédiction a utilisé quatre variables indépendantes (aire, grand et petit axes des ellipses et diamètre de Ferret) calculées à partir de l'IRT ( $k\text{-fold-}R^2 = 0,945$  ;  $RMSE = 106,9$  g). Cette méthode semble donc prometteuse. *En France, la maîtrise des ingérés après le sevrage est une technique généralisée qui se base le plus souvent sur des pesées d'un échantillon d'animaux de la bande. Avec le développement de systèmes alternatifs en grands groupes (parcs au sol), il pourrait devenir plus difficile d'attraper et de peser les animaux. Cette technique peut donc se révéler prometteuse.*



**Figure 5** : Image d'un lapin dans sa cage prise par thermographie infra rouge



**Figure 6** : Relation entre le poids vif mesuré et réplit par IRT

Sanchez et al. (2021) ont développé une technique d'enregistrement individuel de la consommation alimentaire des lapins élevés en groupe. La communication présente le dispositif, le type de données brutes qu'il produit et la manière dont ces informations sont éditées. La figure 7 présente une photo du distributeur électronique installé dans des cages polyvalentes. L'appareil est placé dans la zone du nid, et il fournit de la nourriture aux lapins à partir de deux cages connectées. La mangeoire a deux composants, une partie externe formée par une trémie avec une vis électronique dans sa base pour diriger les granulés vers l'auge qui est fixée à une mini balance électronique. L'accès à l'auge se fait par un tunnel en polycarbonate. Dans le tunnel il y a deux capteurs : 1) un détecteur de mouvement pour détecter les animaux entrant ou sortant de l'auge et 2) une antenne de radiofréquence utilisée pour lire la marque RFID (Radio Frequency Identification) que chaque l'animal porte à l'oreille. Les mesures sont collectées par les toutes les secondes. Les résultats montrent que pour une cage de 6 lapins nourris à volonté il y a environ 1200 visites brutes par 24 heures et seulement 1100 si les lapins sont rationnés 12h/24. Mais environ 40 à 45 % des repas déclarés sont associés à une prise alimentaire nulle. Il y a donc un travail de nettoyage des données. Le logiciel d'édition des données est toujours en cours de développement et d'amélioration pour augmenter la qualité des informations enregistrées sur la prise alimentaire. *Cette technique est prometteuse, mais pas encore applicable sur le terrain dans un avenir proche. Elle semble néanmoins intéressante, notamment (i) pour les sélectionneurs qui doivent évaluer les animaux dans des conditions les plus proches possibles des conditions de terrain,*

*sachant que l'élevage en grand groupes va probablement se développer dans les prochaines années et (ii) pour les stations expérimentales.*



**Figure 7 :** Mangeoire électronique

Lukefahr et Oseni (2021) ont proposé une réflexion prospective visant à proposer une place pour le lapin dans l'élevage périurbain du futur. En effet, aujourd'hui la majorité de la population mondiale vit dans les villes. Avec de nombreux problèmes ou défis graves qui affectent les niveaux actuels de production alimentaire, y compris la demande croissante de nourriture, il est devenu de plus en plus évident que les habitants des villes doivent contribuer pour une part importante à la production alimentaire mondiale. Les systèmes agricoles verticaux y sont présentés comme une voie possible. Ils peuvent être des écosystèmes en boucle fermée ou circulaires où l'énergie solaire et l'énergie éolienne sont exploitées et l'eau de pluie est collectée. De tels systèmes limitent beaucoup plus l'empreinte carbone par rapport aux fermes rurales traditionnelles. L'article décrit plusieurs modèles d'agriculture verticale innovants et applicables (par exemple, l'aéroponie, l'aquaponie et la culture hydroponique), qui pourraient potentiellement inclure un composant de viande de lapin. Contrairement à la volaille et aux poissons, les auteurs argumentent que les lapins sont idéaux car ils peuvent se nourrir en grande partie de déchets végétaux. De plus, leurs déchets fécaux et urinaires peuvent être recyclés et transformés en engrais pour faire pousser des légumes et d'autres cultures ou même pour fertiliser les étangs utilisés pour l'aquaculture (Tableau 1). Même si cette contribution est prospective, elle nous rappelle que les modes de production peuvent considérablement évoluer dans les années qui viennent. *Il existe peut-être une opportunité pour le lapin dans le développement de l'élevage péri urbain, même si celui-ci n'est pas obligatoirement aussi futuriste que présenté dans cette contribution. La France a développé un modèle de production dominant très homogène et il serait peut-être pertinent d'évaluer les modalités pour un élevage cunicole urbain ou périurbain. Il faudra cependant de la vigilance pour ne pas développer des systèmes qui seraient moins bien perçus d'un point de vue du bien-être animal (ex : Figure 8, milieu).*

**Tableau 1 :** Aspects comparatifs de diverses espèces animales pour l'élevage vertical

Species	Diet base	Dietary CP%	ADG g/d	FCR	Weight at harvest, kg	Age at harvest, d	No. animals/m <sup>2</sup>	Carcass yield %	Meat Protein%	Nitrogenous waste
Rabbits	Forages	16	40	3:1	2.0	63	16	55	21	Feed proteins
Broilers	Grains	20	56	1.9:1	2.6	47	18	71	20	Uric acid
Pigs	Grains	12-14	668	3:1	114	170	0.1-0.65 <sup>2</sup>	72	12	Multiple
Tilapia	Algae	30-40	1.5-1.8	1.6:1	0.40	150-180	3	52	20	Ammonia/ Urea



**Figure 8** : Tour hyperboloïde Skyfarm (à gauche) qui exploite l'énergie solaire et l'énergie éolienne et recueille l'eau de pluie pour faire pousser des aliments, un système vertical de production de poulets de chair aux Pays-Bas (au milieu), et le système Plantscapers développé par Plantagon qui fournit un espace pour les maisons et bureaux et la production alimentaire (à droite)

#### 2.4. Elevage en Suisse et en conditions non européennes

Schwartz et al. (2021) décrivent les pratiques d'antibiothérapie et les pertes d'animaux dans les élevages cunivole suisse (52 fermes enquêtées pendant 1 an qui couvrent environ 90 % de la production commerciale en Suisse). En effet, la législation sur les conditions de logement des lapins en Suisse diffère de celle des autres pays car l'hébergement sur sol grillagé est interdit et l'hébergement en groupe en engraissement est obligatoire. Malgré ces conditions d'hébergement de haut niveau en matière de bien-être animal, les pertes d'animaux restent un problème. Ainsi, cette étude montre que la mortalité des animaux y est très élevée (15,7% avant sevrage + 19 % après le sevrage vs 6,3% avant et 8,6% après en 2019 en France) malgré une utilisation d'antibiotique non négligeable (17/52 fermes sans antibiotiques; 15/52 fermes avec utilisation régulière, 20/52 avec utilisation raisonnée). Les résultats sont très variables selon les fermes : le taux de mortalité chez les lapins à l'engrais variait de 3,7% à 41,6% et la mortalité des lapereaux sous la mère variait de 4,3% à 34,1%. Les photos montrent toutes des élevages sur sol plein avec litière. *A l'heure où l'Europe réfléchit à l'évolution de la réglementation pour mieux prendre en compte le bien-être animal, cette contribution rappelle le lien fort entre conditions d'élevage et santé des animaux.*



**Figure 9** : Exemples de différents systèmes d'élevage enquêtés en Suisse. Logement individuel pour les lapins reproducteurs (gauche), logement collectif pour lapins de reproduction (milieu), logement collectif pour lapins d'engraisement (droite)

Trois contributions décrivent les techniques d'élevage ou les performances de lapins élevées dans des conditions non européennes (Trinidad, Brésil, Philippines). *Ces travaux n'apportent pas de nouveautés directement applicables à la cuniculture française mais rappellent que lors que les conditions d'ambiance sont peu maîtrisées, les performances peuvent être très*

## Qualité des produits

par

Marie BOURIN \* et Michel COLIN \*\*

\* ITAVI, URA - INRA Centre Val de Loire, 37380 NOUZILLY

\*\* COPRI, Coat Izella N°2, 29830 Ploudalmézeau (France).

### 1. Introduction

Lors du congrès mondial de 2022 à Nantes, 14 publications dont 1 synthèse ont été présentées dans la session « qualité des produits » soit une confirmation de la diminution du nombre de publications (Tableau 1). Celles-ci provenaient de seulement 7 pays, nombre également en retrait par rapport aux précédents congrès, y compris celui de Qingdao. 7 pour l'Italie, 3 pour l'Espagne, 3 pour la Hongrie, 2 pour le Portugal, 2 pour la France, 1 pour le Mexique, 1 pour la Belgique. (Le total de ces nombres est supérieur à 14 car plusieurs publications résultaient de la collaboration d'équipes de nationalité différentes comme par exemple l'Italie et la Hongrie).

Plusieurs thèmes ont été abordés, souvent en relation avec d'autres thématiques. La synthèse traitait de l'évolution de la consommation de la viande de lapin notamment en rapport avec la vision croissante du lapin comme animal de compagnie, 4 publications traitaient de l'effet de la génétique sur la qualité de la viande et de la carcasse, 4 autres de l'influence de l'alimentation et 2 de celle de la chaleur. La composition en acides gras de la viande de lapin a fait l'objet de 6 publications. Enfin, une publication traitait de la technologie des burgers à base de viande de lapin et une dernière des effets du stress oxydant (Là encore, le total de ces nombres est supérieur à 14 car une même publication peut traiter de plusieurs sujets). On peut rajouter aux publications de la partie Qualité des produits une communication de l'équipe de Kaposvar en Hongrie sur les motivations de consommation de la viande de lapin et une table ronde sur le rendement à l'abattage rapportant les résultats d'une étude réalisée aux Pays-Bas.

**Tableau 1** : Nombre de communications sur la viande, présentées lors des derniers congrès (mis à jour à partir de l'analyse de Bourin et Davoust, Ombres & Lumières 2016)

Années	2000	2004	2008	2012	2016	2021
Nombre de communications	20	19	32	22	16	14
% ensemble des communications	8,8	8,2	11,3	10,8	7,3	7,7
Nombre de pays (1 <sup>er</sup> auteur)	6	8	11	8	9	7

### 2. La viande de lapin : une source précieuse de nourriture ou un animal trop mignon pour être mangé ?

Leroy et Petracci, (2021) ont présenté un point de vue intéressant sur l'évolution de la consommation de la viande de lapin au sein des pays occidentaux.

La viande de lapin a un long héritage culinaire, étant l'élément principal de divers plats traditionnels dans le monde entier, en particulier dans la région méditerranéenne. Ainsi, on trouve des plats populaires à base de viande de lapin en Espagne, Italie, en France et en Flandre, par exemple. Ce statut d'aliment traditionnel, et toute l'histoire qui l'accompagne, est en principe très apprécié par les consommateurs contemporains. Cette valeur de la tradition était particulièrement vraie pour la viande et les différents produits et plats qui en sont dérivés, car ces aliments ont un capital bioculturel

important et sont sans doute parmi ceux qui ont le plus long historique de transformation et de consommation. Les lapins sont ainsi une ressource animale précieuse, fournissant de la viande, de la fourrure et de la laine. Étant donné que le besoin d'une alimentation durable et saine est l'un des principaux défis mondiaux, ils ont beaucoup de potentiel à offrir et l'expansion de leur élevage mérite d'être explorée davantage, en particulier dans les zones défavorisées. La viande de lapin offre des protéines de qualité, est riche en une variété de micronutriments et souffre moins des contraintes religieuses dans le monde que le porc ou le bœuf. Sa production à petite échelle offre une grande flexibilité, y compris dans les scénarios urbains, et - si elle est bien menée - elle peut être intégrée durablement dans les systèmes alimentaires du futur (Leroy et Petracci, 2021).

Cependant, au cours des dernières décennies, la signification de la viande a été confrontée à de nombreuses turbulences sémiotiques. D'un élément alimentaire nutritif au centre du repas occidental, indiquant le plus souvent la santé et la vitalité, elle est en train de devenir un élément anxiogène en raison de ses liens présumés avec les maladies chroniques, les craintes alimentaires, les questions de bien-être animal et la détérioration de l'environnement. Bien qu'il soit contre-productif de se focaliser excessivement sur le binaire végétal/animal lorsqu'on parle de régimes alimentaires sains et durables (on peut trouver de bonnes et de mauvaises pratiques de part et d'autre de la ligne de partage) et bien que les preuves à l'appui des conseils diététiques préconisant une restriction de la consommation de viande aient été identifiées comme trop faibles pour permettre des recommandations fortes, il semble que nous soyons aujourd'hui confrontés à un tournant épistémique qui se tourne de plus en plus vers les aliments d'origine animale selon des critères moraux. Le principal obstacle à la consommation de viande de lapin semble être l'attrait émotionnel qu'il suscite en raison de la perception du caractère mignon du lapin, en particulier dans les milieux urbains occidentaux qui n'ont pas ou peu de tradition gastronomique de plats à base de lapin. Bien que l'anthropomorphisation des animaux soit une tendance générale qui affecte négativement le rôle du bétail dans l'alimentation humaine, les lapins semblent être particulièrement vulnérables à ce problème. Leur gentillesse perçue en particulier peut conduire à des réponses émotionnelles difficiles à concilier avec les sensibilités du paradigme post-domestique. De tels effets compromettent l'acceptabilité de la viande de lapin dans les sociétés occidentales contemporaines caractérisées par des interactions homme-animal problématiques et une déconnexion de la chaîne alimentaire. Surtout les populations jeunes et urbaines semblent maintenant avoir des difficultés face à l'idée que la production de nourriture nécessite l'abattage d'animaux en général et de lapins en particulier (Leroy et Petracci, 2021).

*En conséquence, une source alimentaire traditionnelle risque de devenir non pertinente malgré sa valeur nutritionnelle élevée et son potentiel de production de viande durable, pour des raisons plus émotives que rationnelles.*

### **3. La stratégie alimentaire pour améliorer la composition corporelle**

Lors du congrès, 3 publications montrant les effets de l'alimentation sur la composition corporelle du lapin ont été présentées. Dans cette synthèse, seules deux d'entre elles seront citées, la 3<sup>ème</sup> portant sur l'intégration de sous-produits de grenade fournissant des informations incomplètes tant dans le matériel et méthodes que dans la présentation des résultats. Elle sera seulement analysée au niveau de l'effet sur la composition en acides gras de la viande.

Ribeiro et al (2021) ont évalué l'effet combiné du sexe et d'une restriction alimentaire modérée pendant la période d'engraissement sur les caractéristiques de la carcasse. L'expérimentation a été conduite sur 24 lapins (12 mâles et 12 femelles) de race Néo-Zélandais x Californien de 62 jours d'âge, et sur une période de 3 semaines. Les lapins ont été logés individuellement et répartis aléatoirement entre les deux traitements. Le premier groupe a reçu un aliment granulé commercial non médicamenteux à volonté (groupe ad libitum) et le second groupe a reçu ce même aliment avec une restriction de 20% par rapport au groupe ad libitum (groupe rationné). Il a été montré que la restriction alimentaire n'avait pas eu d'effet significatif sur le poids à l'abattage, à la différence du sexe, avec le poids d'abattage des mâles significativement plus élevé que celui des femelles : 2676 vs 2509 g ( $P < 0,05$ ). Ni l'alimentation ni le sexe n'ont significativement influencé le rendement à l'abattage (51,4% en moyenne) ou la

couleur de la viande. La restriction alimentaire a eu un effet significatif sur la proportion de graisse totale dans la carcasse (réduction de 29%, de 1,87 à 1,33 g/kg de carcasse pour le groupe rationné). Le sexe de l'animal a également influencé de manière significative certains paramètres ( $P < 0,05$ ). Chez les mâles, on note une augmentation du poids d'abattage (+ 167 g) et du poids musculaire de la patte arrière (+ 13,2 g ; + 7 %) et une diminution de l'avant de la carcasse (22,7 vs 24,6 %).

*La restriction alimentaire a eu une influence positive sur la réduction de la teneur en gras de la carcasse mais n'a pas influencé les autres paramètres. En ce qui concerne le sexe, les femelles avaient un poids vif plus faible, mais le poids du muscle de la patte arrière était plus élevé, ce qui pourrait améliorer le rendement à la transformation.*

Luis-Chincoya et al.(2021) ont évalué l'effet de deux sources de zinc sur la croissance, la qualité de la viande et le dépôt musculaire chez des lapins Néo-Zélandais Blanc pendant la phase d'engraissement. En effet, le zinc est impliqué dans la croissance normale des animaux. Par conséquent, il est supposé que la supplémentation en zinc améliore les caractéristiques de la carcasse et de la viande des lapins. Pour répondre à l'objectif de l'étude, 100 lapins âgés de 35 jours ont été utilisés. Les traitements consistaient en : T1= un régime de base (BD) sans zinc additionnel, T2= BD+ 25 ppm Zn (ZnSO<sub>4</sub>), T3= BD+ 75 ppm Zn (ZnSO<sub>4</sub>), T4= BD+ 25 ppm Zn (Zn-Méthionine) et T5= BD+ 75 ppm Zn (Zn-Méthionine). La période d'essai a été de 30 jours. La teneur en zinc a été déterminée dans le sérum, le foie, le râble et la cuisse des lapins de chacun des 5 lots. Les résultats n'ont montré aucune différence entre lots dans les caractéristiques de croissance (Tableau 2) ou les caractéristiques de la cuisse.

**Tableau 2 :** Effet de la supplémentation en Zn sur les performances de croissance

Variable	Témoi n	ZnSO <sub>4</sub>		ZnMet		Source de Zn		Niveau de Zn		P-value		
		25	75	25	75	ZnSO <sub>4</sub>	ZnMet	25	75	Source	Niveau	SxN
Poids vif (kg)	2,03	2,05	2,01	2,01	2,13	2,03	2,07	2,03	2,07	0,355	0,445	0,094
Consommation alimentaire (kg)	3,32	3,26	3,34	3,42	3,45	3,3	3,43	3,34	3,4	0,114	0,468	0,734
Indice de consommation	3,78	3,53	3,91	3,87	3,68	3,72	3,77	3,71	3,79	0,602	0,359	<b>0,005</b>

Par contre pour le râble, la coloration de la viande a été modifiée par la source de zinc et la teneur en collagène a été plus élevée avec le zinc d'origine minérale ( $P=0,032$ ). L'addition de zinc à l'aliment a significativement réduit ( $P=0,03$ ) la teneur en zinc du sérum. Par contre l'addition de zinc à l'aliment, en particulier 25 ppm, a augmenté la teneur en zinc du râble (Tableau 3).

**Tableau 3 :** Teneur en Zinc dans les différentes parties du corps

Teneur en Zinc (mg/kg)	Témo in	ZnSO <sub>4</sub>		ZnMet		Source de Zn		Niveau de Zn		P-value		
		25	75	25	75	ZnSO <sub>4</sub>	ZnMe t	25	75	Sourc e	Nivea u	SxN
Serum	2,86a	2,55	2,16	2,53	2,27	2,35	2,4	2,54b	2,21b*	0,776	<b>0,03</b>	0,66
Foie	38,21	40,58	33,59	31,32	33,92	37,08	32,62	35,95	33,75	0,097	0,41	0,07
Rable	9,20 b	14,07	9,81	11,53	10,03	11,94	10,78	12,8 a	9,92 ab	0,345	<b>0,02</b>	0,26
Patte arrière	10,79	10,15	12,69	11,79	10,48	11,42	11,13	10,97	11,55	0,767	0,57	0,07

*La supplémentation en zinc favorise la croissance et la source biologique de ce zinc a un effet sur la couleur de la viande. Le niveau de 25 mg/kg de zinc améliore le dépôt de cet élément dans le râble des lapins en engraissement. Il est cependant à noter que dans le cadre de cette étude, les niveaux de zinc administrés sont très en deçà de ceux couramment utilisés en pratique à savoir 100 à 125 ppm. En outre, cette expérimentation étudie uniquement le rôle du zinc sur les performances de*

*croissance et sa teneur dans la viande mais compte tenu des faibles effectifs n'apporte aucune information sur la santé digestive des lapins. Or ce minéral a un rôle important à ce niveau.*

#### 4. Effet de la température sur la composition corporelle

L'effet de la température ambiante a été évaluée sur les performances de production et les caractéristiques de la carcasse des lapins en croissance (Matics et al., 2021) et sur les caractéristiques de qualité de la viande de lapins sélectionnés de manière divergente pour la teneur en graisse corporelle totale (Cullere et al, 2021).

Dans la première étude, l'effet de la température ambiante (20°C vs 28°C) a été évalué sur les performances de production et les caractéristiques de la carcasse des lapins en croissance de 3 génétiques différentes : Pannon Ka (PKa), Pannon White (PW) et Pannon Large (PL). Les lapins étaient hébergés dans deux salles identiques dont la température était contrôlée par climatisation avec une moyenne de 20°C dans la salle témoin et de 28°C dans la salle test. Dans l'ensemble, la température ambiante a influencé de manière significative les performances de production et les caractéristiques de la carcasse des lapins en croissance. À des températures élevées, la prise alimentaire et le gain de poids étaient plus faibles, mais l'indice de consommation s'est amélioré (Tableau 3). Ces performances de production étaient différentes en fonction de la génétique, les lapins PL ont eu les meilleures performances de croissance quelle que soit la température et les lapins PKa les moins bonnes. A 28°C, les lapins PW ont des performances similaires à celles des lapins PKa. Il est à noter que les lapins PL ont consommé plus d'aliments aux deux températures mais pour autant leur taux de conversion alimentaire était meilleur que celui des deux autres races (Tableau 4).

A température élevée, le rendement à l'abattage des trois génotypes était meilleur qu'à 20°C. et il était plus élevé chez les lapins PW que dans les autres génotypes (à 20°C : 60,4 %, 61,2 % et 60,6 % et à 28°C : 61,1 %, 62,4% et 61,2% dans les groupes PKa, PW et PL respectivement, P<0,05). Aux deux températures, les lapins PKa avaient plus de gras périrénal et scapulaire que les lapins PL et PW (gras périrénal : à 20°C : 1,81 %, 1,07 % et 1,29 % et à 28°C : 1,25 %, 0,74 % et 0,95 % dans les groupes PKa, PW et PL respectivement, P<0,05). Il existe également des interactions significatives entre génotype et la température qui ont influencé le gain de poids, l'indice de consommation, le poids d'abattage et le poids de la carcasse réfrigérée (Matics et al., 2021).

*Les résultats ont indiqué que les trois génotypes examinés diffèrent par leur adaptabilité à une température ambiante élevée, ce qui pourrait être lié à la quantité de dépôts adipeux ou au degré de maturité variable atteint par les lapins abattus à un âge fixe*

**Tableau 4 :** Effet de la température et de la génétique sur les performances de croissance

Génétique	PKa		PW		PL		SE	Prob.		
	Température	20°C	28°C	20°C	28°C	20°C		28°C	Temp.	Génétique
n	60	60	60	60	60	60	---	---	---	---
Consommation (5-11s), g/j	138	103	143	105	161	121	1.99	<0.001	<0.001	0.283
Gain de poids (5-11s), g/j	39.6b	32.2a	45.9c	35.1a	54.4d	44.3c	0.49	<0.001	<0.001	0.046
Poids vif (5s), g	843	841	848	847	874	876	2.95	0.996	0.001	0.960
Poids vif (11s), g	2504	2191	2779	2320	3146	2710	23.3	<0.001	<0.001	0.148
Indice de consommation (5-11s)	3.50e	3.19d	3.11c	3.01b	2.91b	2.65a	0.26	<0.001	<0.001	0.001
Mortalité (5-11s),%	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	3.3		0.216		

Cullere et al. (2021) ont également évalué l'effet de la température ambiante (20°C vs 28°C) sur les caractéristiques de qualité de la viande de lapins sélectionnés de manière divergente pour la teneur en graisse corporelle totale. Un total de 60 lapins âgés de 10 semaines appartenant à la 5<sup>ème</sup> génération de sélection divergente ont été utilisés : ils étaient constitués des 25 % de la population ayant la plus faible teneur en graisse corporelle (Maigre) et des 25 % ayant la teneur en graisse corporelle la plus

élevée (Fat) ce qui aboutit à 4 groupes de 15 lapins chacun : témoin maigre, témoin gras, chaleur maigre et chaleur gras. Il a été montré que la température d'élevage et la sélection divergente, ont affecté même en effet unique la plupart des caractères de qualité de la viande évalués. Une température ambiante élevée a augmenté les teneurs en fer hémique ( $P < 0,001$ ) et en eau (74,4 vs 72,1% ;  $P < 0,001$ ) de la viande, cette dernière au détriment des lipides (7,0 vs 9,4% ;  $P < 0,001$ ). Les lapins gras étaient caractérisés par une teneur plus élevée en matières grasses (9,4 vs 7,0% ;  $P < 0,001$ ), en cendres ( $P = 0,008$ ) et en fer hémique ( $P < 0,001$ ) par rapport aux lapins maigres, tandis que le statut oxydatif de la viande présentait la situation inverse ( $P = 0,037$ ).

*Dans l'ensemble, les conditions de stress thermique n'ont pas altéré la qualité de la viande de lapin, y compris son état oxydatif. Différentes teneurs en graisse corporelle n'ont pas entraîné de changements qualitatifs spécifiques de la viande en réponse à différentes températures environnementales.*

## 5. La teneur en acide gras des graisses de lapin : un thème en développement

### 5.1. Influences de matières premières non classiques sur le profil en acides gras

Deux publications ont étudié l'effet de matières premières non classiques sur les caractéristiques de la viande de lapin et son profil en acides gras.

Au Portugal, Almeida *et al* (2021) remplacent ainsi 15 % de tourteau de soja dans l'aliment par la même quantité de lupin de 2 variétés différentes, *Lupinus albus* et *Lupinus luteus* sur lesquels ils donnent peu d'informations analytiques (pas d'information sur la teneur en tanins). Les aliments contenant les 2 types de lupin diminuent la teneur de la viande en acides gras saturés (8,3 à -12,5 %) et augmentent les acides gras poly-insaturés (+14 à +20 %), ce qui est un aspect positif dans les 2 cas. Par contre, les résultats sont différents entre les 2 lupins pour plusieurs critères : *Lupinus albus* améliore le rapport oméga 6 / oméga 3 mais détériore le poids vif des lapins tandis que *Lupinus luteus* diminue le taux de cholestérol (effet positif) mais aussi le rendement à l'abattage (effet négatif). Les raisons de ces différences ne sont pas discutées et l'absence de certaines informations comme la teneur en tanins ne permet pas une réelle tentative d'interprétation.

*Cette publication confirme un intérêt potentiel du lupin comme substitut du soja tant sur les performances zootechniques que sur les caractéristiques de la viande de lapin. En même temps, elle souligne une différence importante entre les variétés qu'il convient donc de bien caractériser lors de l'étude et de l'utilisation de cette matière première.*

En Espagne, Bouzaida *et al.*, (2021) incorporent 20 % de pulpe de grenade dans de l'aliment lapin. Ils n'indiquent pas les résultats zootechniques obtenus mais un travail parallèle réalisé par d'autres chercheurs de la même équipe de Saragosse (Gustavo *et al.* 2021,) indique que les co-produits de grenade incorporés à ce niveau ne dégradent pas les performances. Les profils d'acides gras réalisés par Bouzaida *et al.*, (2021) montrent peu d'effet de cette matière première sur les acides gras saturés et sur les acides gras insaturés oméga 3 et oméga 6, donc n'a pas d'action sur le rapport oméga 6 / oméga 3 par contre, elle diminue fortement les acides gras insaturés et surtout permettent un apport important (5,4 %) d'acide punique. Ce dernier est un acide gras insaturé oméga 5, présent pratiquement uniquement dans la grenade. Il est connu pour ces effets anti-inflammatoires et anti-oxydants et pourrait donc accroître les « caractéristique santé » d'une viande de lapins nourris avec des co-produits de grenade. Par contre, les auteurs signalent que cet acide gras est très oxydable. Il faut donc vraisemblablement ajouter des anti-oxydants lors de l'incorporation de co-produits de grenade dans l'aliment.

*Outre leur intérêt zootechnique, les co-produits de grenade ont peu d'actions sur les apports en acides gras « classiques » dans la viande de lapin mais apportent des quantités importantes d'acide*

*punicique, acides gras susceptibles d'apporter des caractéristiques santé à la viande mais qui reste largement méconnu.*

## 5.2. Génétique et profil en acides gras de la viande

Deux publications ont étudié les effets de sélections divergentes au niveau du taux de graisses de la viande sur son profil en acides gras. Celle de Cullere *et al.*, 2021 réalisée à l'université de Padoux en Italie et déjà citée précédemment, a consisté à comparer des lapins sélectionnés sur le taux de graisse. Comme expliqué précédemment, la lignée maigre est obtenue à partir d'animaux provenant des 25 % des lapins les plus maigres de la population et la lignée grasses des 25% des lapins les plus gras. Après avoir pratiqué cette sélection pendant 5 générations, les lapins de la lignée grasse ont une viande évidemment plus riche en graisse et plus basse en eau que ceux de la lignée maigre. Les taux d'acides gras saturés de leur graisse sont un peu plus élevés (+0.7 %) de même que leurs taux d'acides mono-insaturés (+ 3,15 à + 5,0%). A l'inverse, leurs taux d'acides gras polyinsaturés oméga 3 et oméga 6 sont plus bas (respectivement -4 % et -0.1 %). Le rapport oméga 6 / oméga 3 est légèrement diminué (-1). Les observations de Laghouaouta *et al.*, (2021) sur des lapins après 9 générations de sélection divergente montre également une augmentation du taux de graisse de la viande pour la lignée grasse ainsi qu'une augmentation de leur taux d'acides gras saturés (surtout l'acide palmitique) et des acides gras mono-insaturés. A l'inverse, leurs taux d'acide stéarique et arachidonique diminuent. Les 2 populations sont très nettement distinctes sans aucun recoupement.

*Ainsi la sélection des lapins sur le taux de graisse de leur viande augmente leur teneur en acides gras saturé et en acides mono-insaturés. Ces modifications sont cependant faibles et ont donc peu d'effets sur les qualités nutritionnelles intrinsèques de la viande de lapin ainsi produite.*

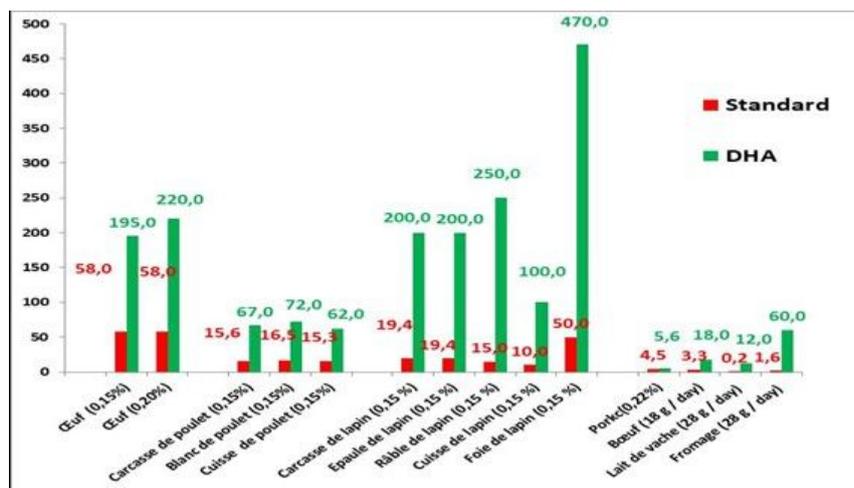
## 5.3. Stress thermique et profil en acides gras de la viande

Ce point est également étudié dans la publication de Cullere *et al.*, 2021 précédemment citée. Elle consiste à soumettre des lapins, habituellement élevés à 20°C, à une exposition à 28°C. Les lapins soumis au choc thermique ont une viande plus maigre (taux de graisse inférieure de 1,5 à 3,0 %). Le taux d'acides gras saturés de ces graisses est peu affecté tandis que le taux d'acides mono-insaturés diminue (-3 à - 5 %) et d'acides poly-insaturés augmente (+ 4 %).

*Ainsi, si un stress thermique diminue la teneur en graisses de la viande de lapin, elle affecte peu leur profil en acides gras essentiels et ne détériore pas les qualités nutritionnelles intrinsèques de la viande de lapin ainsi produite.*

## 5.4. Le lapin : une éponge à DHA

Deux synthèses de F Lebas et M Colin (Lebas *et al.*, 2021 ; Colin *et al.*, 2021) ont mis en évidence une très intéressante caractéristique du lapin ; sa capacité à fixer le DHA et notamment le DHA d'origine végétale à des niveaux très supérieurs aux autres espèces comme le montre la Figure 1 qui compare les taux de DHA dans des produits provenant d'animaux « standard » (en rouge) ou recevant une alimentation enrichie en DHA d'origine végétale (en vert). Parmi les produits issus d'animaux terrestres, seul l'œuf atteint des taux comparables à celui de la viande de lapin alors que les viandes porcines et bovines ne s'enrichissent que très faiblement en cet acide gras et que le poulet se situe en position intermédiaire.



**Figure 3 :** Taux de DHA dans des produits issus d'animaux terrestres recevant une alimentation standard ou enrichie en DHA provenant de microalgues

Ce résultat conduit les 2 auteurs à proposer un menu DHA consistant à couvrir les besoins humains en cet acide gras habituellement apporté par les produits marins en consommant régulièrement des œufs enrichis en DHA et deux fois par semaine de la viande de lapin enrichie en DHA.

*Ces travaux et les propriétés mises en évidence pour la viande de lapin ouvrent de nouvelles perspectives et de nouveaux marchés à la viande de lapin qui peut renforcer sa contribution de la santé des consommateurs.*

## 6. Conclusions

La principale constatation regardant cette partie « qualité des produits » est que son importance est en recul tant en nombre de publications que de pays participants, phénomène déjà observé au précédent congrès de Qingdao tant en valeur absolue (ce qui peut paraître normal compte tenu des circonstances) qu'en valeur relative. Il est notamment regrettable que cette session soit redevenue presque exclusivement européenne, le seul pays ultramarin étant le Mexique avec une seule publication. On peut déplorer l'absence d'acteurs comme le Nigéria, l'Algérie ou l'Égypte qui nous avaient habitué à des communications intéressantes et originales et étaient par ailleurs présents dans d'autres sessions. Ce recul des communications dédiées à la qualité du produit paraît curieux à une époque où la qualité des produits est présentée comme une préoccupation importante de la société et du consommateur. L'explication est probablement à trouver au niveau de la synthèse bibliographique qui a analysé le positionnement du lapin dans le contexte sociologique actuel. Pour beaucoup de consommateurs, notamment les jeunes urbanisés, le lapin est passé du statut de nourriture précieuse et prisée à celui d'animal « mignon », animal de compagnie et dont l'approche n'est plus ni nutritionnelle ni gastronomique mais uniquement affective. C'est probablement le principal défi que la profession cunicole doit relever pour assurer sa pérennité.

La plupart des publications ont été des confirmations de travaux antérieurs au niveau de l'action du rationnement ou de la température sur les caractéristiques de carcasse. Deux matières premières « non classiques » ont été étudiées pour leurs effets sur la qualité de carcasse de même que la teneur en zinc. Enfin, plusieurs publications ont montré la possibilité d'enrichir la viande de lapins en acides gras polyinsaturés à haute valeur nutritionnelle comme le DHA ou l'acide punicique.

## Pathologie et Hygiène

*par*

Samuel BOUCHER\* et Ghislaine LE GALL-RECULE\*\*

\* Labovet Conseil, Les Herbiers (85)

\*\* Anses, Laboratoire de Ploufragan-Plouzané-Niort, Unité de Virologie Immunologie Parasitologie Aviaires et Cunicoles, Ploufragan (22)

Cette session a regroupé 34 communications (1 synthèse, 22 présentations orales, 11 posters) présentées par des équipes européennes, africaines, chinoises et sud-américaines. Les pays les plus représentés (parfois associés dans une même communication) ont été la France (7 communications), l'Espagne et l'Italie (6), la Chine (4), les Pays-Bas et la Côte-d'Ivoire (3), l'Algérie (2), puis le Portugal, la Belgique, la Pologne, la Tunisie et le Mexique (1).

La thématique dominante a été la maladie hémorragique virale du lapin (VHD ou RHD) avec 1/3 des présentations (11/34, incluant l'article de synthèse), soit deux fois plus qu'au WRC 2017 (6/32). Les autres grandes thématiques présentées ont concerné les maladies bactériennes et majoritairement la pasteurellose (10), le parasitisme avec essentiellement les coccidioses (6). Les huit études restantes ont porté sur des aspects médicamenteux (5), la génétique vis-à-vis des maladies, la rhinite (ou coryza) et la dermatophytose (la teigne).

### 1. La maladie hémorragique du lapin

Onze communications ont porté sur cette maladie due à des calicivirus du genre *Lagovirus*, et très majoritairement (10/11) sur le nouveau génotype de RHDV, le RHDV2, incluant l'article de synthèse présenté par Lorenzo Capucci, responsable du laboratoire de référence OIE pour la maladie hémorragique du lapin (IZSLER, Brescia, Italie). En plus de cette synthèse, l'Espagne, l'Italie et la France, les trois plus importants pays européens producteurs de viande de lapin, ont contribué à 6 des communications présentées. Les autres pays ont été les Pays-Bas, la Pologne, le Tunisie et la Chine avec une communication chacun.

#### 1.1. Article de synthèse sur la situation du RHDV2 dix ans après sa détection

Après une introduction sur la virologie et les relations virus/hôte, avec un focus sur les coronavirus d'actualité en soulignant notamment leur capacité à sauter la barrière d'espèce, Capucci et al. ont fait un rappel sur la découverte des deux virus « tueurs » du lapin, les virus de la myxomatose et de la VHD, qu'ils considèrent comme étant les pires virus animaux de par leurs très fortes contagiosité et mortalité. Ils ont aussi décrit les différents calicivirus non pathogènes qui infectent les lapins et les lièvres. Ils se sont ensuite attachés à faire le point des connaissances actuelles sur le RHDV2, après avoir rappelé l'historique de la découverte de ce virus qui s'est révélé, par ses caractéristiques génétiques et antigéniques, ne pas être un simple variant génétique du RHDV classique mais bien un nouveau lagovirus pathogène émergent. C'est pourquoi le laboratoire de référence OIE a proposé la dénomination « RHDV2 ».

Les auteurs ont détaillé ensuite les trois caractéristiques phénotypiques spécifiques au RHDV2 qui expliquent pourquoi ce virus a réussi en une décennie, a diffusé dans tous les pays du monde où différentes espèces de lapins et de lièvres existent, et à remplacer la majeure partie des variants de RHDV classiques qui y circulaient (*sauf à ce jour en Asie, et notamment en Chine où le variant*

*RHDVa reste très majoritaire dans les élevages. Cependant, deux équipes chinoises viennent de publier les premiers cas d'élevages touchés par le RHDV2 en 2020* : 1) les différences génétiques au niveau du gène codant la protéine de capsidie entre le RHDV et le RHDV2 sont telles que les lapins immunisés suite à une infection ou à une vaccination RHDV ne sont que très partiellement protégés et développent la maladie (*cette synthèse explique de façon simple pourquoi il existe une protection croisée plus ou moins partielle selon les souches virales*), 2) la capacité du RHDV2 à infecter les très jeunes lapereaux jusqu'alors plus ou moins résistants à une infection par les RHDV classiques (jusqu'à 7-8 semaines d'âge) en augmentant fortement la charge virale dans l'environnement. Les auteurs font d'ailleurs un aparté sur l'importance des anticorps d'origine maternelle (AOM) pour protéger les lapereaux et conseillent aux éleveurs de garder un niveau d'anticorps le plus élevé possible chez les mères afin de maintenir la présence d'AOM sur plusieurs semaines, 3) à la différence du RHDV qui n'infecte que les lapins européens (*Oryctolagus cuniculus*) et de l'EBHSV qui n'infecte que les lièvres européens (*Lepus europaeus*) et variables (*L. timidus*) et très épisodiquement les lapins à queue blanche (*Sylvilagus floridanus*), le RHDV2 infecte aussi de nombreuses espèces de lièvres d'Europe, d'Afrique et d'Amérique du Nord, et de *Sylvilagus*. Ainsi, en Amérique du nord qui ne connaissait jusqu'en 2018 que de très rares cas de VHD chez des lapins domestiques suite à des introductions de RHDV (*l'espèce Oryctolagus cuniculus n'existe pas dans la faune sauvage américaine*), le RHDV2 est devenu endémique.

A ce jour, l'origine des trois lagovirus pathogènes (EBHSV, RHDV et RHDV2), apparus conjointement entre les années 80 et 2010 et responsables de maladies similaires en termes de signes cliniques, de lésions et de pathogénicité, n'est pas connue. L'hypothèse la plus probable serait celle de l'apparition des formes pathogènes suite à des mutations génétiques ponctuelles de lagovirus non pathogènes et ayant entraîné un changement de tropisme tissulaire. En effet, alors que le foie est l'organe cible majeur des lagovirus pathogènes, les lagovirus non pathogènes sont des virus entériques qui se répliquent principalement au niveau du duodénum sans passer la barrière mucoale. En ce qui concerne le RHDV2, les analyses d'horloge moléculaires ont montré qu'il serait apparu 3-4 ans avant sa détection en 2010 et donc probablement sous une forme peu pathogène. D'ailleurs, les premières descriptions en élevage et expérimentales en France et en Italie faisaient état de taux de mortalités d'environ 20% (avec une variabilité entre 0 et 50%). En quelques années, ces taux ont augmenté pour atteindre 80-90%, suggérant que les souches plus pathogènes aient été positivement sélectionnées.

Les différentes méthodes de diagnostic virologiques et sérologiques usuelles sont mentionnées, dont les ELISA développés par le laboratoire de référence OIE qui permettent de distinguer une infection par le RHDV d'une infection par le RHDV2, ou la nature des anticorps (IgG, IgM ou IgA). Ces derniers tests sont largement utilisés pour des études épidémiologiques dans les populations sauvages et pour déterminer l'efficacité vaccinale ou l'extinction d'un foyer en élevage.

Au niveau de la prévention et du contrôle de la VHD due au RHDV2, il est mentionné que dans certains pays comme l'Italie, l'absence de produits enregistrés peut être contournée par la possibilité de produire des auto-vaccins à n'utiliser que dans un seul élevage après un foyer. Les vaccins Filavac® VHD K C+V (Filavie, France) et ERAVAC® (Hipra, Espagne) sont décrits ainsi que le récent vaccin trivalent Nobivac® Myxo RHD Plus (MSD, USA). En ce qui concerne les mesures de prophylaxie indirecte, étant donné que la vaccination n'est indiquée qu'à 30 jours d'âge et que la protection est complète après 7 jours post-vaccination, les lapereaux de moins de 5 semaines d'âge ne sont pas protégés, d'où l'importance de la présence d'AOM. La durée de la présence de ces AOM est directement proportionnelle au titre des anticorps chez la mère et peut être entre 2 et 6-7 semaines. Cependant ces AOM, en fonction de leur quantité, peuvent réduire voire empêcher la prise vaccinale. Afin de réduire cela, les auteurs conseillent de vacciner les lapins plutôt à partir de 45-50 jours d'âge. Alternativement et en fonction du type de vaccin utilisé chez les mères, un suivi sérologique dans l'élevage peut aider à estimer le niveau d'anticorps des mères et des jeunes afin de décider du meilleur moment de vacciner (à savoir, quand les lapereaux sont devenus séronégatifs). Quand les mesures de biosécurité sont bonnes et qu'il n'y a pas de cas de VHD autour de l'élevage, les lapins en croissance ne sont pas forcément vaccinés. Puisque l'immunité est acquise 7 à 10 jours après vaccination, la vaccination d'urgence peut être considérée comme un traitement efficace lors de la survenue d'un

foyer. Après un foyer due au RHDV2 et même si des mesures sanitaires et d'hygiène strictes sont adoptées, incluant le nettoyage et la désinfection ainsi qu'un vide sanitaire, les auteurs recommandent fortement de vacciner les lapereaux à 30-45 jours d'âge en raison du risque très importante de réinfection. Il est possible d'arrêter cette vaccination mais seulement après au moins 3 cycles de production sans problème. La présence de lapins sentinelles non vaccinés et régulièrement contrôlés en sérologie aide à vérifier l'absence de virus infectieux dans l'élevage.

En conclusion, les auteurs rappellent que le lapin est une espèce animale capitale car ce n'est non seulement un animal sauvage dans son habitat naturel ou invasif comme en Australie (*le lapin de garenne y a été introduit il y a 163 ans*), mais c'est aussi un animal de compagnie et de laboratoire, ainsi qu'une espèce d'intérêt zootechnique et une importante source de protéines animales dans les pays en voie de développement. Par ailleurs, l'émergence de trois virus pathogènes distincts en quelques décennies ne peut être considérée comme des événements aléatoires uniques. Ces émergences ne sont peut-être pas terminées et il est nécessaire de maintenir un niveau élevé de surveillance des lapins et des lièvres grâce à une collaboration étroite entre les instituts de recherche, les organisations professionnelles et les institutions internationales comme l'OIE.

## 1.2. Etudes descriptives de foyers de RHDV2 et caractérisation génétique

Quatre communications ont porté sur la description clinique et/ou épidémiologique des foyers de RHDV2 dans les élevages de deux pays européens, en Tunisie et en Chine.

Arts et al. décrivent la détection et la propagation du RHDV2 dans les élevages des Pays-Bas et du sud de l'Allemagne entre 2014 et 2018. Les Pays-Bas comptaient en 2019, 35 élevages de lapins de chair (45.000 mères) et l'Allemagne, 18 élevages (15.000 mères). En 2018, presque tous les élevages néerlandais ont été atteints (34/35) malgré la vaccination des mères (*a priori avec des vaccins RHDV classiques*). Les auteurs rapportent les observations réalisées et les expériences vaccinales menées pendant ces cinq années (vaccins RHDV et/ou RHDV2). Cependant aux Pays-Bas, seuls les vétérinaires sont autorisés à vacciner, ce qui retarde le contrôle de la maladie en élevage. A noter que les éleveurs sont informés de la localisation de nouveaux foyers de RHDV2 grâce aux notifications accessibles sur les pages web du FLI et de l'Université d'Utrecht, et envoyées sur leur téléphone mobile grâce à une application (App). En décrivant les mesures de biosécurité renforcées à suivre, les auteurs soulignent l'importance de la prophylaxie sanitaire et vaccinale pour stopper l'infection dans un élevage contaminé et prévenir la venue de nouveaux foyers.

*Cet article, difficile à lire de par la syntaxe anglaise et la structure de l'article, décrit ce que les auteurs ont observé dans les élevages néerlandais et allemands, en rappelant des données connues comme les modes de transmission des virus de la VHD, la faible efficacité des vaccins RHDV vis-à-vis du RHDV2 et les mesures de biosécurité à suivre. Certaines affirmations non étayées par la bibliographie sont sujettes à caution.*

En Italie, Cavadini et al. ont réalisé une analyse phylogénique à partir de la séquence génomique partielle de 87 RHDV2 identifiés entre 2011 (*année de 1ère détection du RHDV2 en Italie*) et 2018, afin de comprendre l'évolution du virus dans ce pays. Il s'avère que ces virus appartiennent au même cluster que celui des autres RHDV2 européens et se répartissent plus en fonction de leur année d'identification que de leur origine géographique. Toutefois, certaines souches d'Italie continentale (2013-2014) et de Sardaigne (2016) sont proches des premiers RHDV2 français et italiens (2010-2011) (*souches qui circulent toujours en France*). Dix RHDV2 sont des virus recombinants, neuf (2014-2018) avec un RHDV qui circulait uniquement en Péninsule Ibérique (RHDV-G1) avant de céder sa place au RHDV2, et le dixième (2016) avec un lagovirus non-pathogène (RCV-E2), génotype circulant en Italie (*ainsi qu'en France et en Péninsule Ibérique*). Les RHDV2 recombinants avec un RHDV-G1 sont probablement d'origine ibérique et ont été introduits ultérieurement en Italie. Par contre, il est possible que le recombinant RCV-E2/RHDV2 soit d'origine italienne. Les analyses

phylogéographiques révèlent que de multiples introductions de RHDV2 d'origine française et/ou ibérique ont eu lieu entre 2011 et 2016. *(Les RHDV2 recombinants RHDV-G1 ont initialement émergé en Péninsule Ibérique où ils sont désormais dominants et depuis 2013, ils sont parfois détectés en France. Les études des différentes équipes travaillant sur les lagovirus ont montré que les phénomènes de recombinaisons étaient fréquents et que plusieurs autres types de RHDV2 recombinants circulaient dans les populations de lapins et de lièvres. Ces souches ne semblent pas être plus virulentes mais deviennent dominantes dans certains pays soulignant un avantage sélectif peut-être lié à une meilleure multiplication virale).*

Ben Chehida et al. ont mené entre octobre 2018 et février 2019 une enquête rétrospective dans 60 élevages commerciaux (étude exhaustive) et 166 élevages traditionnels tunisiens (étude par extrapolation des résultats obtenus dans 10% des élevages) dans le but de caractériser ces deux types d'élevage et d'estimer la prévalence du RHDV2 depuis sa détection en 2015. L'industrialisation de l'élevage cunicole en Tunisie s'est développée depuis ces vingt dernières années principalement le long de la côte nord-est du pays. Le nombre d'élevages commerciaux est cependant passé de 260 en 2015 à 60 probablement suite à l'augmentation du coût des matières premières, la diminution de la consommation de viande de lapin et l'augmentation des élevages touchés par la VHD. Un total de 26% des élevages traditionnels, dispersés sur tout le territoire, pratiquent encore l'élevage au sol. Dans les élevages commerciaux, l'insémination artificielle est majoritaire (61%), le sperme provenant dans 53 % des cas des mâles reproducteurs de l'élevage. Il y existe une grande variabilité dans les mesures de biosécurité, de nettoyage et de désinfection, et de l'utilisation de la vaccination : très peu d'éleveurs ont conscience de leurs importances. Seuls 27% (16/60) des éleveurs ont suspecté avoir eu la VHD avec des taux de mortalité > 75 %, et 13/16 avaient vaccinés principalement les mères. Pour 4 de ces élevages, le RHDV2 a été confirmé. Quand il a été recherché, aucun RHDV classique n'a été détecté.

*NB : F. Ben Chehida et S Sghaier ont publié avec d'autres co-auteurs une analyse phylogénique obtenue avec les séquences génomiques complètes de six RHDV2 tunisiens récoltés dans des élevages commerciaux entre 2018 et 2020, montrant leur origine européenne puis leur évolution génétique en Tunisie (Ben Chehida et al., Biology, 2021, 10, 883).*

Hu et al. rapportent quant à eux la 1<sup>ère</sup> détection du RHDV2 en Chine en 2020 dans un élevage de la province du Sichuan où 70% des lapins sont morts (1.300 lapins) malgré leur vaccination avec un vaccin commercial inactivé (WF/China/2007) contre le GI.1 (RHDV). La plupart des jeunes lapins non sevrés sont morts. Jusqu'à présent, deux variants de RHDV circulaient en Chine : GI.1a et GI.1c *(cet article utilise la nouvelle nomenclature récemment proposée pour les lagovirus et où les RHDV « classiques » correspondent au génotype GI.1 qui comprend plusieurs variants dont les GI.1a = RHDVa et les GI.1c = RHDV-G2, vis-à-vis desquels les vaccins RHDV protègent)*. L'obtention de la séquence génomique complète de la souche SC2020/04 montre qu'il s'agit d'un RHDV2 (GI.2) non recombinant proche d'une souche RHDV2 néerlandaise de 2016. L'étude expérimentale réalisée sur 10 lapins vaccinés à 8 semaines d'âge puis éprouvés 2 semaines plus tard, a confirmé la mauvaise protection vaccinale (40% de mortalité). Les auteurs préconisent de surveiller la circulation du RHDV2 et d'utiliser des vaccins bivalents RHDV-RHDV2 pour contrôler la VHD en Chine.

*NB : une partie des travaux présentés a été publié par ces auteurs (Hu et al., Vet Med Sci., 2021,7:236-239).*

### **1.3. Etudes sur l'immunité humorale des lapereaux vis-à-vis du RHDV2 transmise par les mères vaccinées et sur la protection vaccinale**

La protection apportée par les anticorps d'origine maternelle (AOM) des très jeunes lapereaux contre la VHD est devenue importante à étudier suite à la capacité du RHDV2 d'infecter les lapins âgés de mois de 6 semaines peu sensibles aux RHDV classiques.

Deux études, l'une italo-espagnole et l'autre franco-italienne, ont cherché à caractériser l'immunité humorale passive transmise par les mères vaccinées à leurs lapereaux.

Baratelli et al., en réalisant une étude sur deux groupes de 40 mères de 8 à 9 mois d'âge, l'un vacciné avec le vaccin commercial inactivé ERAVAC®, l'autre inoculé avec une solution saline, a montré que les taux d'anticorps anti-RHDV2 persistaient jusqu'à 351 jours après leur vaccination (*il n'a pas été testé un délai post-vaccinal plus long*) et que des AOM étaient transmis aux lapereaux jusqu'à 349 jours (6 cycles de reproduction) après la vaccination de leur mère. L'immunité humorale des lapereaux dure au moins jusqu'à l'âge de 28 jours, un tiers des lapereaux de 40 jours (6 semaines) sont négatifs puis tous à l'âge de 58 jours (8 semaines). La revaccination de 10 lapines 6 mois après, n'a pas augmenté significativement leurs taux d'anticorps ni celui de leurs lapereaux. Ces auteurs ont par ailleurs montré que les AOM était majoritairement transmis pendant la gestation et probablement par des mécanismes transplacentaires. Il reste cependant à évaluer le niveau de protection induite par ces AOM.

La seconde étude réalisée par Vastel et al., a ciblé plus spécifiquement les facteurs pouvant influencer l'efficacité de la vaccination des lapereaux peu après le sevrage, celle-ci pouvant être inhibée par la présence d'AOM dans d'autres espèces. Le suivi sérologique de 30 lapines primipares d'un élevage sans VHD vaccinées ERAVAC® à 10 semaines d'âge a montré que 10% d'entre elles n'avaient plus d'anticorps anti-RHDV2 quatre mois plus tard (*ce qui est en contradiction avec l'étude précédente*). Après le rappel de vaccination de 24/30 lapines à 17 semaines d'âge, celles-ci montraient toutes des titres en anticorps positifs 5 et 11 jours après, mais dans une gamme très large montrant qu'il existait une grande variation individuelle dans la réponse immunitaire humorale. Concernant le suivi sérologique des lapereaux issus des 30 lapines vaccinées (2 lapereaux par lapine), les résultats ont montré 1) 1/3 des lapereaux n'avaient plus d'AOM dès le sevrage, 2) que les lapereaux avec le plus fort taux d'AOM au sevrage provenaient des mères ayant des titres en anticorps les plus élevés. Par contre, ces lapereaux n'avaient pas d'anticorps 14 jours après leur vaccination à 45 jours d'âge, à la différence des lapereaux possédant peu ou pas d'AOM. Cette étude souligne l'apport du suivi sérologique pour améliorer les pratiques vaccinales et peut en partie expliquer l'apparition de mortalités dues au RHDV2 chez les lapines primipares. Elle suggère aussi que la vaccination des lapines, en fonction du niveau d'AOM transmis, peut inhiber le développement rapide de l'immunité humorale propre des lapereaux vaccinés. Des études supplémentaires sont nécessaires pour estimer l'intérêt d'une hyper-immunisation des lapines reproductrices, au niveau de son impact sur le développement de l'immunité des lapereaux, d'une meilleure transmission des AOM et de la protection conférée. En fonction du coût/bénéfice, cette pratique pourrait être intéressante pour les éleveurs.

*Les résultats des deux études présentent des contradictions en termes de pourcentage de femelles primipares primo-vaccinées positives en anticorps anti-RHDV2 pouvant s'expliquer par les conditions expérimentales différentes.*

Deux autres communications ont concerné l'évaluation de l'efficacité à une épreuve virulente RHDV2, de la vaccination avec le vaccin ERAVAC® réalisée chez les lapereaux d'un mois 1) pour empêcher la diffusion du RHDV2 en élevage et 2) en présence d'AOM ou non.

La première étude réalisée par Sanchez-Matamoros et al. donne les résultats obtenus lors d'une expérimentation réalisée sur 38 lapereaux conventionnels sains et sans anticorps contre le RHDV2 âgés d'un mois, 19 vaccinés avec ERAVAC® et 19 inoculés avec une solution saline, puis tous éprouvés six mois après avec un RHDV2 hétérologue par voie intramusculaire. La vaccination a offert une protection complète contre la mortalité (47% de mortalité dans le lot éprouvé non vacciné = *valeur correspondant aux premiers RHDV2 moins virulents*) et a empêché l'excrétion du virus dans les fèces au cours des 7 jours de suivi de la charge virale, montrant l'intérêt de la vaccination pour contrôler la propagation virale.

La seconde étude réalisée par Montbrau et al. a consisté à vacciner deux groupes de 20 lapins conventionnels âgés de 28 jours, l'un sans AOM et l'autre avec AOM dont les titres sont représentatifs de ceux trouvés dans des conditions de terrain. Un troisième groupe de 20 lapins avec AOM n'a pas été vacciné mais quand leurs taux d'AOM sont devenus négatifs 14 jours plus tard, les 60 lapins ont été éprouvés avec un RHDV2 hétérologue par voie intramusculaire. La vaccination a permis de protéger tous les lapins (47% de mortalité dans le lot éprouvé non vacciné = *valeur correspondant aux premiers RHDV2 moins virulents*) suggérant que la présence d'AOM n'interfère pas avec l'efficacité du vaccin.

*Ce dernier résultat est en contradiction avec celui présenté par Vastel et al., mais il semble cependant que le jour de la vaccination, le taux d'anticorps des lapereaux était faible, voire négatif « 13/40 lapins positifs et 27/40 douteux en ELISA » (sans préciser les valeurs de DO).*

#### 1.4 Immunité innée

Les peptides antimicrobiens sont impliqués dans la réponse immunitaire innée contre différents microorganismes et constituent des substituts prometteurs aux antibiotiques. Parmi ces peptides, les défensines jouent un rôle central contre les infections. Plusieurs catégories de défensines existent chez les lapins mais peu d'études ont porté sur les infections virales. Le foie étant le principal organe cible de multiplication des virus de la VHD, estimer la présence et le niveau d' $\alpha$ -défensine NP-4 présent dans cet organe peut refléter le statut de l'hôte. Wolacewicz et al, une équipe polonaise, ont cherché à vérifier pour la première fois la présence de ce type de défensine dans des foies de lapins infectés expérimentalement avec quatre RHDV classiques différents, en développant une PCR temps réel spécifique. La présence de défensine a été confirmée dans les quatre échantillons et d'autres études seront nécessaires.

*Il est regrettable que dans cette étude, aucun échantillon de lapin sain n'ait été analysé permettant de savoir si ces résultats sont significatifs.*

#### 1.5 Enquête épidémiologique sur l'efficacité des méthodes de nettoyage et de désinfection dans quatre élevages français

Certains élevage cunicoles français connaissent plusieurs foyers de RHDV2 successifs, ce qui pose la question de l'efficacité des mesures de nettoyage et de désinfection (N&D) mises en place après la survenue du foyer. L'étude réalisée par Huneau-Salaün et al. a évalué l'efficacité des protocoles de N&D réalisés dans quatre élevages infectés en 2019, en contrôlant la persistance du RHDV2 dans des prélèvements de surface avant et juste après le N&D, puis 3 mois plus tard. A chaque visite, les salles d'élevage (sol, murs, cages, circuit d'air, racler, sas d'entrée) et leurs environs (bac d'équarrissage, abords, route) ont été échantillonnées avec des chiffonnettes, et un questionnaire sur les pratiques de N&D a été complété. Le génome du RHDV2 a été recherché dans chaque prélèvement par RT-PCR. Près de la moitié des échantillons étaient positifs avant le N&D et les surfaces les plus fréquemment contaminées étaient le sol de la salle d'élevage (3/4), les abords (4/6) et le bac d'équarrissage (3/4) en plus du matériel en contact direct avec les lapins. Après N&D, 19% des échantillons étaient encore positifs dont 3/4 bacs d'équarrissage qui se sont avérés ne pas avoir été traités. Trois mois plus tard, 2/4 bacs d'équarrissage étaient encore positifs en plus de la route. Le poster présenté lors du congrès a aussi montré les résultats obtenus lors de la dernière visite réalisée 6 mois après le foyer : bien qu'aucun nouveau foyer de RHDV2 n'ait été observé, du génome a été détecté dans les bâtiments des quatre élevages et leurs environs. Tous ces résultats montrent l'importance d'établir un protocole de N&D complet, incluant le bac d'équarrissage et les abords des bâtiments.

## 2. Les maladies parasitaires, bactériennes, les traitements et les maladies génétiques

Ce qui préoccupe le plus la filière de production de lapins de chair à ce jour est bien la VHD. Mais les journées mondiales de la recherche cunicole ont été l'occasion de mettre en avant d'autres maladies parasitaires, bactériennes idiopathiques ou génétiques et de parler de traitements ou d'évoquer la relation entre la conduite d'élevage et le développement de maladies.

### 2.1. Les parasites

#### **Retour au sol, retour des endoparasites :**

Avec le retour au sol des lapins, on observe que le parasitisme gastro-intestinal est exacerbé. Si l'élevage sur grilles a été inventé dans les années 70 pour réduire ce parasitisme, il est tout à fait normal de constater que son abandon permet une meilleure multiplication des parasites. Ainsi, plusieurs études, en France, aux Pays bas et en Côte d'Ivoire font état chacune d'un recensement des parasites trouvés sur des lapins vivant au sol. On constate que des coccidies, mais aussi des nématodes, qui avaient disparu des élevages en cages grillage réapparaissent de manière très significative faisant baisser les performances zootechniques.

Ainsi, aux Pays-bas, M. Vereeckena a montré que l'utilisation de logements en parcs a permis de voir la mortalité passer de 6 à 14%. Parmi les causes de cette mortalité figurent les coccidioses. Des traitements par voie alimentaire à base de robénidine à 66 ppm ou de salinomycine à 20 ppm (*malheureusement pas disponible par cette voie en France à ce jour*) ont été proposés aux lapins. Sur la base de la mortalité, des signes cliniques et de l'excrétion d'oocystes, il a été montré que la coccidiose était mal contrôlée par la robénidine et beaucoup mieux par la salinomycine pour laquelle l'excrétion des oocystes est significativement plus faible. Les auteurs concluent (*avec raison*) qu'il serait urgent de pouvoir disposer d'un plus grand nombre de médicaments coccidiostatiques pour contrôler la coccidiose dans les élevages au sol.

D'autre part, H. Legendre a étudié le parasitisme gastro intestinal de lapins élevés en conduite bio en pâturage sur 3 années sur du sainfoin ou sur de la prairie. Si les lapins n'ont pas présenté de diarrhée ni de lésion intestinale, *Trichostrongylus sp* a été trouvé sur 93% d'entre eux et *Eimeria stiedae*, agent de la coccidiose hépatique, a été retrouvé sur 64% des sujets en 2016. Les GMQ des animaux parasités se sont dégradés. Alors que le parasite a disparu des élevages conventionnels, *Eimeria flavescens*, considéré comme une des coccidies les plus pathogènes, a également été trouvée et l'auteur a noté un GMQ négatif à corrélérer avec sa présence. Elle montre que le type de pâturage n'a eu aucun effet significatif sur l'excrétion d'œufs, la prévalence et l'intensité des nématodes, ou sur l'excrétion d'oocystes. Le temps de rotation court des pâtures a en revanche été significatif sur le parasitisme. Elle conseille de faire des rotations de plus de deux mois contrairement à ce qui est noté dans le cahier des charges actuel.

Enfin, Dakouri et al. expliquent que les traitements dans leur pays sont faits sans identifier les parasites. Ils ont mis en évidence, sur leur échantillon, le très fort parasitisme des lapins élevés en Côte d'Ivoire. Ont été trouvés un cestode et deux trématodes qui auraient donc nécessité d'expliquer le milieu de vie du lapin afin de comprendre la possibilité qu'a le parasite d'établir son cycle. Huit 8 nématodes (dont *Graphidium strigosum* et *Trichostrongylus retortaeformis*) et 11 espèces de coccidies (toutes celles qui sont connues en Europe donc) ont été observées. Les ectoparasites sont également nombreux : *Sarcoptes scabiei*, *Psoroptes cuniculi*, *Notoedres cuniculi* pour les acariens, *Spilopsyllus cuniculi*, *Cuterebra cuniculi* pour les insectes et *Trichophyton mentagrophytes* pour les champignons. Les jeunes lapins étaient plus contaminés par les endoparasites que les adultes qui, eux, hébergeaient plus d'ectoparasites.

*Ces trois publications mettent en évidence un retour certain des parasites, disparus des élevages hors sol actuellement dès lors qu'on a un retour au sol et on pourrait même préciser y compris sur caillebotis.*

### **Coccidies et coccidiose**

Une table ronde a été organisée sur le thème de la gestion des coccidioses en élevage avec des traitements coccidiostatiques ou des traitements alternatifs. Les animateurs ont tout d'abord rappelé les bases d'un diagnostic qui doit faire intervenir la numération et l'identification associées aux lésions pour pouvoir conclure à une coccidiose en cas de mortalité et/ou diarrhée. Les traitements classiques à base de robénidine, salinomycine, diclazuril décoquinatate passant par voie alimentaire ont été évoqués et leur disponibilité actuelle en Europe a été citée et complétée par des aspects réglementaires différents d'un pays à l'autre. Les traitements oraux via l'eau de boisson à base de sulfamides, de toltrazuril ont également été évoqués et il a été discuté la présence sur le marché de médicaments phytothérapeutiques qui donnent parfois d'excellents résultats. Tout le monde s'accorde à dire que la période péricluse est la période à risque où il faut employer les anticoccidiens quand cela est nécessaire.

Parmi les communications, une étude menée par Dakouri a montré que la coccidiose est présente dans 100% des 146 élevages du district d'Abidjan considérés par l'enquête. Les saisons des pluies et le mois de juillet ont favorisé l'infestation par les coccidies. Les auteurs ont pu rencontrer *E. media*, moyennement pathogène, dans tous les élevages mais ils ont aussi – *curieusement* – pu mettre en évidence l'intégralité des coccidies connues chez le lapin avec des prévalences allant de 9 à 90% et des associations de parasites pouvant comprendre parfois 3 espèces sur un même lieu. Les jeunes lapereaux étaient les plus contaminés alors que les lapereaux de plus de 5 mois, ayant déjà une certaine immunité, présentaient des infestations bénignes.

Plusieurs études ont cherché à mettre en évidence des traitements alternatifs. Trouver un remède alternatif aux anticoccidiens synthétiques est en effet une préoccupation actuelle. Parmi eux, Peptasan, un mélange de plantes médicinales, de *Saccharum officinarum* et d'*Acacia concinna*, est jugé par les auteurs être une solution intéressante pour contribuer à la maîtrise du développement des *Eimeria* en élevage cunicole en utilisant uniquement des produits naturels. Le produit semble réduire l'excrétion ookystale significativement. Il contribue à réduire la mortalité, en particulier au moment du sevrage. Une autre étude s'est intéressée à l'utilisation de feuilles tropicales (feuilles fraîches de *Ficus exasperata*, *Azadirachta indica* et *Mangifera indica*) testée comparativement à un traitement à base de sulfadiméthoxine sur des lapins artificiellement infestés à 35 jours. Sur la base d'une diminution de l'excrétion ookystale, les auteurs concluent que les feuilles de *Ficus exasperata* pourraient être utilisées comme alternative au traitement synthétique. Ils expliquent sagement que le faible nombre de lapins utilisés - *et on peut ajouter que la solidité du protocole établi (absence d'identification, absence de numération, absence d'observation lésionnelle) - nécessiteraient d'approfondir l'étude qui visait à trier les espèces taxonomiques dans un premier temps.*

### **Teignes**

Une rare et originale enquête épidémiologique concernant la présence de teigne à *Trichophyton mentagrophytes* a été réalisée sur des lapins de garenne captifs sans signe clinique dans le nord du Portugal. Le champignon a été trouvé sur 7% des lapins à l'exclusion de tout autre dermatophyte. Le portage sain est mis en évidence et peut apporter une contribution utile au diagnostic et à la prévention de la dermatophytose du lapin sauvage.

## **2.2. Les bactéries**

Parmi les maladies bactériennes, peu de publications sur les colibacilloses durant cette session mais les maladies de l'appareil respiratoire et de la peau restent une préoccupation majeure.

### **Pasteurellose et bordetellose**

Dans une étude transversale, Rosell a montré que la prévalence de la rhinite clinique (RC) des lapines reproductrices en Espagne et au Portugal, de janvier 2001 à décembre 2018 a été de 18,03 %. Il montre, *ce qui n'est pas évident pour des élevages en claustration*, que la saison est un facteur de risque facilitant la rhinite. Les lapines souffrent de rhinite plus souvent pendant l'été.

Parmi les lésions typiques de la pasteurellose (rhinite, conjonctivite, pneumonie, abcès cutanés) présentes sur les lapins étudiés, figurait aussi une infection des bulles tympaniques dans lesquelles on a pu isoler *P. multocida* à 76%. Les lapins atteints de pasteurellose pulmonaire sont le plus souvent traités avec des antibiotiques. Malheureusement, peu d'études pharmacocinétiques ont démontré la capacité de ces médicaments à atteindre l'oreille moyenne faiblement vascularisée à des concentrations efficaces. Cette zone anatomique, difficile à atteindre avec des antibiotiques usuels pourrait se révéler être un foyer de présence de *P. multocida* chez les lapins d'élevage. *Favoriser les traitements avec des molécules pouvant se fixer facilement sur les os comme les tétracyclines serait donc une bonne solution lorsqu'il s'agit de traiter une pneumonie chez un lapin.*

*Beaucoup d'auteurs présents lors des WRC 2021 ont insisté sur le fait de travailler sur des souches de lapins plus résistantes à la pasteurellose. C'est ce qu'ont fait les équipes toulousaines de l'INRAE au travers du projet RELAPA auquel ont été associés des structures privées.* Ce projet vise à étudier le déterminisme génétique de la résistance à la pasteurellose. Après avoir inoculé une souche pyogène de *P. multocida* à des lapins, les chercheurs ont noté leur résistance à la pasteurellose. Ils ont tout d'abord montré que les lapins les plus sensibles ne semblent pas capables de mettre en place une réponse immunitaire efficace pour contrôler l'infection.

Les mâles reproducteurs choisis pour leur résistance à la maladie ont des jeunes dont les poids au sevrage ou à la vente sont bons mais la prolificité de leurs filles est moindre. La prévalence des maladies digestives et des maladies infectieuses pendant l'engraissement était significativement plus faible chez les lapins issus de mâles résistants que chez les lapins sensibles. Ce résultat suggère que la résistance à la pasteurellose évaluée par une infection expérimentale utilisant une seule souche de *Pasteurella multocida* est favorablement corrélée à la résistance à d'autres maladies infectieuses. Mais compte tenu de la plus faible prolificité des lapines issues de pères résistants, il peut y avoir un compromis à trouver en sélection entre la résistance à la pasteurellose et les performances de reproduction des lapines.

L'enrofloxacin – *actuellement classée en France parmi les antibiotiques critiques* - est l'une des molécules utilisées avec AMM contre la pasteurellose du lapin en Europe. L'équipe de Circella en Italie s'est intéressée à la sensibilité à l'enrofloxacin de 10 souches de *P. multocida* isolées de lapins atteints de pasteurellose. Ils montrent que les doses actuelles de traitement sont assez fortes pour améliorer les signes cliniques en élevage mais assez faibles pour faciliter la sélection de souches plus résistantes à l'enrofloxacin. L'utilisation de doses plus fortes serait contraire aux bonnes pratiques d'utilisation du médicament et pourraient entraîner une certaine toxicité. C'est pourquoi les auteurs invitent à se pencher sur la sélection de lapins plus résistants à la maladie.

Afin d'étudier la bordetellose chez le lapin, des chercheurs chinois ont mis au point un modèle expérimental de reproduction de la maladie. Par voie intraveineuse, ils ont inoculé une souche dite FX-1 de *Bordetella bronchiseptica*. La ½ dose létale de la souche FX-1 pour le lapin (DL50) a été fixée à  $6,61 \times 10^9$  UFC. Le modèle a été utilisé pour tester l'effet immunitaire du vaccin inactivé. Le taux de survie des lapins vaccinés était, 2 semaines après la vaccination, de 77% pour les lapins vaccinés contre 16% pour les non vaccinés.

La vaccination est considérée comme un moyen efficace de prévenir et de contrôler la bordetellose à *Bordetella bronchiseptica*. Une équipe chinoise s'est intéressée à l'immunisation avec un vaccin inactivé comprenant des bactéries entières. Ils ont montré qu'une dose unique de  $1,6 \times 10^{10}$  CFU par voie sous-cutanée entraînait des taux élevés d'IgG spécifiques et protégeait le lapin pendant 21 à 120 jours après la vaccination avec un taux de protection de plus de 87 %.

### **Staphylococcie**

Selon les auteurs espagnols, la sélection pourrait aggraver la façon dont les animaux sélectionnés répondent aux défis infectieux. Ce thème est partagé par les équipes françaises de l'INRAE. Pour tester cette hypothèse, ils ont inoculé des staphylocoques de virulence variable (haute et moyenne) par voie intradermique à de jeunes lapins sélectionnés selon leur GMQ et les ont observés durant leur période de croissance. La gravité des lésions a été évaluée par la présence et la superficie de l'érythème et des nodules pendant 7 jours. La différence observée dans cette expérience menée avec des staphylocoques ne semble pas aller en faveur de l'une ou l'autre des lignées sélectionnées pour la croissance. *On peut toutefois se questionner sur la pertinence des critères retenus pour l'observation (étendue des lésions) et le choix du pathogène. La même expérience menée avec des bactéries pathogènes du tube digestif verrait sans doute des conclusions sensiblement différentes.*

### **Lawsonia**

Arts et al. ont montré la présence de *Lawsonia intracellularis*, agent entrant dans le complexe entérique porcin, dans le tube digestif de lapins atteints d'EEL. Alors qu'ils n'ont effectué aucune reproduction expérimentale d'une éventuelle maladie pour montrer les postulats de Koch, l'auteur conclue très hâtivement que *Lawsonia* serait l'un des agents pathogènes causant l'EEL chez les lapins de chair. *Ce travail ne permet pas d'établir avec certitude le lien de causalité entre la bactérie et l'EEL ni même de savoir si Lawsonia n'est pas simplement une bactérie opportuniste chez le lapin.*

### **EEL et Parésie caecale**

La dysautonomie est un trouble gastro-intestinal grave et mortel chez le lapin, le lièvre, le chat ou le cheval. Elle est caractérisée par une impaction caecale, une anorexie et une dépression. *Boucher, Nouaille, Plassiart et Georges ont démontré qu'en cas d'EEL, en 2013, chez le lapin, on notait des lésions de dégénérescence du système nerveux autonome du tube digestif.* Les lapins atteints de dysautonomie présentent une grave paralysie intestinale du gros intestin qui pourrait être associée à la présence de *Clostridium botulinum* dans l'intestin, comme cela a déjà été démontré chez le chat. Une équipe italienne a souhaité évaluer la présence de *Clostridia* productrices de BoNT chez le lapin souffrant de troubles gastro-intestinaux (EEL ou parésie). Ils n'ont pas pu la mettre en évidence. Ils ont également voulu évaluer les dommages neurologiques survenus dans l'intestin par des techniques IHC ciblées sur un marqueur neurodégénératif (synaptophysine). Des lésions dégénératives du système nerveux autonome ont été détectées chez 39,4 % des sujets analysés. Les auteurs concluent que la constipation pourrait être due à une lésion neurologique du plexus myentérique.

## **2.3. Les traitements**

### **Eau de boisson**

Dans les élevages, l'eau potable est fréquemment traitée avec un désinfectant pour améliorer sa qualité bactériologique. Cette eau peut également être utilisée pour administrer des traitements collectifs aux animaux. Cependant, la vérification de la compatibilité entre les biocides et les médicaments n'est pas requise dans les dossiers d'AMM. Une étude française a été menée pour évaluer l'impact des biocides sur la stabilité des antibiotiques. Dix médicaments vétérinaires contenant de la doxycycline, de l'amoxicilline (*toxique chez le lapin*), du sulfonamide triméthoprim, de la tiamuline et de la colistine ont été testés avec deux biocides (eau oxygénée - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> à 50 ppm et hypochlorite de sodium à 0,5 ppm de chlore actif) dans deux eaux standardisées, l'une douce (6 ° f, pH = 6) et l'autre dure (35° f, pH = 8). Ensuite, les spécialités contenant de l'amoxicilline, de la tiamuline et de la doxycycline ont été diluées avec de l'eau oxygénée dans de l'eau provenant d'un puits riche en fer et en manganèse. La stabilité a été déterminée après 6h, 24h et 30heures. Le peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) a eu un impact négatif seulement sur la stabilité des deux spécialités contenant de l'amoxicilline dans l'eau dure, d'une seule spécialité contenant de l'amoxicilline dans l'eau douce et d'une à base de doxycycline dans l'eau de puits. Le chlore a dégradé la colistine dans l'eau douce et tous les médicaments dans l'eau dure à l'exception des sulfamides. Cette étude confirme l'impact des désinfectants sur la stabilité de certains

antibiotiques dans l'eau et démontre le caractère multifactoriel et complexe de cette stabilité. Dans le cadre de cet essai le biocide chloré a eu plus souvent un impact négatif que l'eau oxygénée.

Une nouvelle étude s'est intéressée à la persistance de résidus d'antibiotiques administrés dans l'eau de boisson. Elle montre que les concentrations plus élevées de résidus d'antibiotiques sont détectées dans les points médians et terminaux des lignes d'abreuvement et résultent d'une accumulation due à une diminution de l'écoulement de l'eau. Les auteurs insistent sur l'intérêt du nettoyage des rampes et s'interrogent sur les doses réellement reçues par les lapins dans les élevages où l'eau stagne. *On peut donc en déduire aussi l'importance d'un circulateur pour l'administration orale d'antibiotiques pour éviter les inconvénients liés à la stagnation de l'eau de traitement.* Il en va du respect de la dose administrée.

### Médicaments

Une étude algérienne a tenté de montrer les effets bénéfiques de l'acide ascorbique contre la néphrotoxicité (modifications vasculaires, des hémorragies, des cellules mononucléées infiltrantes et une dégénérescence des cellules tubulaires) induite par le traitement répété à haute dose d'ivermectine administrée chez le lapin. Les auteurs concluent à son intérêt lorsque la vitamine C est co-administrée par voie orale. On peut regretter cependant que cette étude de toxicologie n'ait pas respecté les bonnes pratiques et tire des conclusions sur des lapins dot il n'a pas été vérifié le statut sanitaire auparavant.

*Les auteurs n'expliquent pas la motivation de leur étude* mais ils ont testé l'utilisation du thym (*Thymus vulgaris*) contre la cardiotoxicité potentielle chez le lapin d'un mélange insecticide/acaricide phytopharmaceutique (*donc réservé aux plantes*) Voliam Targo® administré par voie orale à des lapins. *Ce produit de traitement des tomates contre Tuta Absoluta* contient deux principes actifs (chlorantraniliprole et abamectine) ayant différents modes d'action sur les ravageurs. Les auteurs ont cherché à étudier l'effet protecteur d'une co-administration d'huile essentielle de thym (*Thymus vulgaris*) contre de possibles altérations histopathologiques cardiaques chez le lapin mâle exposé au produit phyto oralement à la dose journalière de 4mg/kg d'abamectine et 11 mg /kg de chlorantraniliprole durant 21 jours. Les auteurs ont montré que l'administration du produit de traitement des végétaux a provoqué des altérations du myocarde (capillaires sanguins encombrés, infiltration de cellules inflammatoires, augmentation des masses de fibres de collagène autour des vaisseaux sanguins). La co-administration d'huile essentielle de thym a permis une amélioration significative des changements morphologiques du cœur et les auteurs lui attribuent un effet cicatrisant et protecteur.

### Reproduction expérimentale de maladie

Pour affiner leur modèle expérimental d'infection à *E. coli* chez le lapin, des auteurs chinois ont utilisé une souche jugée pathogène de *E. coli* (*malheureusement le sérotype n'est pas indiqué*) et l'ont inoculé par voie intramusculaire, intrapéritonéale, intraveineuse et orale à des doses allant de  $7,3 \times 10^8$  CFU/ml à  $175,2 \times 10^8$  CFU/ml. Ils montrent que si toutes les voies sont possibles, la voie orale reste la meilleure pour des doses d'inoculat de  $175,2 \times 10^8$  UFC.

### Microbiote

La consommation au nid de crottes dures maternelles réduit fortement la mortalité et stimule la maturation du microbiote. Les auteurs ont émis l'hypothèse que cet effet positif de la coprophagie a une médiation immunitaire au niveau intestinal. Les expériences menées permettent de dire que ces résultats suggèrent un effet bénéfique du comportement coprophage sur la survie des lapereaux. Il pourrait être médié par une activation immunitaire dans l'iléon. Il est intéressant de noter que l'effet de la coprophagie sur l'expression des gènes immunitaires intestinaux n'a pas été observés lorsque les lapereaux ont ingéré des excréments produits par des lapines consommant des antibiotiques, probablement parce que des bactéries immunostimulantes clés étaient manquante.

## 2.4. Les maladies génétiques

### **Lapin sauteur d'Alfort**

Les auteurs ont mis en évidence le gène codant pour le caractère « sauteur » de cette affection connue depuis 1935. La maladie, outre une locomotion bipédique pour le moins originale chez le lapin, lui permet d'exprimer bon nombre de lésions oculaires dont une rétinopathie et une cataracte constantes le rendant aveugle. Depuis 1991 un groupe d'éleveurs et de chercheurs travaillent à la préservation de lignées et à l'étude de sa maladie. Récemment il a été mis en évidence, en utilisant une combinaison de croisements expérimentaux et de séquençage du génome entier, qu'un seul locus contenant le gène bêta du récepteur orphelin lié au ROR (RORB) explique la démarche atypique de ces lapins. Une mutation du site d'épissage dans un site évolutif conservé de RORB entraîne plusieurs isoformes de transcription aberrantes incorporant des séquences introniques. Cette mutation entraîne une réduction drastique des neurones RORB-positifs dans la moelle épinière, ainsi que des défauts de différenciation de la population d'interneurones exprimant DMRT3, qui sont connus pour jouer un rôle essentiel dans la régulation de la marche à travers les espèces.

## Liste des communications

### Session BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE

**González-Mariscal G.** (Mexique) - Neuroendocrinology applied to rabbit breeding [NEUROLOGIE APPLIQUEES A LA REPRODUCTION CHEZ LE LAPIN]

**Afanassieff M., Gavin-Plagne L., Perold F., Bouchereau W., Buff S., Joly T., Rival-Gervier S., Beaujean N.** (France) - Rabbit pluripotent stem cells: a promising and useful biotechnology tool [CELLULES SOUCHES PLURIPOTENTES DE LAPIN : UN OUTIL BIOTECHNOLOGIQUE PROMETTEUR ET UTILE]

**Aroun Rabiha , Tlili Thiziri , Benamara Liza , Khaldoun-Oularbi Hassina , Daoudi-Zerrouki Nacira** (Algérie) - Histofunctional characteristics of the mammary gland in a synthetic rabbit strain [CARACTERISTIQUES HISTOFONCTIONNELLES DE LA GLANDE MAMMAIRE DANS UNE SOUCHE SYNTHETIQUE DE LAPINS]

**Cauquil L.,** Beaumont M., Schmaltz-Panneau B., Liaubet L., Lippi Y., Gress L., Bluy L., Duranthon V., Combes S.(France) - Coprophagy in rabbit upregulates immune system gene expression in ileum [LA COPROPHAGIE CHEZ LE JEUNE LAPIN REGULE POSITIVEMENT L'EXPRESSION DES GENES DU SYSTEME IMMUNITAIRE DANS L'ILEON]

**Chen Saijuan, Liu Yajuan, Yuan Wanzhe , Li Jiangtao, Pang Lixin , Gu Zilin, Chen Baojiang** (Chine) - Distribution of nutrient transporter related genes in different segments in small intestine of rabbits [DISTRIBUTION DE GENES LIES AU TRANSPORT DES NUTRIMENTS DANS DIFFERENTS SEGMENTS DE L'INTESTIN GRELE DU LAPIN]

**Chen Yang, Zhao B.H., Li J.L., Hu S.S., Yang N.S., Bao Z.Y., Wu X.** (Chine) - LNCRNA2919 mediated hair follicle development and growth in Angora rabbits [LNCRNA2919 A INDUIT LE DEVELOPPEMENT ET LA CROISSANCE DES FOLLICULES PILEUX CHEZ LE LAPIN ANGORA]

**Cholis Nur, Nursita Ita Wahju** (Indonésie) - Use of rabbit feces and rural by-products with addition of Azotobacter microbial culture and its effect on media quality and Lumbricus rubellus productivity [UTILISATION DES CROTTES DE LAPIN ET DE SOUS-PRODUITS RURAUX AVEC AJOUT DE CULTURE MICROBIENNE D'AZOTOBACTER ET SON EFFET SUR LA QUALITE DU MILIEU ET LA PRODUCTIVITE DU LOMBRIC LUMBRICUS RUBELLUS]

**Cotozzolo E., Collodel G., Signorini C., Mattioli S., Cartoni Mancinelli A., Dal Bosco A., Castellini C.** (Italie) - Effect of dietary n-6/n-3 ratio on fatty acid distribution in different rabbit tissues [EFFET DU RAPPORT ALIMENTAIRE N-6/N-3 SUR LA DISTRIBUTION DES ACIDES GRAS DANS DIFFERENTS TISSUS DE LAPIN]

**Ding H.S., Cheng G.L., Leng J.J., Yang Y.X., Zhao X.W., Wang X.F., Qi Y.X., Huang D.W., Zao H.L.** (Chine) Analysis of histological and micro-RNA profiles changes in rabbit skin development [ANALYSE DES MODIFICATIONS DES PROFILS HISTOLOGIQUES ET MICRO-ARN AU COURS DU DEVELOPPEMENT DE LA PEAU DU LAPIN]

**El-Gindy Y., Zahran S., Abd El-Rahman M., Ameen A.** (Egypte) - Physiological responses of manno-oligosaccharide on lipid profile of heat stressed rabbits [REponses physiologiques au manno-OLIGOSACCHARIDE SUR LE PROFIL LIPIDIQUE DE LAPINS STRESSES PAR LA CHALEUR]

**Gardan-Salmon D., Maupin M., Bebin K., Robert R.** (France) - Impact of different levels of feed restriction during fattening period on growth development in mid-term pregnant does. [IMPACT DE DIFFERENTS NIVEAUX DE RESTRICTION ALIMENTAIRE PENDANT LA PERIODE D'ENGRASSEMENT SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE ET LE DEVELOPPEMENT DE LA GLANDE MAMMAIRE CHEZ LES LAPINES A MI-GESTATION]



**Knudsen C., Gidenne T., Cauquil L., Pascal G., Briens C., Duperray J., Rebours G., Salaiün J.M., Travel A., Weissman D., Combes S.** (France) - Both quantitative and energetic intake levels affect caecal microbiota composition and activity in the growing rabbit [LES NIVEAUX D'INGESTION QUANTITATIF ET ENERGETIQUE AFFECTENT TOUS LES DEUX LA COMPOSITION ET L'ACTIVITE DU MICROBIOTE CAECAL CHEZ LE LAPIN EN CROISSANCE]

**Kuang Liangde, Min Lei, Li Congyan , Guo Zhiqiang, Ren Yongjun, Zhang Xiangyu, Zheng Jie, Zhang Cuixia, Yang Chao, Mei Xiuli, Tang Li, Ji Yang, Deng Xiaodong, Yang Rui, Xie Xiaohong** (Chine) - Whole transcriptome sequencing reveals non-coding RNAs related to embryo morphogenesis and development in rabbit [LE SEQUENÇAGE DU TRANSCRIPTOME ENTIER REVELE DES ARN NON CODANTS LIES A LA MORPHOGENESE ET AU DEVELOPPEMENT DE L'EMBRYON CHEZ LE LAPIN]

- Li Yanhong, Gan Mingchuan, Li Qinlin, Wu Xuemei, Wang Jie, Jia Xianbo, Chen Shi-Yi, Lai Song-Jia (Chine)** - Morphological characteristics of adipose cells in liver tissues of tianfu black rabbits [CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DES CELLULES ADIPEUSES DANS LES TISSUS HEPATIQUES DE LAPINS NOIRS TIANFU]
- Liu Gongyan, Sun Haitao, Gao Shuxia, Bai Liya, Jiang Wenxue, Li Fuchang (Chine)** - Effects of dietary vitamin B6 on skeletal muscle protein metabolism of growing rabbits [EFFETS DE LA VITAMINE B6 ALIMENTAIRE SUR LE METABOLISME DES PROTEINES DES MUSCLES SQUELETTIQUES DES LAPINS EN CROISSANCE]
- Liu H, Li F., Liu L. (Chine)** - The effect of glucocorticoids on the gene expression of nutrient transporter in different rabbit intestinal segments [EFFET DES GLUCOCORTICOÏDES SUR L'EXPRESSION GENIQUE DU TRANSPORTEUR DE NUTRIMENTS DANS DIFFERENTS SEGMENTS INTESTINAUX DU LAPIN]
- Mattioli S., Cartoni Mancinelli A., Cotozzolo E., Mancini S. Castellini C., Dal Bosco A. (Italie)** - Comparison of an estimated index of fatty acid metabolism and liver D6-desaturase activity in rabbit [COMPARAISON D'UN INDEX ESTIME DU METABOLISME DES ACIDES GRAS ET DE L'ACTIVITE DE LA D6-DESATURASE HEPATIQUE CHEZ LE LAPIN]
- Moumen S., Daoudi-Zerouki N., Bouchareb C., Adjroud H., (Algérie)** - Serum biochemical profile of rabbit does of Algerian local population (Aures region) at different physiological stage [PROFIL BIOCHIMIQUE SERIQUE DE LAPINES DE LA POPULATION LOCALE ALGERIENNE (REGION DES AURES) A DIFFERENTS STADES PHYSIOLOGIQUES]
- Mussard Eloïse, Combes Sylvie, Helies Virginie, Aymard Patrick, Beaumont Martin (France)** - Development of a rabbit caecum organoid model: an innovative in vitro tool to study absorptive and barrier functions of epithelial cells [DEVELOPPEMENT D'UN MODELE ORGANOÏDE DE CAECUM DE LAPIN : UN OUTIL INNOVANT IN VITRO POUR ETUDIER LES FONCTIONS D'ABSORPTION ET DE BARRIERE DES CELLULES EPITHELIALES]
- Paës C., Gidenne T., Barilly C., Bébin K., Duperray J., Gohier C., Guené-Grand E., Rebours G., Aymard P., Beaumont M., Combes S. (France)** - Stimulation of early solid feed ingestion in the nest accelerates the maturation of the rabbits caecal microbiota [LA STIMULATION DE L'INGESTION PRECOCE D'ALIMENTS SOLIDES DANS LE NID ACCELERE LA MATURATION DU MICROBIOTE CAECAL DU LAPIN]
- Settar A., Khaldoun Oularbi H., Tarzaali D., Mekhaldi F. (Algérie)** - Ameliorative effect of vitamins A, E, D & C on ampligo a synthetic insecticide inducing toxicity on rabbit adrenal gland [EFFET AMELIORATEUR DES VITAMINES A, E, D & C SUR L'AMPLIGO UN INSECTICIDE SYNTHETIQUE INDUISANT UNE TOXICITE SUR LA GLANDE SURRENALE DU LAPIN]
- Silva S.R., Guedes C.M., Almeida, M., Mourão L.M., Pinheiro V. (Portugal)** - Prediction of rabbit body fat deposits from perirenal fat measurements obtained with real-time ultrasonography [PREDICTION DES DEPOTS DE GRAISSE CORPORELLE CHEZ LE LAPIN A PARTIR DE MESURES DE GRAISSE PERIRENALE OBTENUES PAR ECHOGRAPHIE EN TEMPS REEL]
- Song B., Zhao J.P., Ren Z.J. (Chine)** - The differences of caecal communities in rabbits and hares [LES DIFFERENCES DE COMMUNAUTES MICRIBIENNES CAECALES CHEZ LE LAPIN ET LE LIEVRE]
- Tlili Thiziri, Aroun Rabiha, Benamara Liza, Khaldoun-Oularbi Hassina, Daoudi Zerrouki Nacira (Algérie)** - Study of the histofunctional characteristics of the ovarian structures of rabbits of the synthetic strain in the state of pregnancy [ETUDE DES CARACTERISTIQUES HISTOFONCTIONNELLES DES STRUCTURES OVARIENNES DES LAPINES GESTANTES DE LA SOUCHE SYNTHETIQUE ALGERIENNE]
- Velasco-Galilea M., Piles M., Viñas M., Rafel O., Ramayo-Caldas Y., González-Rodríguez O., Guivernau M., Sánchez J.P., (Espagne)** - Prediction of growth and feed efficiency performances in growing rabbits from their gut microbiota [PREDICTION DES PERFORMANCES DE CROISSANCE ET D'EFFICACITE ALIMENTAIRE CHEZ LES LAPINS EN CROISSANCE A PARTIR DE LEUR MICROBIOTE INTESTINAL]
- Wang C., Wang P., Yang W., Liu Q., Li F., (Chine)** - Effect of deoxynivalenol on the expression and distribution of ERK and JNK in liver and kidney of weaned rabbits, by immunohistochemistry method [EFFET DU DEOXYNIVALENOL, UNE MYCOTOXINE, SUR L'EXPRESSION ET LA DISTRIBUTION DES ENZYMES ERK ET JNK DANS LE FOIE ET LES REINS DE LAPINS SEVRES, AVEC UNE METHODE D'IMMUNOHISTOCHEMIE]
- Zhang Bin, Shen Lei, Liu Lei, Li Fuchang (Chine)** - Effects of different iodine contents in diets on growth and development of growing rex rabbits [EFFETS DE DIFFERENTES TENEURS EN IODE DANS LES REGIMES ALIMENTAIRES SUR LA CROISSANCE ET LE DEVELOPPEMENT DES LAPINS REX EN CROISSANCE]
- Zhang Xiangyu, Li Congyan, Kuang Liangde, Zhen Jie, Zhang Cuixia, Yang Chao, Ren Yongjun, Guo Zhiqiang, Yang Rui, Tang Li, Ji Yang, Lei Min, Mei Xiuli, Huang Dengpin, Xie Xiaohong (Chine)** - Solexa sequencing and bioinformatics analysis on micro-RNA from the rabbit muscle [SEQUENÇAGE SOLEXA ET ANALYSE BIOINFORMATIQUE SUR MICRO-ARN DU MUSCLE DE LAPIN]
- Zubiri-Gaitán A., Martínez-Álvaro M., Ccalta R., Satué K., Blasco A., Hernández, P. (Espagne)** - Correlated response to selection for intramuscular fat on the liver fat and its fatty acid profile [REPOSSE CORRELEE A LA SELECTION POUR LES LIPDES INTRAMUSCULAIRES SUR LES LIPIDES DU FOIE ET LEUR PROFIL EN ACIDES GRAS]

- García M.L., Gunia M., Argente M.J. (Espagne)**- Genetic factors of functional traits [FACTEURS GENETIQUES DES CARACTERES FONCTIONNELS]
- Agea I., Muelas R., García M.L., Hernández P., Santacreu M.A., Armero E., Blasco A., Argente M.J. (Espagne)** - Correlated response in plasma fatty acids profile in rabbits selected for environmental sensitivity [REONSE CORRELEE DANS LE PROFIL DES ACIDES GRAS PLASMATIQUES CHEZ LES LAPINS SELECTIONNES POUR LEUR SENSIBILITE ENVIRONNEMENTALE]
- Casto-Rebollo C., Argente M.J., Garcia M.L., Blasco A., Ibáñez-Escriche N. (Espagne)** - Immunological genes selected for environmental variance could control the animal resilience. [DES GENES CONTROLANT L'IMMUNOLOGIE SELECTIONNES POUR LA VARIABILITE ENVIRONNEMENTALE POURRAIENT CONTROLER LA RESILIENCE DES ANIMAUX]
- Demars J., Labrune Y., Iannuccelli N., Aymard P., Benitez F., Leroux S., Gilbert H., Riquet J. (France)** - Deciphering the molecular architecture of the coat colour variability in a European rabbit population. [DECRYPTAGE DE L'ARCHITECTURE MOLECULAIRE DE LA VARIABILITE DE LA COULEUR DU PELAGE DANS UNE POPULATION DE LAPINS EUROPEENS]
- Eiben Cs., Mészáros M., Gulyás B., Végi B., Drobnýák Á., Barna J., Molnár T.I Szalay I.T., Liptói K. (Hongrie)** - Conservation and performance of the native Hungarian Giant rabbit breed [CONSERVATION ET PERFORMANCES DE LA RACE INDIGENE DE LAPIN GEANT HONGROIS]
- Garreau H., Labrune Y., Chapuis H., Ruesche J., Riquet J., Demars J., Benitez F., Richard F., Drouilhet L., Zemb O., Gilbert H. (France)** Genome wide association study of growth and feed efficiency traits in rabbits. [ÉTUDE GENOMIQUE A UNE LARGE ECHELLE DE L'ASSOCIATION ENTRE DES CARACTERES DE CROISSANCE ET D'EFFICACITE ALIMENTAIRE CHEZ LE LAPIN]
- Girardie O., Robert R., Maupin M., Hurtaud J., Joly T., Ruesche J., David I., Garreau H., Canario L. (France)** - Genetic trends in doe and kit behaviour and performances assessed with comparison of old and modern-type lines in a crossfostering design [TENDANCES GENETIQUES DU COMPORTEMENT ET DES PERFORMANCES DES LAPINES ET DES LAPERAUX EVALUEES PAR COMPARAISON ENTRE DES LIGNEES DE TYPE ANCIEN ET MODERNE DANS UN PLAN DE CROISEMENT]
- Gunia M., Lantier F., Bed'hom B., Guillon E., Helies V., Helloin E., Herbert C., Maupin M., Riou M., Robert R., Shrestha M., Garreau H. (France)** - Pasteurella multocida experimental infection 2): Genetic parameters [INFECTION EXPERIMENTALE AVEC PASTEURILLA MULTOCIA 2) PARAMETRES GENETIQUES]
- Herbert C., Yviquel J., Flatres-Grall L., Pong-Wong R., Lenoir G. (France)** - Optimal contribution selection in C line Hycole: prospect for genetic gain [CONTRIBUTION OPTIMALE A LA SELECTION DE LA LIGNEE C HYCOLE : PERSPECTIVE DE GAIN GENETIQUE]
- Iannuccelli N., Cabau C., Sarry J., Bouchez O., Billon Y., Riquet J., Allain D., Demars J. (France)** - Heterologous hybridization using the human exome - A molecular tool to target and identify major genes. [HYBRIDATION HETEROLOGUE UTILISANT L'EXOME HUMAIN - UN OUTIL MOLECULAIRE POUR CIBLER ET IDENTIFIER LES GENES MAJEURS]
- Kasza R., Matics Zs., Gerencsér Zs., Szendrő Zs., Nagy I., Csóka Á., Donkó. T. (Hongrie)** - Connection between the computed tomography (CT) estimated total body fat content of rabbits at 10 weeks of age and before the first insemination. [LIEN ENTRE LA TENEUR EN GRAISSE CORPORELLE TOTALE ESTIMEE PAR TOMODENSITOMETRIE (TDM) DES LAPINS A L'AGE DE 10 SEMAINES ET AVANT LA PREMIERE INSEMINATION]
- Laghouaouta H., Sosa-Madrid B.S., Zubiri-Gaitán A., Blasco A., Hernández P. (Espagne)** - Genome-wide association study for fatty acid composition in rabbits. [LARGE ETUDE D'ASSOCIATION GENOMIQUE POUR LA COMPOSITION EN ACIDES GRAS CHEZ LE LAPIN].
- Machado L. C., Faria C. G. S., Zeferino C. P., Castilha L. D., Silveira J. M. M., Silva V. G. P., Pereira D. L. (Brésil)** - Productive performance and mortality in growing rabbits from different genotypes [PERFORMANCES PRODUCTIVES ET MORTALITE CHEZ LES LAPINS EN CROISSANCE DE DIFFERENTS GENOTYPES]
- Nagy I., Farkas J., Atkári T., Kövér Gy. (Hongrie)** - Estimating lethal equivalent of the Pannon White rabbit population applying generalised linear mixed models [ESTIMATION DE L'EQUIVALENT LETAL DE LA POPULATION DE LAPINS PANNON WHITE EN APPLIQUANT DES MODELES MIXTES LINEAIRES GENERALISES]
- Oseni, S.O., Bashiru, H.A., Atumah C. (Nigeria)** - On-farm phenotypic characterization of heterogeneous rabbits for fertility and reproductive performance in south-western Nigeria. [CARACTERISATION PHENOTYPIQUE A LA FERME DE LAPINS HETEROGENES POUR LA FERTILITE ET LES PERFORMANCES DE REPRODUCTION DANS LE SUD-OUEST DU NIGERIA]
- Piles M., Sánchez J. P., Pascual M., Rodríguez-Ramilo S. T. (Espagne)** - Inbreeding depression on growth and prolificacy traits [DEPRESSION LIEE A LA CONSANGUINITE SUR LES CARACTERES DE CROISSANCE ET DE PROLIFICITE]
- Piles M., Tusell I., Velasco-Galilea M., Ballester M., Sánchez J.P. (Espagne)** - A comparative study of support vector machine and GBLUP to predict average daily gain from single nucleotide polymorphisms. [UNE ETUDE COMPARATIVE DE LA MACHINE A SUPPORT VECTORIEL ET DU GBLUP POUR PREDIRE LE GAIN MOYEN QUOTIDIEN A PARTIR DES POLYMORPHISMES D'UN SEUL NUCLEOTIDE.]

- Piles M., Tusell L., Velasco-Galilea M., Helies V., Drouilhet L., Zemb O., Sánchez J.P., Garreau H. (Espagne)** - Machine learning algorithms for the prediction of feed efficiency based on caecal microbiota. [ALGORITHMES D'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE POUR LA PREDICTION DE L'EFFICACITE ALIMENTAIRE BASEE SUR LE MICROBIOTE CAECAL.]
- Savietto D., Debrusse A.M., Bonnemère J.M., Labatut D., Aymard P., Fortun-Lamothe L., Gunia M. (France)** - Characterization of the French rabbit breed Fauve-de-Bourgogne in an intensive system [CARACTERISATION DE LA RACE DE LAPIN FRANÇAIS FAUVE-DE-BOURGOGNE EN SYSTEME INTENSIF]
- Utzeri V.J., Ribani A., Fontanesi L. (Italie)** - Variability in the tyrosinase (TYR) gene (the albino locus) in domestic and wild rabbits [VARIABILITE DU GENE DE LA TYROSINASE (TYR) (LE LOCUS ALBINOS) CHEZ LE LAPIN DOMESTIQUE ET LE LAPIN DE GARENNE]
- Zhang Kai, Fu Xiangchao, Liu Ning, Wen Bin, Xu Changwen, Du Dan, Yu Zhiju, Jian Wensu, Wang Ping, Guo Xiaolin, Wang Lihuan, Liu Hanzhong (Chine)** - Rex rabbit illumina sequencing and bioinformatics analysis on miRNA in testes. [SUR DES LAPINS REX, SEQUENÇAGE ILLUMINA ET ANALYSE BIOINFORMATIQUE DES MIARN DANS LES TESTICULES]
- Zubiri-Guitán A., Martínez-Álvaro, M., Hernández P., Blasco A. (Espagne)** - Correlated response to selection for intramuscular fat on the gut metagenomic profile [REPOSE CORRELEE A LA SELECTION POUR LE GRAS INTRAMUSCULAIRE SUR LE PROFIL METAGENOMIQUE INTESTINAL]

## Session ÉTHOLOGIE ET BIEN-ÊTRE

- Rödel H.G. (France)** - Aspects of social behavior and reproduction in the wild rabbit – implications for rabbit breeding ? [ASPECTS DU COMPORTEMENT SOCIAL ET DE LA REPRODUCTION CHEZ LE LAPIN DE GARENNE – IMPLICATIONS POUR L'ELEVAGE DU LAPIN DOMESTIQUE ?]
- De Greef K.H., Rommers J.M. (Pays-Bas)** - The Dutch route to improve commercial rabbit welfare – rather collectively than by law enforcement [LA VOIE NEERLANDAISE POUR AMELIORER LE BIEN-ETRE DES LAPINS COMMERCIAUX - PLUTOT COLLECTIVEMENT QUE PAR LE RENFORCEMENT DE LA LOI]
- Dutra D., Villegas-Cayllahua E., Ferrari F., Costa M., Rein A., Silva A., Moraes P., Borba H. (Brésil)** - Cage floor enrichment contributes to physical and thermal comfort of fattening rabbits [L'ENRICHISSEMENT DU FOND DE CAGE CONTRIBUE AU CONFORT PHYSIQUE ET THERMIQUE DES LAPINS A L'ENGRASSEMENT]
- Fetiveau M., Savietto D., Warin L., Pujol S., Gidenne T., Huang Y., Fortun-Lamothe L. (France)** - Outdoor access for growing rabbits: effect of stocking rate on behaviour and performance [ACCES EXTERIEUR POUR LAPINS EN CROISSANCE : EFFET DU TAUX DE CHARGE SUR LE COMPORTEMENT ET LES PERFORMANCES]
- Fortun-Lamothe L., Breda J., Savietto D., Aymard P., Combes S., Gidenne T., Warin L., Huang Y. (France)** - Space use and exploratory behaviour in growing rabbit housed in large partitioned pens [UTILISATION DE L'ESPACE ET COMPORTEMENT EXPLORATOIRE CHEZ LE LAPIN EN CROISSANCE LOGE DANS DE GRANDS ENCLOS CLOISONNES]
- Gerencsér Zs., Farkas T.P., Nagy I., Odermatt M., Radnai I., Kasza R., Matics Zs., Szendrő Zs. (Hongrie)** - Location preference of rabbit does in a pen system combining group and individual housing [PREFERENCE D'EMPLACEMENT DES LAPINES DANS UN SYSTEME D'ENCLOS COMBINANT LOGEMENT COLLECTIF ET LOGEMENT INDIVIDUEL]
- Guené-Grand E., Davoust C., Launay C. (France)** - A new alternative outdoor housing method (Wellap®) for fattening rabbits: first results [UNE NOUVELLE METHODE ALTERNATIVE D'ELEVAGE EN EXTERIEUR (WELLAP®) POUR LES LAPINS A L'ENGRASSEMENT : PREMIERS RESULTATS]
- Guené-Grand E., Davoust C., Launay C. (France)** - A new alternative outdoor housing method (Wellap®) for fattening rabbits: behavior and space use [UNE NOUVELLE METHODE ALTERNATIVE DE LOGEMENT EXTERIEUR (WELLAP®) POUR LES LAPINS A L'ENGRASSEMENT : COMPORTEMENT ET UTILISATION DE L'ESPACE]
- Huang Y., Breda J., Savietto D., Debrusse A., Combes S., Gidenne T., Warin L., Fortun-Lamothe L. (France)** - Part-time grouping of rabbit does in enriched housing: effects on spatial position, performance and lesions [REGROUPEMENT A TEMPS PARTIEL DES LAPINES EN LOGEMENT ENRICHI : EFFETS SUR LEUR POSITION SPATIALE, LES PERFORMANCES ET LES LESIONS]
- Huang Y., Breda J., Savietto D., Labatut D., Pujol S., Combes S., Gidenne T., Warin L., Fortun-Lamothe L. (France)** - Effect of housing and enrichment on behaviour and performance of growing and reproducing rabbits [EFFET DU TYPE DE LOGEMENT ET DE L'ENRICHISSEMENT SUR LE COMPORTEMENT ET LES PERFORMANCES DES LAPINS EN CROISSANCE ET EN REPRODUCTION]
- Laclef E., Savietto D., Warin L., Huang Y., Bonnemère J.M., Combes S., Gidenne T., Fortun-Lamothe L. (France)** - Part-time group housing of familiar rabbit does in large partitioned space: effects on performance and behaviour. [HEBERGEMENT EN GROUPE A TEMPS PARTIEL DE LAPINES DE CONNAISSANT DANS UN GRAND ESPACE CLOISONNE : EFFETS SUR LES PERFORMANCES ET LE COMPORTEMENT.]
- Pasqualin D., Zomeño C. Santagiuliana M., Dalla Costa A., Trocino A., Lavazza A., Dorigo F., Bonfanti L., Birolo M., Xiccato G., Menegon F., Di Martino G. (Italie)** - A protocol for measuring health and welfare of reproducing does and

litters in rabbit farms [UN PROTOCOLE DE MESURE DE LA SANTE ET DU BIEN-ETRE DES REPRODUCTRICES ET DES PORTEES DANS LES ELEVAGES DE LAPINS.]

**Ramón-Moragues A., Martínez-Paredes E., Villagrà A. (Espagne)** - Differences in milk production and lactation-related behaviours in breeding does housed in individual enriched cages and part-time systems. [DIFFERENCES DANS LA PRODUCTION LAITIÈRE ET LES COMPORTEMENTS LIÉS À LA LACTATION CHEZ LES LAPINES REPRODUCTRICES LOGÉES DANS DES CAGES INDIVIDUELLES ENRICHIES OU PENDANT UN TEMPS PARTIEL DANS DES CAGES COLLECTIVES]

**Rommers J., de Greef K. (Pays-Bas)** - Are plastic mats effective for diminishing footpad lesions of rabbit does? – survey after 10 years in The Netherlands. [LES SOLS EN PLASTIQUE SONT-ILS EFFICACES POUR DIMINUER LES MAUX DE PATTES CHEZ LES LAPINS? – ENQUÊTE APRES 10 ANS D'UTILISATION AUX PAYS-BAS]

**Trocino A., Zomeño C., Birolo M., Pirrone F., Xiccato G. (Italie)** - Effect of grouping time and group stability on behavior and aggression among rabbit does in a part-time housing system. [EFFET DU TEMPS DE REGROUPEMENT ET DE LA STABILITÉ DU GROUPE SUR LE COMPORTEMENT ET L'AGRESSIVITÉ CHEZ LES LAPINES DANS UN SYSTÈME DE LOGEMENT À TEMPS PARTIEL.]

**Van Damme L., Delezie E., Tuytens F. A. M., Maertens L. (Belgique)** - Advances in part-time group housing systems for does: an overview of reproductive performances [AVANCÉES DANS LES SYSTÈMES D'HEBERGEMENT COLLECTIF À TEMPS PARTIEL POUR LES LAPINES : UN APERÇU DES PERFORMANCES DE REPRODUCTION]

**Villegas-Cayllahua E., Dutra D., Cavalcanti E., Fidelis H., Montanhim G., Silva A., Moraes P., Borba H. (Brésil)** - Assessment of stress during handling of commercial rabbits. [ÉVALUATION DU STRESS LORS DE LA MANIPULATION DES LAPINS COMMERCIAUX]

**Warin L., Mika A., Souchet C., Bouvarel I. (France)** - Feasibility and repeatability of the EBENE® welfare assessment measures for rabbits. [FAISABILITÉ ET RÉPÉTIBILITÉ DES MESURES D'ÉVALUATION DU BIEN-ÊTRE EBENE® POUR LES LAPINS.]

## Session TECHNIQUES D'ÉLEVAGE ET ÉCONOMIE

**Wu L.P., Lukefahr S.D. (Chine)** - Rabbit meat trade of major countries: regional patterns and influencing factors [COMMERCE DE LA VIANDE DE LAPIN DANS LES PRINCIPAUX PAYS : PROFILS RÉGIONAUX ET FACTEURS L'INFLUENÇANT]

**Arnau-Bonachera A., Blas E., Cervera C., Ródenas L., Martínez-Paredes E., Pascual J.J. (Espagne)** - Towards a sustainable rabbit production system combining genetic type and weaning strategy [VERS UN SYSTÈME D'ÉLEVAGE DURABLE DE LAPINS ALLIANT TYPE GÉNÉTIQUE ET STRATÉGIE DE SEVRAGE]

**Birolo M., Trocino A., Zuffellato A., Xiccato G. (Italie)** - Performance, mortality and slaughter traits of group-housed rabbits submitted to different time-based feed restriction programs [PERFORMANCES, MORTALITÉ ET CARACTÉRISTIQUES D'ABATTAGE DES LAPINS HÉBERGÉS EN GROUPE SOUMIS À DIFFÉRENTS PROGRAMMES DE RESTRICTION ALIMENTAIRE CHRONOLOGIQUES]

**Gerencsér Zs., Kasza R., Radnai I., Matics Zs., Dalle Zotte A., Cullere M., Szendrő Zs. (Hongrie)** - Effects of hair shearing on production performance and carcass traits of growing rabbits in high ambient temperature. [EFFETS DE LA TONTE DES POILS SUR LES PERFORMANCES DE PRODUCTION ET LES CARACTÉRISTIQUES DE LA CARCASSE DE LAPINS EN CROISSANCE ENGRAISSÉ À TEMPÉRATURE AMBIANTE ÉLEVÉE.]

**Gidenne T. (France)** - Feed intake regulation strategies for the growing rabbit: a 2005-2015 retrospective on economic and environmental impact in France [STRATÉGIES DE RÉGULATION DE L'INGESTION ALIMENTAIRE CHEZ LE LAPIN EN CROISSANCE : UNE RÉTROSPECTIVE 2005-2015 SUR L'IMPACT ÉCONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL EN FRANCE]

**Goby J.P., Chevallier L., Gidenne T. (France)** - Organic rabbit pasturing: effect of grazing density on grass intake and growth of the rabbit [PÂTURAGE "BIO" CHEZ LE LAPIN : EFFET DE LA DENSITÉ AU PÂTURAGE SUR LA CONSOMMATION D'HERBE ET LA CROISSANCE DES LAPINS]

**Huang Y., Gigou M., Goby J.P., Roinsard A., Savietto D., Gidenne T. (France)** - Digital breeding and assisted management in organic rabbit farming: the first results [REPRODUCTION ET CONDUITE D'ÉLEVAGE ASSISTÉES PAR INFORMATIQUE EN ÉLEVÉ BIOLOGIQUE DE LAPINS : PREMIERS RÉSULTATS]

**Li D. Y., Wu L.P. (Chine)** - Analysis of the competitiveness of Chinese rabbit industry [ANALYSE DE LA COMPÉTITIVITÉ DE LA FILIÈRE CUNICOLE CHINOISE]

**Mouhous A., Guermah H., Djellal F., Kadi S. A. (Algérie)** - Sustainability and profitability of commercial rabbitries in Tizi-Ouzou, Algeria [DURABILITÉ ET RENTABILITÉ DES ÉLEVAGES COMMERCIAUX DANS LA RÉGION DE TIZI-OUZOU, ALGÉRIE]

**Nate J.A., Natividad E.D.C., Lavarias J.A., Gavino R.B., Castillo C.C. (Philippines)** - Optimization of biofeed plan and space requirement for rabbit (*Oryctolagus cuniculus* L.) [(OPTIMISATION DU PLAN D'ALIMENTATION BIOLOGIQUE ET DE L'ESPACE REQUIS POUR LE LAPIN (*ORYCTOLAGUS CUNICULUS* L.))]

**Pascual M., Martin E., Fabre C., Garreau H., Gilbert H., Piles M. Sánchez M., Sánchez J.P. (Espagne)** - Is feed restriction an alternative to the use of antibiotics in non controlled environment farms? [LA RESTRICTION ALIMENTAIRE EST-ELLE UNE ALTERNATIVE À L'UTILISATION D'ANTIBIOTIQUES DANS LES ÉLEVAGES EN ENVIRONNEMENT NON CONTRÔLÉ ?]

- Paul A., Johnson J., Lallo C. (Trinidad & Tobago)** - The effects of stocking rate on growth performance and welfare of the fattening rabbits when produced under humid tropical condition in Trinidad [LES EFFETS DU NOMBRE DE LAPINS PAR CAGES SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE ET LE BIEN-ETRE DES LAPINS EN ENGRAISSEMENT LORSQU'ILS SONT PRODUITS DANS DES CONDITIONS TROPICALES HUMIDES A TRINIDAD]
- Rebours G., Raffin J., Vastel P., Reys S. (France)** - Descriptive study of speed of fattening rabbit's daily feed intake in constant and progressive hourly feeding with two nutritional levels of feed [ETUDE DESCRIPTIVE DE LA VITESSE DE PRISE ALIMENTAIRE JOURNALIERE DE LAPINS EN ENGRAISSEMENT EN REGIME RESTREINT HORAIRE CONSTANT OU PROGRESSIF AVEC DEUX NIVEAUX DE CONCENTRATION NUTRITIONNELLE DE L'ALIMENT]
- Rebours G., Raffin J., Vastel P., Reys S. (France)** - Effect of a progressive hourly feeding and nutritional level of feed on performance and feed cost of fattening rabbits. [EFFET D'UNE ALIMENTATION RESTREINTE HORAIRE PROGRESSIVE ET DE LA CONCENTRATION NUTRITIONNELLE DE L'ALIMENT SUR LES PERFORMANCES ET LE COUT ALIMENTAIRE CHEZ DES LAPINS EN ENGRAISSEMENT]
- Saiz del Barrio A., Perea-Goya L., Martín-Chaves E., Alfonso-Carrillo C., Marco M., Fernández B., Terreros E., García-Ruiz A.I. (Espagne)** - Evolution of growth performance and weight uniformity of growing rabbits under feed restriction [EVOLUTION DES PERFORMANCES DE CROISSANCE ET DE L'HOMOGENEITE DE POIDS DES LAPINS EN CROISSANCE AVEC UNE RESTRICTION ALIMENTAIRE QUANTITATIVE INITIALE]
- Schwarz J., Schädler J., Albini S., Peter-Egli J., Schüpbach G., Wiederkehr D. (Suisse)** - Promoting rabbit health and welfare by collection and establishment of reliable health and performance data in the two major Swiss meat rabbit integrations [PROMOUVOIR LA SANTE ET LE BIEN-ETRE DES LAPINS PAR LA COLLECTE ET L'ETABLISSEMENT DE DONNEES FIABLES SUR LA SANTE ET LES PERFORMANCES DANS LES DEUX PRINCIPALES INTEGRATIONS SUISSES DE LAPINS DE CHAIR]
- Silva K.G., Sotomaior C.S. (Brésil)** - Housing conditions of growing rabbits in Brazil [CONDITIONS DE LOGEMENT DES LAPINS EN CROISSANCE AU BRESIL]
- Silva S.R., Guedes C.M., Almeida, M., Pinheiro V. (Portugal)** - Use of infrared thermography images to predict live weight of growing rabbits [UTILISATION DE L'IMAGERIE EN THERMOGRAPHIE INFRAROUGE POUR PREDIRE LE POIDS VIF DES LAPINS EN CROISSANCE]
- Zhang M. Y., Wu L. P. (Chine)** - Consumer demand for rabbit meat in urban China:2011-2018. [DEMANDE DES CONSOMMATEURS DE VIANDE DE LAPIN EN CHINE URBAINE : 2011-2018]
- Zhang Shunli, Zhu J.F. (Chine)** - Cost and benefit analysis of meat rabbit breeding based on 2018 national survey data of 13 provinces [of China]. [ANALYSE COUTS ET BENEFICES DE L'ELEVAGE DE LAPINS DE CHAIR BASEE SUR LES DONNEES DE L'ENQUETE NATIONALE 2018 DANS 13 PROVINCES CHINOISES].

## Session NUTRITION & ALIMENTATION

- Martínez-Paredes E., Nicodemus N., Pascual J.J., García J. (Espagne)** - Challenges in rabbit does feeding, including the young doe [ESSAIS RECENTS EN MATIERE D'ALIMENTATION DES LAPINES REPRODUCTRICES, Y COMPRIS CELLE DES JEUNES FEMELLES]
- Alves R., Ribeiro D.M., Martins C., Pinho M., Freire J.P.B., Falcão-e-Cunha L. (Portugal)** - Alternative feeds for the growing rabbit : carrot roots. Effect on performance and digestion [ALIMENTS ALTERNATIFS POUR LE LAPIN EN CROISSANCE : RACINES DE CAROTTE. EFFET SUR LES PERFORMANCES ET LA DIGESTION]
- Atkári T., Jós D., Gerencsér Zs., Nagy I. (Hongrie)** - Using a mixture of red clover and bird's-foot trefoil in diets for growing rabbits. [UTILISATION D'UN MELANGE DE TREFLE VIOLET ET DE LOTIER CORNICULE DANS L'ALIMENTATION DES LAPINS EN CROISSANCE]
- Boudour Khedidja, Daoudi-Zerrouki Nacira, Lankri Elhassen, Aichouni Ahmed (Algérie)** - Effect of incorporation of Malva sylvestris powder in rabbit diets on zootechnical and blood parameters [EFFET DE L'INCORPORATION DE POUDRE DE GRANDE MAUVE (MALVA SYLVESTRIS) DANS L'ALIMENTATION DES LAPINS, SUR LES PARAMETRES ZOOTECHNIQUES ET SANGUINS]
- Chen J., Wang J., Li F. (Chine)** - Effects of dietary iron levels on growth performance and iron metabolism-related genes expression in growing Rex rabbits [EFFETS DU NIVEAU DE FER ALIMENTAIRE SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE ET L'EXPRESSION DES GENES LIES AU METABOLISME DU FER CHEZ LES LAPINS REX EN CROISSANCE]
- Colin M., Prigent A.Y., Van Lissum M. (France)** - Effects of a fermented product of *Saccharomyces cerevisiae* on growth, health and mortality of rabbits at two different slaughtering ages. [EFFETS D'UN PRODUIT FERMENTE ISSUS DE *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* SUR LA CROISSANCE, LA SANTE ET LA MORTALITE DES LAPINS A DEUX AGES D'ABATTAGE DIFFERENTS.]
- Craveiro J.M.S., Madeira A.S., Nicolau J.T.S., Souza J.H.A., Ribeiro L.B., Castilha L.D. (Brésil)** - Performance and blood parameters of rabbits fed diets containing decreasing levels of alfalfa hay [PERFORMANCES ET PARAMETRES SANGUINS DE LAPINS NOURRIS AVEC DES REGIMES CONTENANT DES NIVEAUX DECREISSANTS DE FOIN DE LUZERNE]

- De Oliveira F., Rani Z. T., Stuart J., Gous R. M. (Afrique du Sud)** - Effect of non-conventional and pelleted feed on Californian rabbit growth performance in South Africa. [EFFET D'ALIMENTS NON CONVENTIONNELS FRAIS OU DE GRANULES SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE DU LAPIN CALIFORNIEN EN AFRIQUE DU SUD]
- Dorbane Z., Kadi S.A., Boudouma D., Bannelier C., Berchiche M., Gidenne T. (Algérie)** - Nutritive value of holm oak (*Quercus ilex*) acorn for growing rabbits. [VALEUR NUTRITIVE DES GLANDS DE CHENE VERT (*QUERCUS ILEX*) POUR LES LAPINS EN CROISSANCE.]
- Farias-Kovac C., Simbaña F., Reyes M., Ávila A.B., Carabaño R., Nicodemus N., García J. (Espagne)** -Effect of cellobiose supplementation in drinking water and feed restriction on apparent faecal digestibility and growth performance in rabbits [EFFET DE LA SUPPLEMENTATION EN CELLOBIOSE DANS L'EAU DE BOISSON ET DE LA RESTRICTION ALIMENTAIRE SUR LA DIGESTIBILITE APPARENTE FECALE ET LES PERFORMANCES DE CROISSANCE CHEZ LE LAPIN].
- Farias-Kovac C., Simbaña F., Reyes M., Avila A.B., Nicodemus N., Carabaño R., García J. (Espagne)** - Effect of cellobiose supplementation in drinking water and feed restriction on energy and nitrogen retention efficiency in growing rabbits [EFFET DE LA SUPPLEMENTATION EN CELLOBIOSE DANS L'EAU DE BOISSON ET DE LA RESTRICTION ALIMENTAIRE SUR L'EFFICACITE DE LA RETENTION D'ENERGIE ET D'AZOTE CHEZ LES LAPINS EN CROISSANCE].
- Farias-Kovac C., Simbaña F., Reyes M., Carabaño R., Nicodemus N., García J. (Espagne)** - Effect of cellobiose supplementation in drinking water and feed restriction on energy and nitrogen retention efficiency in growing rabbits [EFFET DE LA SUPPLEMENTATION EN XYLOOLIGOSACCHARIDES DANS L'EAU DE BOISSON ET DE LA RESTRICTION ALIMENTAIRE SUR LA DIGESTIBILITE FECALE, LES CARACTERES DE CROISSANCE ET L'EFFICACITE DE LA RETENTION D'ENERGIE ET D'AZOTE CHEZ LES LAPINS EN CROISSANCE].
- Gayard C., Bretaudeau A., Gombault P., Hoste H., Gidenne T. (France)** - Effects of dehydrated sainfoin in rabbit diet on the performance of does and growing rabbits [EFFETS DU SAINFOIN DESHYDRATE DANS L'ALIMENTATION DU LAPIN SUR LES PERFORMANCES DES LAPINES REPRODUCTRICES ET DES LAPINS EN CROISSANCE]
- Gohier C., Menini F.X., Bourdillon A. (France)** - Effect of a feed supplemented with Cunidigest® on fattening rabbit performances [EFFET D'UN ALIMENT SUPPLEMENTE EN CUNIDIGEST® SUR LES PERFORMANCES DES LAPINS EN ENGRAISSEMENT]
- Gonçalves C., Della Badia A., Martínez-Paredes E., Ródenas L., Blas E., Pascual J.J. (Espagne)** - Fitting digestible protein to digestible energy ratio in growing rabbits selected by growth rate. [AJUSTEMENT DU RAPPORT PROTEINES DIGESTIBLES / ENERGIE DIGESTIBLE CHEZ DES LAPINS EN CROISSANCE SELECTIONNES POUR LA VITESSE DE CROISSANCE].
- Guené-Grand E., Davoust C., Poisson A., Launay C. (France)** - Impact of the access time to the feeder before weaning on the growth performance of rabbits raised in litters of 11 kits by multiparous rabbit does. [IMPACT DE LA DUREE D'ACCES A LA MANGEOIRE AVANT SEVRAGE SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE DES LAPINES ELEVEES EN PORTEES DE 11 LAPERAUX PAR DES LAPINES MULTIPARES.]
- Guermah H., Maertens L (Algérie)** - Nutritive value of dehydrated chicory pulp for fattening rabbits. [VALEUR NUTRITIVE DE LA PULPE DE CHICOREE DESHYDRATEE POUR LAPINS D'ENGRAISSEMENT.]
- Harouz-Cherifi Z., Kadi S.A., Mouhous A., Bannelier C., Berchiche M., Gidenne T. (Algérie)** - Effect of increasing level of brewer's grain in diet of rabbits growth and carcass traits [EFFET DE L'AUGMENTATION DU NIVEAU DE DRECHE DE BRASSERIE DANS L'ALIMENTATION DES LAPINS SUR LA CROISSANCE ET LES CARACTERISTIQUES DE LA CARCASSE]
- Hernández M., Nouel-Borges G., Sánchez-Blanco R. (Venezuela)** - Inclusion of *Prosopis juliflora* pods preserved in sugar cane molasses and leucaena leaves in rabbits diets.[INCLUSION DE GOUSSES DE *PROSOPIS JULIFLORA* CONSERVEES DANS LA MELASSE DE CANNE A SUCRE ET DES FEUILLES DE *LEUCAENA* DANS L'ALIMENTATION DES LAPINS.]
- Kouadio Kouakou Serge, Yapi Yapo Magloire, Kimse Moussa, Alla Konan Jean Bédél, Sangare Sidiki, Gidenne Thierry, Wandan Eboua Narcisse (Cote d'Ivoire)** - Effects of sun-dried stylo hay (*Stylosanthes guianensis* cv ciat 184) on rabbits growth and slaughter performances. [EFFETS DU FOIN STYLO SECHE AU SOLEIL (*STYLOSANTHES GUIANENSIS* CV CIAT 184) SUR LA CROISSANCE ET LES PERFORMANCES D'ABATTAGE DES LAPINS]
- Lebas F. (France)** - Bentonite in rabbit feeding – a short review. [LA BENTONITE DANS L'ALIMENTATION DES LAPINS - UNE BRÈVE REVUE.]
- Liu Tingting, Cao Ningkun, Xia Xueru, Cui Jia, Chang Xingfa, Wei Yuchao, Sun Lei, Li Nan, Chen Baojiang (Chine)** - Effects of different starch sources on endogenous nitrogen and energy losses in meat and wool rabbits. [EFFETS DE DIFFERENTES SOURCES D'AMIDON SUR L'AZOTE ENDOGENE ET LES PERTES D'ENERGIE CHEZ LES LAPINS DE CHAIR ET ANGORA.]
- Malabous A., Robert D., Barotin.L., Prigent A.Y. Van Lissum M., Colin M. (France)** - Influence of metabolites derived from the fermentation of 2 strains of lactobacilli distributed only in maternity on the reproductive and the total performances of rabbits (maternity, growing fattening, slaughtering). [INFLUENCE DE METABOLITES ISSUS DE LA FERMENTATION DE 2 SOUCHES DE LACTOBACILLES DISTRIBUEES UNIQUEMENT EN MATERNITE SUR LES PERFORMANCES REPRODUCTIVES ET GLOBALES DES LAPINS (MATERNITE, CROISSANCE, FINITION, ABATTAGE).]
- Matics Zs., Szendrő Zs., Kasza R., Radnai I., Ács V., Dalle Zotte A., Cullere M., Singh Y., Gerencsér Zs. (Hongrie)** - Effect of silkworm (*Bombyx mori*) oil dietary inclusion on live performance and carcass traits of growing rabbits. [EFFET DE

L'INCLUSION ALIMENTAIRE D'HUILE DE VER A SOIE (BOMBYX MORI) SUR LES PERFORMANCES D'ENGRAISSEMENT ET LES CARACTERISTIQUES DE CARCASSE DE LAPINS EN CROISSANCE.]

- Menini F.X., Gohier C., Bourdillon A., Leroy G. (France)** - Effect of the monopropylene glycol addition in drinking water at different periods during maternity period on the performance of rabbit does and kits. [EFFET DE L'AJOUT DE MONOPROPYLENE GLYCOL DANS L'EAU DE BOISSON A DIFFERENTES MOMENTS AU COURS DE LA PERIODE DE MATERNITE, SUR LES PERFORMANCES DES LAPINES ET DES LAPEREUX]
- Nursita I.W., Cholis N. (Indonésie)** - The effect of complete feed substitution with kelor (*Moringa oleifera*) dried leaves on the physiological and production performance of male weaned crossed New Zealand White rabbits. [EFFET D'UNE SUBSTITUTION ALIMENTAIRE COMPLETE AVEC DES FEUILLES SECHEES DE "KELOR" (*MORINGA OLEIFERA*) SUR LES PERFORMANCES PHYSIOLOGIQUES ET DE PRODUCTION DE LAPINS MALES CROISES NEO-ZELANDAIS BLANCS APRES LE SEVRAGE]
- Oliveira T.C., Nicolau J.T.S., Souza J.H.A., Leite S.M., Ribeiro L.B., Castilha L.D.I. (Brésil)** - Effect of physical form of diet and feeder type on performance of growing rabbits. [EFFET DE LA FORME PHYSIQUE DE L'ALIMENT ET DU TYPE DE MANGEOIRE SUR LES PERFORMANCES DES LAPINS EN CROISSANCE]
- Paës C., Gidenne T., Bannelier C., Bébin K., Duperray J., Gohier C., Guené-Grand E., Rebours G., Aymard P., Combes S. (France)** - Suckling rabbit digestibility: effect of the age at introduction of a starter feed [DIGESTIBILITE CHEZ LE LAPEREUX ALLAITE : EFFET DE L'AGE A L'INTRODUCTION D'UN ALIMENT DE DEMARRAGE]
- Parra-Almao J., Nouel-Borges G., Sánchez-Blanco R. (Venezuela)** - Effects of sugar cane molasses, rice bran and *Leucaena leucocephala* leaves on digestibility and performance of growing rabbits. [EFFETS DE LA MELASSE DE CANNE A SUCRE, DU SON DE RIZ ET DES FEUILLES DE *LEUCAENA LEUCOCEPHALA* SUR LA DIGESTIBILITE ET LES PERFORMANCES DES LAPINS EN CROISSANCE.]
- Prado Y.M., Martínez-Paredes E., López-Luján M.C., Ródenas L., Blas E. (Espagne)** - Digestibility in lactating rabbit does and growing rabbit: a comparative study. [DIGESTIBILITE CHEZ LA LAPINE EN LACTATION ET LE LAPIN EN CROISSANCE : ETUDE COMPARATIVE.]
- Raffin J., Rebours G., Vastel P., Reys S. (France)** - Effect of the dietary ratio between digestible and indigestible fibres on the digestive health and performances of fattening rabbits [EFFET DU RAPPORT ALIMENTAIRE ENTRE FIBRES DIGESTIBLES ET NON DIGESTIBLES SUR LA SANTE DIGESTIVE ET LES PERFORMANCES DES LAPINS A L'ENGRAISSEMENT]
- Ribeiro D.M., Martins C., Pinho M., Freire J.P., Falcão-e-Cunha L. (Portugal)** - Effect of using carob pulp in growing rabbit diets on performance, digestibility, intestinal morphology and caecal parameters. [EFFET DE L'UTILISATION DE LA PULPE DE CAROUBE DANS L'ALIMENTATION DES LAPINS EN CROISSANCE SUR LES PERFORMANCES, LA DIGESTIBILITE, LA MORPHOLOGIE INTESTINALE ET LES PARAMETRES CAECAUX]
- Sangare S., Kimse M., Bléyééré M. N., Yapi J. N. (Côte d'Ivoire)** - Effect of spirulina (*Spirulina platensis*) on growth performance and rabbit health (*Oryctolagus cuniculus*). [EFFET DE LA SPIRULINE (*SPIRULINA PLATENSIS*) SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE ET LA SANTE DU LAPIN (*ORYCTOLAGUS CUNICULUS*).]
- Santinoni J.T., Miranda V.M.M.C., Angelo S.S., Souza J.H.A., Ribeiro L.B., Castilha L.D. (Brésil)** - Performance and organ weights of growing rabbits fed diets with extruded broken [common] beans at various levels. [PERFORMANCES ET POIDS DES ORGANES DE LAPINS EN CROISSANCE NOURRIS AVEC DIFFERENTS TAUX ALIMENTAIRES DE HARICOTS BRISES EXTRUDES]
- Singh Y., Cullere M., Gerencsér Zs., Matics Zs., Cappellozza S., Dalle Zotte A. (Italie)** - Effect of dietary replacement of sunflower oil with silkworm (*Bombyx mori* L.) oil on the total tract apparent digestibility and nutritive value in growing rabbits. [EFFET DU REMPLACEMENT ALIMENTAIRE DE L'HUILE DE TOURNESOL PAR DE L'HUILE DE VER A SOIE (*BOMBYX MORI* L.) SUR LA DIGESTIBILITE APPARENTE TOTALE ET LA VALEUR NUTRITIVE DE LA RATION CHEZ LES LAPINS EN CROISSANCE.]
- Xiccato G., Birolo M., Pascual Guzman Á., Bordignon F., Trocino A. (Italie)** - Effect of dietary supplementation with chestnut and grape pomace extracts on growth performance, nutrient digestibility and meat quality of rabbits. [EFFET D'UNE SUPPLEMENTATION ALIMENTAIRE EN EXTRAITS DE CHATAIGNE OU DE MARC DE RAISIN, SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE, LA DIGESTIBILITE DES NUTRIMENTS ET LA QUALITE DE LA VIANDE DES LAPINS]

## Session OUVERTE

- Adeoye, A.A., Udoh J.E. (Nigeria)** - Morphometric traits in American Standard Chinchilla rabbits. [CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DU LAPIN CHINCHILLA STANDARD AMERICAN]
- Amroun Thilali, Daoudi-Zerrouki Nacira, Martin Patrice, Miranda Guy, Charlier Madia. (Algérie)** - Impact of milk composition on neonatal mortality in two strains of rabbits, the white population and the synthetic strain in Algeria [IMPACT DE LA COMPOSITION DU LAIT SUR LA MORTALITE NEONATALE DANS DEUX SOUCHES DE LAPINS, LA POPULATION BLANCHE ET LA SOUCHE SYNTHETIQUE EN ALGERIE]
- Boucher S., Nicolier A, Tatone F., Sauvaget S. (France)** - Regarding a case of blue coloration on meat rabbit carcasses [A PROPOS D'UN CAS DE COLORATION BLEUE SUR DES CARCASSES DE LAPINS DE CHAIR]

- Boucher S., Carneiro M., Vieillard J. (France)** - The Alfort jumper rabbit: review of the scientific works conducted from 1935 to 2019. [LE LAPIN SAUTEUR D'ALFORT : BILAN DES TRAVAUX SCIENTIFIQUES MENES DE 1935 A 2019.]
- González-Redondo P., Finzi A. (Espagne)** - Efficiency of the rabbit underground cell keeping system in maintaining good thermal regime under cold weather conditions. [EFFICACITE DU SYSTEME D'ELEVAGE DU LAPIN EN CAGES SOUTERRAINES POUR LE MAINTIEN D'UN BON REGIME THERMIQUE PAR TEMPS FROID.]
- Lukefahr S.D., Oseni S.O. (USA)** - Vertical rabbit farming integrative systems for cities: models and opportunities – A bibliographic review. [SYSTEMES INTEGRATIFS D'ELEVAGE VERTICAL DE LAPINS POUR LES VILLES : MODELES ET OPPORTUNITES – UNE REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.]
- Oseni S. O., Lukefahr S. D. (Nigeria)** - Rabbit data for development (RD4D): concept, processes, outcomes. [DONNEES CUNICOLES POUR LE DEVELOPPEMENT (RD4D = DCPD) : CONCEPT, PROCESSUS, RESULTATS.]
- Oyedele O. J., Odeyinka S. M., Oyebanji . B. O. (Nigeria)** - The haematological and biochemical parameters of rabbits fed with Moringa oleifera Lam. based diets. [PARAMETRES HEMATOLOGIQUES ET BIOCHIMIQUES DE LAPINS NOURRIS AVEC DES REGIMES A BASE DE MORINGA OLEIFERA LAM]
- Quagliariello G., Lafalla L. (Argentine)** - Importance of the contribution of rabbit meat in the diet of families in vulnerable conditions, in departments of northeastern Mendoza, Argentina [IMPORTANCE DE LA CONTRIBUTION DE LA VIANDE DE LAPIN DANS L'ALIMENTATION DES FAMILLES EN SITUATION DE VULNERABILITE, DANS LES DEPARTEMENTS DU NORD-EST DE MENDOZA, ARGENTINE]
- Rotimi E. A. (Nigeria)** - Evaluation of body weight and morphometric traits of New Zealand rabbits breed raised under semi-arid condition in Nigeria. [DETERMINATION DU POIDS CORPOREL ET DES CARACTERES MORPHOLOGIQUES DE LAPINS NEO-ZELANDAIS ELEVES EN CONDITIONS SEMI-ARIDES AU NIGERIA]
- Sánchez J.P., Perucho O., Pascual M., Rafel O., Piles M. (Espagne)** - Electronic feeder to record individual feed intake on rabbits raised in collective cages. [MANGEOIRE ELECTRONIQUE POUR ENREGISTRER LA PRISE ALIMENTAIRE INDIVIDUELLE DES LAPINS ELEVES EN CAGES COLLECTIVES.]
- Sangare S., Kimse M., Bléyé M. N., Yapi J. N. (Côte d'Ivoire)** - Typology of rabbit farmers in the district of Abidjan and the regions of south Comoé and Mé [TYPOLOGIE DES ELEVEURS DE LAPINS DANS LE DISTRICT D'ABIDJAN ET LES REGIONS DU SUD COMOE ET ME EN COTE D'IVOIRE]
- Szendrő K., Szabó-Szentgróti E., Szigeti O. (Hongrie)** - Consumers' motivation for (not) choosing rabbit meat - A global view [MOTIVATION DES CONSOMMATEURS A CHOISIR (OU NE PAS CHOISIR) LA VIANDE DE LAPIN - UNE VISION GLOBALE]
- Youssef Y. M. K., Emam A.M, Abou Khadiga G. (Egypte)** - Rabbit breeding situation in Egypt- a case study. [SITUATION DE L'ELEVAGE DE LAPINS EN EGYPTE - UNE ETUDE DE CAS.]

## Session PATHOLOGIE ET HYGIÈNE

- Capucci Lorenzo, Cavadini Patrizia, Lavazza Antonio (Italie)** - Viral haemorrhagic disease: RHDV type 2, ten years later [MALADIE HEMORRAGIQUE VIRALE : VHD TYPE 2, DIX ANS PLUS TARD]
- Arts H.T., Arts B. (Pays-Bas)** - Lawsonia bacteria, an unknown pathogen, newly discovered as pathogen in rabbit farms. [LA BACTERIE LAWSONIA, UN AGENT PATHOGENE INCONNU, NOUVELLEMENT DECOUVERT COMME AGENT PATHOGENE DANS LES ELEVAGES DE LAPINS.]
- Arts H.T., Arts B., Rommers J. (Pays-Bas)** - Rabbit haemorrhagic disease virus type 2 (RHDV-2) in The Netherlands and Germany: clinical and epidemiological findings [VIRUS DE LA MALADIE HEMORRAGIQUE DU LAPIN DE TYPE 2 (RHDV-2) AUX PAYS-BAS ET EN ALLEMAGNE : OBSERVATIONS CLINIQUES ET EPIDEMIOLOGIQUES]
- Atkinson A., Espinosa-Ayala E., Hernández P.A., Le Roux J.F, Mendoza G.D., Pulido-Huertas S., Velázquez-Cruz A.L., Prigent A.Y., Colin M. (France)** - Effect of a polyherbal mixture of Saccharum officinarum and of Acacia concinna on the oocystal excretion, zootechnical performance and meat quality of growing rabbits. [EFFET D'UN MELANGE POLYHERBIQUE DE SACCHARUM OFFICINARUM ET D'ACACIA CONCINNA SUR L'EXCRETION OOCYSTALE, LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES ET LA QUALITE DE LA VIANDE DE LAPINS EN CROISSANCE.]
- Baratelli M., Molist-Badiola J., Puigredon-Fontanet A., Pascual M., Boix O., Mora-Igual F.X., Woodward M., Lavazza A., Capucci L. (Espagne)** - Characterization of the maternal derived antibody immunity against RHDV-2 after administration in breeding does of an inactivated vaccine. [CARACTERISATION [CHEZ LES LAPEREUX] DE L'IMMUNITE MATERNELLE DERIVEE DES ANTICORPS CONTRE LE RHDV-2 APRES ADMINISTRATION CHEZ DES REPRODUCTRICES D'UN VACCIN INACTIVE]
- Belloumi D., Argente M.J., García M.L., Blasco A., Santacreu M.A. (Espagne)** - Study of biomarkers of disease sensitivity in a robust and a standard maternal line. [ETUDE DE BIOMARQUEURS DE SENSIBILITE A LA MALADIE DANS UNE LIGNEE MATERNELLE ROBUSTE ET UNE LIGNEE STANDARD]

- Ben Chehida Faten, Ben Salem Ameni, Daboussi Imen, Sghaier Soufien, Kalthoum Sana, Attia-El Hili Hédia (Tunisie)** - Characterization of rabbit farms in Tunisia and retrospective epidemiological studies on RHDV-2 [CARACTERISATION DES ELEVAGES CUNICOLES EN TUNISIE ET ETUDES EPIDEMIOLOGIQUES RETROSPECTIVES SUR LA VHD TYPE 2]
- Bokreta S., Khaldoun H., Makhlof C., Daoudi-Zerrouki N. (Algérie)** - The possible alleviating effect of Thymus vulgaris essential oil against Voliam Targo® induced cardiotoxicity in rabbits of a local population (*Oryctolagus cuniculus*). [L'EFFET APAISANT POTENTIEL DE L'HUILE ESSENTIELLE DE THYM THYMUS VULGARIS CONTRE LA CARDIOTOXICITE INDUITE PAR VOLIAM TARGO® CHEZ LES LAPINS D'UNE POPULATION LOCALE (ORYCTOLAGUS CUNICULUS)].
- Cavadini P., Campisi G., Vismara A., Lavazza A., Capucci L. (Italy)** - Study of genetic evolution of RHDV-2 in Italy from 2011 to 2019 [ETUDE DE L'EVOLUTION GENETIQUE DU RHDV-2 EN ITALIE DE 2011 A 2019]
- Circella E., Camarda A., Schiavone A., Romito D., Schiavitto M., Casalino G., Belloli C. (Italie)** - Minimal inhibitory and mutant prevention concentrations of enrofloxacin for *Pasteurella multocida* from rabbits affected by pasteurellosis. [CONCENTRATIONS MINIMALES INHIBITRICES ET MUTANTES DE PREVENTION DE L'ENROFLOXACINE CONTRE PASTEURELLA MULTOCIDA CHEZ LES LAPINS ATTEINTS DE PASTEURELLOSE.]
- Cornaggia M., Palazzolo L., Di Castri A., Vascellari M., Tonon E., Viel L., Bano L. (Italie)** - Histological and immunohistochemical features of dysautonomia in commercial rabbits affected by intestinal disorders [CARACTERISTIQUES HISTOLOGIQUES ET IMMUNOHISTOCHIMIQUES DE LA DYSAUTONOMIE CHEZ LES LAPINS COMMERCIAUX ATTEINTS DE TROUBLES INTESTINAUX]
- Dakouri S.A., Kimsé M., Koné M.W., Touré A., Komoin O.C. (Côte d'Ivoire)** - Seasonal evolution of coccidial infection in domestic rabbits in Abidjan district [EVOLUTION SAISONNIERE DE L'INFECTION COCCIDIENNE CHEZ LES LAPINS DOMESTIQUES DU DISTRICT D'ABIDJAN, COTE D'IVOIRE]
- Dakouri S. A., Kimsé M., Koné M. W., Komoin O. C., Touré Alassane (Côte d'Ivoire)** - Effects of *Ficus exasperata*, *Azadirachta indica* and *Mangifera indica* leaves on oocyst excretion and on rabbit growth [EFFETS DES FEUILLES DE FICUS EXASPERATA, AZADIRACHTA INDICA ET MANGIFERA INDICA SUR L'EXCRETION DES OOCYSTES DE COCCIDIES ET SUR LA CROISSANCE DU LAPIN]
- Dakouri S. A., Kimsé M., Koné M. W., Touré Alassane, Yapi Y.M., Komoin O. C. (Côte d'Ivoire)** - Rabbits gastrointestinal and external parasites in Ivorian improved system [PARASITES GASTRO-INTESTINAUX ET EXTERNES DU LAPIN DANS LE SYSTEME AMELIORE IVOIRIEN]
- Di Castri A., Cornaggia M., Palazzolo L., Rizzardi A., Bottin S., Viel L., Foiani G., Vascellari M., Bano L. (Italie)** - Occurrence of tympanic bullae empyema in commercial rabbits. [FREQUENCE DE L'EMPYEME DES BULLES TYMPANQUES CHEZ LES LAPINS COMMERCIAUX.]
- Garreau H., Lantier F., Bed'hom B., Guitton E., Helies V., Helloin E., Herbert C., Maupin M., Robert R., Gunia M. (France)** - *Pasteurella multocida* experimental infection 3): relationship between resistance to diseases and production traits in rabbits raised in commercial farms. [INFECTION EXPERIMENTALE A PASTEURELLA MULTOCIDA 3) : RELATION ENTRE RESISTANCE AUX MALADIES ET CARACTERES DE PRODUCTION CHEZ DES LAPINS ELEVES DANS DES ELEVAGES COMMERCIAUX.]
- Guichard P., Bordas A., Moreac T., Chevance A., Blot J., Travel A., Hemonic A., Le Normand B., Liber M., Leorat J., Verdon J., Hurtaud-Pessel D., Orand J.P., Amar H., Maris P., Baduel L., Mompelat S. (France)** - Impact of disinfectant water treatment for pigs, poultry and rabbits on the stability of antibiotics [IMPACT DU TRAITEMENT DESINFECTANT DE L'EAU DE BOISSON DES PORCS, VOLAILLES ET LAPINS SUR LA STABILITE DES ANTIBIOTIQUES]
- Gunia M., Lantier F., Bed'hom B., Guitton E., Helies V., Helloin E., Herbert C., Maupin M., Riou M., Robert R., Garreau H. (France)** - *Pasteurella multocida* experimental infection 1): resistance and hematological response [INFECTION EXPERIMENTALE A PASTEURELLA MULTOCIDA 1) : RESISTANCE ET REPOSE HEMATOLOGIQUE]
- Hu Bo, Fan Zhiyu, Wei Houjun, Chen Mengmeng, Qiu Rulong, Song Yanhua, Zhu Weifeng, Xu Weizhong, Xue Jiabin, Wang Fang (Chine)** - Emergence of rabbit hemorrhagic disease virus RHDV-2 in China. [EMERGENCE DU VIRUS DE LA MALADIE HEMORRAGIQUE DU LAPIN RHDV-2 EN CHINE.]
- Huneau-Salaün A., Guillou-Cloarec C., Thomas R., Le Maître E., Lopez S., Nouvel L., Le Gall-Reculé G., Le Bouquin S. (France)** - Evaluation of cleaning and disinfection procedures in rabbit farms affected by rabbit haemorrhagic disease, in France. [ÉVALUATION DES PROCEDURES DE NETTOYAGE ET DE DESINFECTION DANS DES ELEVAGES DE LAPINS ATTEINTS DE MALADIE HEMORRAGIQUE DU LAPIN (VHD), EN FRANCE.]
- Legendre H., Goby J.P., Le Stum J., Hoste H., Cabaret J., Gidenne T. (France)** - Organic rabbit farming: should we be afraid of gastro-intestinal parasites? [ELEVAGE DE LAPINS BIO : FAUT-IL AVOIR PEUR DES PARASITES GASTRO-INTESTINAUX ?]
- Liu Y., Wei Q., Xiao C.W., Ji Q.A., Huang Y.E., Bao G L. (Chine)** - Immune efficacy of inactivated *Bordetella bronchiseptica* vaccine in rabbits. [EFFICACITE IMMUNITAIRE DU VACCIN INACTIVE CONTRE BORDETELLA BRONCHISEPTICA CHEZ LE LAPIN.]
- Makhlof C., Khaldoun-Oularbi H., Zerrouk N.H., Bokreta S., Oularbi Y., Tlili T., Aroun R., Daoudi-Zerrouki N. (Algérie)** - Beneficial effects of ascorbic acid against nephrotoxicity induced by ivermectin repeated highdose therapy in rabbits

(*Oryctolagus cuniculus*). [EFFETS BENEFIQUES DE L'ACIDE ASCORBIQUE CONTRE LA NEPHROTOXICITE INDUITE PAR LE TRAITEMENT REPETE A HAUTE DOSE D'IVERMECTINE CHEZ LE LAPIN (*ORYCTOLAGUS CUNICULUS*).]

- Montbrau C., Gascon S., Ruiz M.C. (Espagne)** - Efficacy of ERAVAC® against a heterologous challenge with a virulent RHDV-2 strain in the presence and/or absence of maternal derived antibodies [EFFICACITE DU VACCIN ERAVAC® DANS UNE EPREUVE HETEROLOGUE AVEC UNE SOUCHE VIRULENTE DE RHDV-2 EN PRESENCE ET/OU EN L'ABSENCE D'ANTICORPS D'ORIGINE MATERNELLE]
- Moreno-Grúa Elena, Pérez-Fuentes Sara, Muñoz-Silvestre Asunción, Viana David, Selva Laura, Pascual Juan J., Arnau-Bonachera Alberto, Corpa Juan M. (Espagne)** - Effect of selection for growth rate on macroscopic lesions after intradermal skin infections with *Staphylococcus aureus*. [EFFET DE LA SELECTION POUR LA VITESSE DE CROISSANCE, SUR LES LESIONS MACROSCOPIQUES APRES DES INFECTIONS CUTANEEES INTRADERMIQUES A *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*.]
- Patinha S., Pinheiro V., Soares A.S., Dias S., Fraga M.F., Matos M., Venâncio C.A., Coelho A.C. (Portugal)** - Occurrence of dermatophytes in captive wild rabbits without clinical signs [OCCURRENCE DES DERMATOPHYTES CHEZ LE LAPIN DE GARENNE EN CAPTIVITE SANS SIGNE CLINIQUE]
- Pellicciotti S., Accurso D., Lavazza A., Mula P., Bravaccini P., Dorigo F. (Italie)** - Evaluation of the persistence of antibiotics residues in drinking water distribution system after static and dynamic washing. [EVALUATION DE LA PERSISTANCE DES RESIDUS D'ANTIBIOTIQUES DANS LES RESEAUX DE DISTRIBUTION D'EAU DE BOISSON APRES LAVAGE STATIQUE ET DYNAMIQUE.]
- Rosell J.M., de la Fuente L.F. Badiola, J.I., Fernández de Luco, D., Casal, J. (Espagne)** - Rhinitis in does: prevalence and seasonal effect. [RHINITE CHEZ LES LAPINES : PREVALENCE ET EFFET SAISONNIER.]
- Sánchez-Matamoros A., Woodward M., Navas E., Boix O., Valls L (Espagne)** - Effect of vaccination on protection against RHDV-2 and viral load. [EFFET DE LA VACCINATION SUR LA PROTECTION CONTRE LE RHDV-2 ET LA CHARGE VIRALE.]
- Vastel P., Rebours G., Le Normand B., Chatellier S., Capucci L. (France)** - Concentration of antibodies and immunoglobulins in does and their offspring vaccinated against RHDV-2. [CONCENTRATION D'ANTICORPS ET D'IMMUNOGLOBULINES CHEZ LES LAPINES ET LEURS DESCENDANTS VACCINES CONTRE LE RHDV-2.]
- Vereecken Monita, Willems Jan, de Vries Selinde, De Gussem Koen (Belgique)** - Field study on the control of coccidiosis in rabbits housed in park systems [ETUDE DE TERRAIN SUR LE CONTROLE DE LA COCCIDIOSE CHEZ LES LAPINS HEBERGES DANS DES SYSTEMES DE PARCS]
- Wei Qiang, Xiao Chen-Wen, Huang Ye-e, Li Ke, Ji Quan-An, Liu Yan, Bao Guo-Lian (Chine)** - Establishment of infection model of pathogenic *Escherichia coli* in rabbits by oral administration. [ETABLISSEMENT D'UN MODELE D'INFECTION AVEC UN *ESCHERICHIA COLI* PATHOGENE CHEZ LE LAPIN, PAR ADMINISTRATION ORALE.]
- Wei Qiang, Qian Wei, Xiao Chenwen, Liu Yan, Ji Quan'an, Huang Ye'e, Li Ke, Bao Guolian (Chine)** - Establishment of pathogenesis model of *Bordetella bronchiseptica* in rabbits. [ETABLISSEMENT D'UN MODELE DE PATHOGENESE AVEC *BORDETELLA BRONCHISEPTICA* CHEZ LE LAPIN.]
- Woląciewicz M., Hryniewicz R., Niedźwiedzka-Rystwej P. (Pologne)** - Preliminary studies on defensins expression in liver of rabbits experimentally infected with Lagovirus europeus [RHDV] GI.1 and GI.1a. [ETUDES PRELIMINAIRES SUR L'EXPRESSION DES DEFENSINES DANS LE FOIE DE LAPINS INFECTES EXPERIMENTALEMENT PAR LAGOVIRUS EUROPEUS [RHDV] GI.1 ET GI.1A.]

## Session QUALITÉ DES PRODUITS

- Leroy F., Petracci M. (Belgique)** - Rabbit meat: a valuable source of nutrition or too-cute-to-eat? [LA VIANDE DE LAPIN : UNE SOURCE PRECIEUSE DE NOURRITURE OU UN ANIMAL TROP MIGNON POUR ETRE MANGE ?]
- Almeida M., Silva S., Garcia-Santos S., Guedes C.M., Ferreira L.M., Dominguez R., Trindade H., Lorenzo J.M., Pinheiro V. (Portugal)** - Effect of total replacement of soybean meal by lupine seeds (*L. albus* and *L. luteus*) on carcass characteristics and meat fatty acids composition of growing rabbits. [EFFET DU REMPLACEMENT TOTAL DU TOURTEAU DE SOJA PAR DES GRAINES DE LUPIN (*L. ALBUS* ET *L. LUTEUS*) SUR LES CARACTERISTIQUES DE LA CARCASSE ET LA COMPOSITION EN ACIDES GRAS DE LA VIANDE DE LAPINS EN CROISSANCE]
- Bouzaida M.D.E., Resconi V.C., Romero J.V., Gimeno D., Olleta J.L., Miranda-de la Lama G.C., Asenjo B., María G.A. (Espagne)** - Can the inclusion of pomegranate pomace in rabbits diets improve the fatty acid profile of their meat? [L'INCLUSION DE PULPE DE GRENADE DANS L'ALIMENTATION DES LAPINS PEUT-ELLE AMELIORER LE PROFIL EN ACIDES GRAS DE LEUR VIANDE ?]
- Colin M., Lebas F., Delarue J., Caillaud L., Van Lissum M., Prigent A.Y. (France)** - Meat from rabbits fed vegetable DHA can be an important part of a DHA-oriented human diet. [LA VIANDE DE LAPINS NOURRIS AVEC DU DHA VEGETAL PEUT ETRE UNE PARTIE IMPORTANTE D'UN REGIME ALIMENTAIRE HUMAIN AXE SUR LE DHA.]

- Cullere M., Szendrő Zs., Kasza R., Gerencsér, Zs., Dalle Zotte A. (Italie)** - Impact of heat stress on the meat quality of rabbits divergently selected for total body fat content. [IMPACT DU STRESS THERMIQUE SUR LA QUALITE DE LA VIANDE DE LAPINS SELECTIONNES DE MANIERE DIVERGENTE POUR LA TENEUR EN GRAS CORPOREL TOTAL.]
- Dalle Zotte A., Szendrő Zs., Kasza R., Matics Zs., Cullere M. (Italie)** - Rabbit divergent selection for total body fat content: effect on proximate composition and fatty acid profile of meat. [SELECTION DIVERGENTE CHEZ LE LAPIN POUR LA TENEUR EN GRAS CORPOREL TOTAL : EFFET SUR LA COMPOSITION CHIMIQUE ET LE PROFIL EN ACIDES GRAS DE LA VIANDE.]
- Laghouaouta H., Zubiri-Gaitán A., Sosa-Madrid B.S., Blasco A., Hernández P. (Espagne)** - Changes in fatty acid composition due to selection for intramuscular fat. [MODIFICATIONS DE LA COMPOSITION EN ACIDES GRAS DE LA VIANDE EN REPONSE A LA SELECTION POUR LA TENEUR EN GRAS INTRAMUSCULAIRE]
- Lebas F., Colin M., Delarue J., Caillaud L., Van Lissum M., Prigent A.Y. (France)** - Rabbit is particularly interesting to deposit DHA in its meat, without effects on meat's organoleptic quality – a review [LE LAPIN EST PARTICULIEREMENT INTERESSANT POUR DEPOSER DU DHA DANS SA VIANDE, SANS EFFETS SUR LA QUALITE ORGANOLEPTIQUE DE LA VIANDE – UNE REVUE]
- Luis-Chincoya H., Herrera-Haro J. G., Pró-Martínez A., Santacruz-Varela A., Jerez-Salas M. P. (Mexique)** - The effect of dietary supplementation zinc source and level on growing performance, mineral deposition and meat quality. [EFFET DE LA SOURCE ET DU NIVEAU DE ZINC DE LA SUPPLEMENTATION ALIMENTAIRE SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE, LES DEPOTS MINERAUX ET LA QUALITE DE LA VIANDE (DE LAPIN)].
- Mancini S., Mattioli S., Dal Bosco A., Paci G. (Italie)** - Effects of garlic powder and salt as ingredients in rabbit meat burgers [EFFETS DE L'AIL EN POUDRE ET DU SEL COMME INGREDIENTS DANS LES HAMBURGERS DE VIANDE DE LAPIN]
- María Gustavo A., Resconi Virginia, Bouzaida Mohamed, Fernández-Bautista Michel, Olleta José L., Asenjo Begoña, Vieira Romero Jakeline, Miranda-de la Lama Genaro (Espagne)** - Use of non-medicated feed with the addition of pomegranate by-products in commercial rabbit fattening. [UTILISATION D'ALIMENTS NON MEDICAMENTEUX AVEC AJOUT DE SOUS-PRODUITS DE GRENADE DANS L'ENGRAISSEMENT COMMERCIAL DE LAPINS.]
- Matics Zs., Szendrő Zs., Dalle Zotte A., Cullere M., Radnai I., Kasza R., Gerencsér Zs. (Hongrie)** - Production performance and carcass traits of three rabbit breeds reared at different temperatures. [PERFORMANCES DE PRODUCTION ET CARACTERISTIQUES DES CARCASSES DE TROIS RACES DE LAPINS ELEVEES A DES TEMPERATURES DIFFERENTES.]
- Ribeiro J., Andrade E., Monteiro D., Pinheiro V. (Portugal)** - Effect of a feed restriction and gender on the performance and characteristics of the rabbit carcass in the fattening period. [EFFET D'UNE RESTRICTION ALIMENTAIRE ET DU SEXE SUR LES PERFORMANCES ET LES CARACTERISTIQUES DE LA CARCASSE DE LAPINS EN PERIODE D'ENGRAISSEMENT.]
- Soglia F., Baldi G., Petracci M. (Italie)** - Relationship between protein and lipid oxidation in rabbit hind leg meat. [RELATIONS ENTRE L'OXYDATION DES PROTEINES ET DES LIPIDES DANS LA VIANDE DE PATTE ARRIERE DE LAPIN.]

## Session REPRODUCTION

- Mattioli S., Maranesi M., Castellini C., Dal Bosco A., Arias-Alvarez M., Lorenzo P.L., Rebollar P.G., Garcia-Garcia R.M. (Italie)** - Physiology and modulation factors of ovulation in rabbit reproduction management [PHYSIOLOGIE ET FACTEURS DE MODULATION DE L'OVULATION DANS LA GESTION DE LA REPRODUCTION CHEZ LA LAPINE]
- Anoh K. U. (Nigeria)** - The influence of organic and synthetic antioxidant on the reproductive performance of heat stressed rabbit under tropical condition of Nigeria. [INFLUENCE D'ANTIOXYDANTS ORGANIQUE OU SYNTHETIQUES SUR LES PERFORMANCES DE REPRODUCTION CHEZ LE LAPIN STRESSE PAR LA CHALEUR DANS LES CONDITIONS TROPICALES DU NIGERIA.]
- Cherfaoui-Yami D., Berchiche M., Lebas F. (Algérie)** - Influence of male on reproductive performance of Algerian local population rabbit. [INFLUENCE DU MALE SUR LES PERFORMANCES DE REPRODUCTION DES LAPINS DE LA POPULATION LOCALE ALGERIENNE.]
- Eiben Cs., Sándor M., Sándor F., Mohaupt M., Kustos K. (Hongrie)** - Effect of short fast-refeeding and light program on rabbit doe reproduction. [EFFET D'UN PROGRAMME COURT DE REALIMENTATION ET D'ECLAIRAGE, SUR LA REPRODUCTION DES LAPINES.]
- García M.L., Peiró R., Agea I., Argente M.J. (Espagne)** - Study of body condition, energy mobilization and leptin profile in reproductive females. [ÉTUDE DE L'ETAT CORPOREL, DE LA MOBILISATION ENERGETIQUE ET DU PROFIL DE LA LEPTINE CHEZ LES LAPINES REPRODUCTRICES.]
- Gerencsér Zs., Kasza R., Radnai I., Matics Zs., Dalle Zotte A., Cullere M., Szendrő Zs. (Hongrie)** - Effect of drinking water cooling on the reproductive performance of rabbit does housed under high ambient temperature. [EFFET DU REFROIDISSEMENT DE L'EAU DE BOISSON SUR LES PERFORMANCES DE REPRODUCTION DES LAPINES LOGEES A UNE TEMPERATURE AMBIANTE ELEVEE.]

- Guillevic M., Minetto A., Prigent A. Y., Colin M. (France)** - Effects of the increase of the feed alpha-linolenic acid level on the performances of reproduction of the rabbit does. [EFFETS DE L'AUGMENTATION DU TAUX D'ACIDE ALPHA-LINOLENIQUE ALIMENTAIRE SUR LES PERFORMANCES DE REPRODUCTION DES LAPINES.]
- Kasza R., Szendrő Zs., Donkó T., Nagy I., Gerencsér Zs Radnai I, Dalle Zotte A., Cullere M., Matics Zs. (Hongrie)** - Effects of different environmental temperatures on the reproductive performance of rabbit does divergently selected for total body fat content. [EFFETS DE DIFFERENTES TEMPERATURES ENVIRONNEMENTALES SUR LES PERFORMANCES DE REPRODUCTION DE LAPINES SELECTIONNEES DE MANIERE DIVERGENTE POUR LA TENEUR EN GRAS CORPOREL TOTAL.]
- Khaldoun Oularbi H., Makhlouf C., Bokreta S, Settari A., Tarzali D., Zitouni G., Hamadou D., Kais S., Daoudi-Zerrouki N. (Algérie)** - Ampligo® insecticide induces injuries on the testes of rabbit *Oryctolagus cuniculus*: alleviating effects of vitamins C and E (ascorbate / $\alpha$ -tocopherol) [L'INSECTICIDE AMPLIGO® INDUIT DES LESIONS SUR LES TESTICULES DU LAPIN *ORYCTOLAGUS CUNICULUS* : EFFETS ATTENUANTS DES VITAMINES C ET E (ASCORBATE / $\alpha$ -TOCOPHEROL)]
- Machado L. C., Faria C. G. S., Zeferino C. P., Castilha L. D., Silveira J. M. M., Silva V. G. P., Pereira D. L. (Brésil)** - Productive, reproductive, behavioral and sanitary aspects of rabbit does from different genotypes. [ASPECTS PRODUCTIFS, REPRODUCTEURS, COMPORTEMENTAUX ET SANITAIRES DE LAPINES DE DIFFERENTS GENOTYPES]
- Nabi Ibrahim, Fatmi Sofiane, Iguer-Ouada Mokrane (Algérie)** - Interests to supplement tris-base extender with cholesterol /  $\alpha$ -tocopherol preloaded in cyclodextrins and vitamin-C to chill rabbit semen at 4°C [INTERET DE COMPLETER LE TRIS-BASE EXTENDER AVEC DU CHOLESTEROL /  $\alpha$ -TOCOPHEROL PRECHARGE EN CYCLODEXTRINES ET VITAMINE C POUR REFROIDIR LA SEMENCE DE LAPIN A 4°C]
- Rouillon C., Camugli S., Carion O., Echegaray A., Delhomme G., Schmitt E. (France)** - Development of a new antibiotic composition for a rabbit semen dilution medium (Galap®). [DEVELOPPEMENT D'UNE NOUVELLE COMPOSITION ANTIBIOTIQUE POUR UN MILIEU DE DILUTION DE SPERME DE LAPIN (GALAP®).]
- Savietto D., Debrusse A.M., Bonnemère J.M., Labatut D., Aymard P., Combes S., Fortun-Lamothe L., Gunia M. (France)** - Reproductive performance of a maternal rabbit cross: Fauve-de-Bourgogne  $\times$  INRA-1777. [PERFORMANCES DE REPRODUCTION D'UN CROISEMENT MATERNEL DE LAPINES : FAUVE-DE-BOURGOGNE  $\times$  INRA-1777.]
- Vasallo G.E., Sarduy Lucia., Herrera Magaly (Cuba)** - Effect of reproductive condition and season on productive performance of female rabbits. [EFFET DES CONDITIONS ET DE LA SAISON DE REPRODUCTION SUR LES PERFORMANCES PRODUCTIVES DES LAPINES.]
- Villamayor P.R., Gullón J., Vilá M., Yáñez U., Aramburu O., Sánchez M., Sánchez-Quinteiro P., Martínez P., Quintela L. (Espagne)** - Preliminary report of potential biostimulation methods based on chemical communication in rabbit doe reproduction [RAPPORT PRELIMINAIRE SUR DES METHODES POTENTIELLES DE BIOSTIMULATION BASEES SUR LA COMMUNICATION CHIMIQUE DANS LA REPRODUCTION DES LAPINES]
- Wang Fupeng, Wu Yingjie, Qin Yinghe (Chine)** - Cryopreservation of rabbit sperm using dimethyl sulfoxide in combination with trehalose and hyaluronic acid. [CRYOCONSERVATION DE SPERME DE LAPIN EN UTILISANT DU DIMETHYLSULFOXYDE EN ASSOCIATION AVEC DU TREHALOSE ET DE L'ACIDE HYALURONIQUE.]