

PRINCIPES, CADRE D'ANALYSE ET LEVIERS D'ACTION POUR UNE GESTION INTÉGRÉE DE LA SANTÉ EN ÉLEVAGE CUNICOLE **

Fortun-Lamothe L.^{1*}, Boucher S.², Combes S.¹, Guilloteau L.A.³, Gunia M.¹, Manoli C.⁴, Savietto D.¹

¹ GenPhySE, INRAE, Université de Toulouse, ENVT, 31326, Castanet-Tolosan, France

² Labovet Conseil (Réseau Cristal), BP 539 85505 Les Herbiers cedex

³ INRAE, Université de Tours, BOA, 37380 Nouzilly, France

⁴ URSE, ESA, F-49007, Angers, France

*Auteur correspondant : laurence.lamothe@inrae.fr

** Cette synthèse est une version recentrée sur l'élevage cunicole de l'article de Fortun-Lamothe et al. (2023) publié dans la revue INRAE Productions Animales.

Résumé – La gestion intégrée de la santé animale peut être définie comme l'ensemble des connaissances et pratiques mobilisées par l'homme de manière coordonnée afin de favoriser la construction, préserver ou retrouver la santé des individus ou du troupeau au sein du système d'élevage. Elle a pour finalité d'optimiser la santé animale et le cycle de production tout en réduisant l'utilisation des antibiotiques et des antiparasitaires qui pose des problèmes de résistance chez les animaux et les humains. Elle se fonde sur la mobilisation conjointe de trois principes complémentaires : (P1) prévenir l'apparition des maladies en limitant les situations à risques et le contact avec les éléments nuisibles (agents pathogènes, éléments toxiques), (P2) utiliser des animaux résistants ou développer leurs capacités adaptatives, (P3) soigner les animaux de façon ciblée (molécule, dose, durée). La santé se construit tout au long de la vie de l'animal pour garantir un développement harmonieux et l'intégrité physique des individus. De nombreux leviers d'action, regroupés en six dimensions (1-milieu de vie des animaux, 2-gestion de la reproduction, 3-gestion des troupeaux, 4-choix des animaux, 5-alimentation et 6-pilotage de l'élevage) ont été identifiés pour atteindre cet objectif. Ces leviers peuvent avoir sur la santé un effet direct, différé, ou bien intergénérationnel. Une mobilisation cohérente de nombreux leviers a permis de réduire fortement l'usage des antibiotiques au cours des dernières années mais une marge de progrès est encore possible pour les élevages cunicoles. De plus, le développement de systèmes d'élevage en phase avec les demandes sociétales (meilleure prise en compte du bien-être animal, accès à l'extérieur) pose de nouveaux défis pour une gestion intégrée de la santé en élevage cunicole.

Abstract – Principles, analytical framework and resources in farm for integrated health management in rabbit farming.

Integrated animal health management can be defined as the connection of knowledge and practices implemented by farmers in a coordinated manner in order to build, preserve or recover the health of individuals or the herd within the breeding system. Its aim is to optimize animal health and the production cycle while reducing the use of antibiotics and antiparasitic drugs that cause resistance problems in animals and humans. It is based on the joint mobilization of three complementary principles: (P1) preventing the onset of diseases by limiting risk situations and contact with harmful elements (pathogens, toxic elements), (P2) using resistant animals or developing their adaptive capacities, (P3) using medical treatments in a targeted manner (molecule, dose, duration). Health is built throughout the animal's life to ensure harmonious development and physical integrity of individuals. Numerous modes of action, grouped into six dimensions (1-living environment of the animals, 2-reproductive management, 3-herd management, 4-breed and breeding choices, 5-feeding and 6-farming management) have been identified to achieve this objective. Combined, these dimensions can have a direct, delayed, or intergenerational effect on health. A coherent mobilization of them allowed a significant reduction in the use of antibiotics in recent years, but there is still room for improvement in rabbit farming. In addition, the development of rabbit farming systems in line with societal demands (respect for animal welfare, access to the outdoors) poses new challenges for an integrate management of rabbit's health.

Introduction

Maîtriser la santé demeure fondamental en élevage cunicole et répond à un quadruple enjeu : optimiser le cycle de production et réduire les pertes (enjeu économique), contribuer au bien-être des animaux en en prenant soin (enjeu éthique) et limiter l'émergence de zoonoses (enjeu de santé publique) ou d'épizooties (enjeu sanitaire). Depuis leur découverte, les antibiotiques et les antiparasitaires, qui permettent respectivement de lutter contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne ou parasitaire, ont été des éléments essentiels de la gestion de la santé en élevage. En élevage cunicole, ils sont utilisés pour traiter un animal infecté ou infesté (traitement individuel curatif) ou pour traiter un groupe, lorsqu'une proportion du lot est malade (métaphylaxie ; Lhermie et al., 2015). En octobre 2018, le Parlement européen s'est prononcé contre l'usage préventif des antibiotiques, c'est-à-dire avant l'apparition de la maladie, en traitant l'ensemble des animaux d'un lot pour lequel la probabilité de survenue de la maladie est considérée comme élevée. Le temps de traitement à l'aide d'un antibiotique doit être réduit pour limiter la survenue des résistances mais cela n'est pas possible avec les antibiotiques qui sont temps dépendants. Cela doit jugé au cas par cas par le praticien. De plus, l'utilisation des antibiotiques d'importance critique (AIC) ne peut se faire qu'après établissement d'un antibiogramme conforme à la norme NFU 47-107. Elle est interdite si un autre traitement est possible ou si la bactérie est résistante. Enfin, l'utilisation de la colistine a été limitée à 7 jours par le législateur. En effet, l'utilisation massive d'antibiotiques en élevage (Anses, 2020) a contribué à l'apparition de résistances qui réduisent leur efficacité sur les animaux et peuvent être transmises à l'humain, par le biais de bactéries d'autres espèces animales ou végétales, soit par le biais d'une proximité homme-animal, soit via la chaîne alimentaire. C'est pourquoi, la lutte contre l'antibiorésistance est devenue un défi mondial de santé publique qui s'est traduit par deux plans d'actions nationaux (EcoAntibio : 2012-2017 et 2017-2021 ; <https://agriculture.gouv.fr/le-plan-ecoantibio-2-2017-2021>).

La filière cunicole est concernée par ces questions. De manière volontaire, elle s'est engagée en 2006 dans un plan de médication raisonnée visant à éliminer les résidus de sulfamides de la viande. Ce plan engageait l'ensemble des maillons de la filière. Puis, en 2011, un plan interprofessionnel avait pour ambition de diminuer de 50% l'utilisation des antibiotiques à horizon 2025. Dans cette optique, l'objectif de cette communication est de définir les principes, de proposer un cadre d'analyse et d'identifier les leviers d'action disponibles à l'échelle de l'animal et du système pour une gestion intégrée de la santé des lapins dans les élevages. Nous illustrons ces propos en montrant comment divers leviers peuvent être combinés pour atteindre cet objectif et terminons en montrant

certaines limites du système actuel et les défis auxquels il est confronté pour poursuivre la réduction de l'utilisation des intrants médicamenteux.

1. Définition et principes de la gestion intégrée de la santé animale

1.1. Définition et finalité

La gestion intégrée de la santé animale a émergé dans les années 1970 sous l'impulsion de J.P. Tillon (Tillon, 1980) puis fut remobilisée dans le cadre de la transition agroécologique (Dumont et al., 2013). Elle peut être définie comme l'ensemble des connaissances et pratiques mobilisées par l'homme de manière coordonnée afin de construire, préserver ou retrouver la santé de l'animal ou du troupeau au sein du système d'élevage (Fortun-Lamothe et al., 2023). Si l'éleveur en est un élément central, cette coordination peut également être le fruit d'un collectif de travail impliqué de façon directe ou indirecte dans l'élevage (vétérinaire, conseiller, salarié, etc.; Gotti et al., 2021). La gestion intégrée de la santé animale renvoie à une approche globale de la santé, c.-à-d. une vision multifactorielle, issue des travaux d'éco-pathologie (Ganière et al., 1991). Celle-ci se base sur un suivi régulier de l'élevage et des animaux qui le composent : audit de la conduite d'élevage, analyse des pratiques à risques, mise en place de plans de gestion des risques et réajustements. Il s'agit de maintenir et/ou de restaurer l'équilibre sanitaire du troupeau.

La gestion intégrée de la santé animale a pour finalité de favoriser la construction de la santé des animaux afin qu'ils aient une trajectoire de vie harmonieuse et soient en état de bien-être et de limiter l'apparition des maladies pour pouvoir diminuer l'utilisation des intrants médicamenteux (antimicrobiens, antiparasitaires, etc.). Contribuer au bien-être des animaux est lié à cette finalité. Du point de vue des éleveurs, l'intérêt est d'optimiser le cycle de production et de réduire les pertes (économiques et vies animales) en élevage liées aux maladies. D'un point de vue plus global, il s'agit de préserver la santé humaine (zoonoses et antibiorésistance) et celle des écosystèmes (concept One Health).

La gestion intégrée de la santé animale comporte une phase initiale de conception du système d'élevage suivie de phases continues et itératives d'évaluation de la santé (individu et groupes d'animaux) et d'adaptation du fonctionnement du système d'élevage au cours du temps pour atteindre l'objectif d'avoir des animaux en bonne santé (équilibre sanitaire).

La conception porte sur les choix fondateurs qui tiennent compte des ressources disponibles et des contraintes structurelles du système d'élevage. La dimension et l'organisation des bâtiments, l'aménagement du milieu de vie des animaux et le type génétique des animaux, le choix de mécanisation et/ou d'automatisation sont des choix qui engagent sur le long terme. Ils conditionnent le travail en élevage et le

fonctionnement du système biotechnique et doivent être cohérents entre eux et adaptés aux objectifs du système. L'évaluation de la santé animale est une démarche systémique, basée sur l'observation de l'animal ou du groupe d'animaux dans son milieu de vie. Elle vise l'identification des troubles physiques, physiologiques ou comportementaux, de leurs causes et des pratiques à risque dans le but de ne pas rester centré sur le traitement des effets de la maladie (identifier la cause plutôt que traiter les symptômes). Elle peut aller jusqu'au diagnostic des maladies, se fonde sur l'examen clinique et l'observation comportementale de l'animal, ou du troupeau ou d'observation du milieu de vie. La phase d'adaptation du système consiste à revisiter les pratiques d'élevage (stratégies d'alimentation, rythmes de reproduction, prophylaxie, critères de réforme, etc.) afin d'obtenir des effets à court ou moyen terme, voire à modifier certains éléments de conception du système (choix de la génétique, du mode de logement, de la configuration du troupeau ou de son niveau de productivité etc.) si cela est nécessaire. Cette phase est conditionnée par les objectifs de production et de métier de l'éleveur, à relier aux conditions structurelles, économiques et techniques de l'exploitation.

Dans la pratique, la gestion intégrée de la santé se fonde sur la mobilisation conjointe de trois principes (P) complémentaires : prévenir l'apparition des maladies (prophylaxie et biosécurité ; Prévenir, P1), si le contact avec les éléments nuisibles ne peut pas être évité, utiliser des animaux résistants ou développer leurs capacités adaptatives afin qu'ils y soient tolérants (Résister ou tolérer, P2), et si la maladie survient malgré tout, traiter les animaux de façon ciblée (Traiter, P3). Ces 3 principes sont développés ci-dessous.

1.2. Prévenir (Principe 1)

La prévention consiste à éviter les situations à risques, c'est-à-dire celles qui sont de nature à dépasser les capacités adaptatives de animaux (contact avec les agents pathogènes, inconfort, agression, autre). L'adéquation du milieu de vie et des pratiques aux besoins physiologiques, comportementaux et aux attentes des animaux est un élément essentiel de la prévention des maladies. Concrètement en élevages cunicoles, divers leviers d'action sont disponibles pour atteindre cet objectif (*cf.* section 3.1).

La prophylaxie désigne l'ensemble des moyens mis en œuvre pour surveiller l'état de santé d'un individu ou d'une population et prévenir l'apparition, la propagation ou l'aggravation des maladies. Elle comprend notamment un ensemble de pratiques de surveillance des individus et du troupeau en réalisant des analyses et en utilisant des outils de surveillance de l'état de santé. Pour les maladies infectieuses transmissibles, la prophylaxie repose également sur l'application des principes de biosécurité : 1-externe, qui vise à empêcher et/ou à limiter l'introduction de

nouvelles souches microbiennes, virales ou parasitaires dans l'élevage ainsi que leur sortie éventuelle en cas d'échec de la première phase. Cela est réalisé par le contrôle sanitaire des animaux à leur entrée dans l'élevage (qui n'empêche toutefois pas l'entrée de porteurs sains) et la mise en place de barrières physiques ou de pièges qui permettent de limiter présence des vecteurs (insectes, rongeurs, fomite) et 2-interne, constituée de mesures visant à réduire la propagation des germes à l'intérieur de l'élevage. L'isolement et/ou l'élimination des animaux infectés et potentiellement contagieux (malades ou non), l'organisation du circuit de circulation permet de limiter la diffusion des pathogènes au sein de l'élevage, et les protocoles d'hygiène et de désinfection des bâtiments et du matériel d'élevage permettent de limiter la présence de pathogènes. Pour autant, la plupart des microorganismes présents dans l'environnement ou hébergés par les animaux (microbiote digestif, cutané...) ne sont pas pathogènes. Au contraire, les microorganismes symbiotiques ou commensaux peuvent contribuer à limiter le développement des agents pathogènes pour les animaux (Ducarmon et al., 2019). Au-delà des risques biotiques, les risques abiotiques (qualité de l'air, poussière, température, etc.) doivent également être maîtrisés pour prévenir les problèmes de santé. Les problématiques et les moyens d'action sont néanmoins très différents suivant qu'il s'agit d'élevage confiné ou bien avec accès à l'extérieur. Le confort thermique est plus facilement maîtrisable dans les élevages en bâtiments, mais cela a un impact non négligeable sur la santé des animaux. En effet, les troubles respiratoires, liés à la ventilation et à une qualité de l'air sous optimales en bâtiments, sont moins fréquents en élevage avec accès à l'extérieur (Boucher, communication personnelle).

1.3. Résister et/ou tolérer (Principe 2)

Schneider et Ayres (2008) ont défini la résistance comme la capacité d'un organisme à limiter la charge en agents pathogènes, et la tolérance comme la capacité d'un organisme à limiter les effets délétères d'un pathogène sur son fonctionnement. La tolérance résulterait plutôt des mécanismes de régulation des dommages causés par les agents pathogènes à l'hôte via le système immunitaire. La robustesse quant à elle se réfère à la capacité d'un animal à maintenir ses fonctions physiologiques et un état de santé jugé acceptable dans une grande variété d'environnements (disponibilité des ressources, conditions climatiques, entre autres ; Blanc et al., 2013).

L'utilisation de génotypes robustes (Saviotto et al., 2015 ; Friggens et al., 2017) ou l'utilisation de lignées sélectionnées sur la résistance aux maladies (Gunia et al., 2023) sont deux stratégies pertinentes dans le cadre de la gestion intégrée de la santé animale. La résistance génétique peut être spécifique d'un agent pathogène (*Pasteurella sp.* ; Shrestha et al., 2020) ou non-

spécifique (Gunia et al., 2018) mais aucun individu/race/population n'est résistant à l'ensemble des maladies. Stimuler les capacités adaptatives des animaux, vis-à-vis des agents biologiques ou des variations de l'environnement est donc une stratégie complémentaire indispensable pour préserver la santé des animaux. Lorsqu'elle est disponible, la vaccination permet de protéger les animaux contre des agents pathogènes spécifiques (*e.g.* myxomatose, VHD et certaines maladies bactériennes). À la différence de l'immunité innée, la maturation de la réponse immunitaire adaptative des mammifères peut également être stimulée en exposant, dès le plus jeune âge, les animaux à un environnement microbien très diversifié (Round and Mazmanian, 2009). Cela participe à la diversité du microbiote digestif et contribue au développement du système immunitaire et notamment à la diversification du répertoire des anticorps (Lanning et al., 2000). Ce levier d'action est en interaction forte avec l'alimentation des animaux et notamment les apports de fibres alimentaires, et prébiotiques qui sont les substrats permettant notamment le développement d'un microbiote digestif bénéfique à son hôte. L'équilibre en apport d'acides aminés, des macro et micronutriments dans l'alimentation est également essentiel pour maintenir la balance d'oxydo-réduction cellulaire des animaux et éviter la génération d'un stress oxydant et d'une inflammation chronique pouvant conduire à des problèmes de santé (Durand et al., 2021). Au final, résistance et tolérance font partie des caractéristiques à piloter conjointement pour optimiser la construction de la santé des animaux.

1.4. Traiter de façon raisonnée (Principe 3)

L'application des principes précédents n'est pas toujours suffisante pour prévenir l'apparition des maladies. De ce fait, soigner les animaux en traitant les signes cliniques ou en combattant les agents infectieux se révèlent nécessaires. Il est également un impératif légal (Article R214-17 §2 du Code Rural et de la Pêche Maritime). Dans le cas des maladies non infectieuses (maladies métaboliques, troubles comportementaux, toxicité des xénobiotiques), le soin des animaux visera avant tout la mise en place de conditions d'élevage propices à la guérison (alimentation adaptée, isolement ou au contraire socialisation, conditions d'ambiance, densité animale etc.) et la prise en charge des blessures. Pour traiter les maladies infectieuses, certains élevages, notamment en système d'élevage « biologique » (mais pas uniquement), priorisent l'utilisation des traitements alternatifs aux médicaments vétérinaires (vinaigre de cidre : Benguesmia et al., 2011 ; huiles essentielles : Boucher et al., 2017 ; acides organiques : Gohier et al., 2017) avant de mettre en œuvre des traitements médicamenteux. Lorsque les traitements médicamenteux sont indispensables, il est primordial de privilégier les médicaments spécifiques (diagnostic nécessaire, réalisation d'examens complémentaires) plutôt qu'interspécifiques (spectre large) et de

respecter l'observance (population cible, dose, voie d'administration, rythme, durée du traitement et délai d'attente) afin de réduire au strict nécessaire les quantités utilisées et limiter les résistances des bactéries et/ou des parasites. Légalement, le vétérinaire est le seul intervenant en élevage habilité à réaliser des prescriptions de médicaments.

En revanche, en élevage cunicole, la gestion de la santé est plus souvent réalisée à l'échelle d'un groupe d'animaux qu'à l'échelle de l'individu. Cela est expliqué par les modalités d'élevage collective (rangée de logements avec ligne d'abreuvement commune par exemple), par la valeur économique parfois modeste d'un individu et la taille importante du groupe à soigner. C'est pourquoi, la mobilisation des deux premiers principes de la gestion intégrée de la santé est essentielle pour réduire le recours aux intrants médicamenteux (fréquence et volume d'utilisation).

Dans la suite de cet article, nous nous focaliserons sur les pratiques mobilisables à l'échelle du système d'élevage cunicole pour la gestion intégrée de la santé des lapins. D'autres leviers sont applicables à une échelle plus englobante, telle que le territoire (*e.g.* circulation ou échanges d'animaux ou de matériel au sein d'une zone, surveillance de la santé des animaux au sein d'un territoire) ou de la filière de production (*e.g.* traçabilité ou pratiques cohérentes entre les maillons d'une filière, rôles de divers acteurs du conseil) mais ne seront pas abordées ici.

2. Un cadre conceptuel de représentation de la santé animale

2.1. Les composantes de la santé animale

Afin de pouvoir raisonner la gestion intégrée de la santé des animaux nous avons proposé une représentation conceptuelle des différentes composantes de la santé animale. Elle a pour objectif d'identifier les éléments structuraux contribuant à la construction de la santé d'un animal d'élevage pour l'intégrer dans les connaissances indispensables à une gestion intégrée.

Cette représentation mobilise les dimensions physique et psychosociale, elles-mêmes subdivisées en 11 composantes (*cf.* Figure 1). La dimension physique de la santé comprend les barrières physiques qui jouent un rôle d'interface avec le milieu extérieur (téguments, muqueuses et microbiotes) et le système de défense constitué par les systèmes immunitaire, nerveux et endocrinien. La dimension psychosociale intègre les liens sociaux entre individus (mère-jeune, entre congénères), l'expression des comportements innés du lapin et le respect du rythme circadien. Ces composantes interagissent entre elles et avec les organes/systèmes responsables des grandes fonctions biologiques.

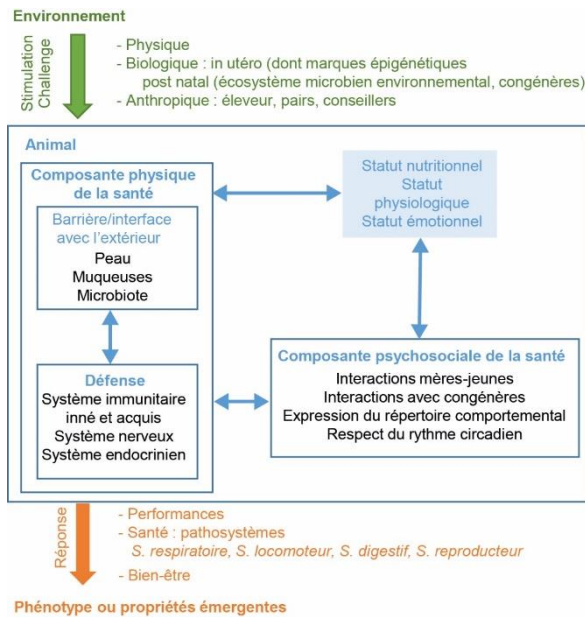


Figure 1 : Représentation conceptuelle des composantes de la santé animale.

En élevage cunicole la période qui entoure le sevrage est une des périodes critiques pour la santé des lapereaux (Gidenne et Fortun-Lamothe, 2002) car elle correspond à un moment de transition alimentaire où le développement de certaines composantes peut ne pas être achevé (immunité, capacités digestives, etc.). Même en dehors de ces périodes à risque, les composantes de la santé sont influencées par des facteurs intrinsèques à l'animal (génétique, statut nutritionnel, physiologique et émotionnel) eux-mêmes en lien avec l'environnement (composantes biotique, abiotique et anthropique). Ces facteurs extrinsèques peuvent agir positivement ou négativement sur la « construction » de la santé et parfois de manière différente selon la dynamique de développement des composantes de la santé (cf. point 2.2). La gestion intégrée de la santé vise notamment à agir sur ces facteurs selon les Principes 1 et 2 décrits précédemment et illustrés dans la section 3. L'éleveur n'est pas toujours en mesure d'agir sur certains facteurs (par exemple les aléas climatiques en élevage plein air). Dans ces situations, la gestion intégrée de la santé implique une notion de précaution (e.g. fourniture d'abri) ou d'anticipation qui font partie de la gestion intégrée de la santé. Il est important de noter que les différentes composantes de la santé animale sont en interactions permanentes.

2.2. Une vision dynamique de la « construction » de la santé

La santé n'est pas seulement un état sans maladie mais un processus dynamique qui débute lors de la gamétogenèse, inclut toute la période de développement fœtal et postnatal et se poursuit tout au long de la vie (Suzuki, 2018).

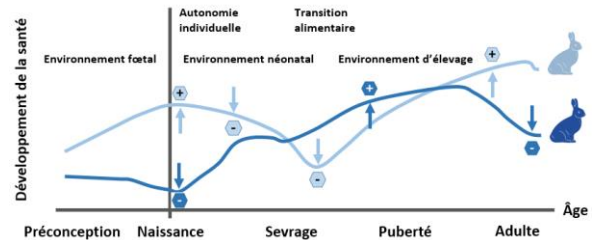


Figure 2 : Trajectoires individuelles de construction de la santé sous l'influence de divers événements survenant à différentes périodes de la vie de l'animal (adapté de Halfon et al., 2014).

Ainsi, dans la majorité des élevages cuniques actuels mais aussi parfois dans les garennes ou les élevages fermiers, les lapines sont simultanément gestantes et allaitantes. La superposition de la lactation et de la gestation impacte la croissance fœtale (Fortun-Lamothe et al., 1999) et le développement des lapereaux à naître (Fortun-Lamothe et al., 2000). Au-delà de l'empreinte parentale, l'exposition à des situations bénéfiques ou défavorables au cours du développement varie pour chaque individu et constitue une trajectoire unique de renforcement ou bien au contraire d'affaiblissement de l'état de santé (cf. Figure 2 ; adapté de Halfon et al., 2014).

3. Les leviers d'action disponibles à l'échelle de l'atelier d'élevage

3.1. Six leviers d'action mobilisables en élevage

Tillon (1980) a identifié 6 facteurs qui influencent l'équilibre sanitaire au sein d'un élevage intensif (animal, bâtiment, alimentation, microbisme, conduite d'élevage et éleveur). Il argumente que ces variables sont à prendre en considération simultanément dans le jugement d'une situation sanitaire (cf. Figure 3). Ces éléments permettent aussi de structurer les différents leviers d'action qui sont mobilisables en élevage cunicole pour réaliser une gestion intégrée de la santé. Ils se déclinent en 6 dimensions (Tableau 1).

Les 5 premières dimensions sont d'ordre biotechnique et concernent : **1-le milieu de vie** : sa structure, son organisation et la mise en place des protocoles d'hygiène et de biosécurité; **2-la gestion et la conduite de la reproduction**; **3-la gestion des troupeaux** : leur constitution et leur conduite; **4-les pratiques sur les animaux eux-mêmes** : le choix de leur type génétique, la gestion de leur intégrité physique et la mise en œuvre de la prophylaxie; **5-l'alimentation** : composition de l'aliment, mode de présentation, mode et fréquence de distribution et individualisation (alimentation de précision). ; et **6-le collectif de travail** : l'acquisition des connaissances nécessaires à la mise en œuvre d'une gestion intégrée de la santé (biologie, maladie, règles de biosécurité, usage des antibiotiques, etc.), la mobilisation des compétences autour de la santé des animaux, l'acquisition des informations sur la santé au sein de l'élevage, les équipements et l'organisation du travail et l'insertion dans les réseaux professionnels.

Tableau 1 : Exemples de leviers d'action pour une gestion intégrée de la santé des animaux à l'échelle de l'élevage cunicole.

Dimensions	Illustrations d'effet positif sur la santé	Principes mobilisés ^a
Milieu de vie des animaux		
Structure et organisation du milieu de vie	Logements de surface et de hauteur suffisante, milieu de vie enrichi (matériaux à ronger, plateforme, terrier, parcours herbagé) pour permettre aux animaux de se déplacer et d'exprimer leurs comportements propres ; sols adaptés pour limiter les blessures et les pododermatites	P1
	Réaliser un pâturage tournant pour limiter la concentration en pathogènes	P1
Biosécurité, hygiène et ambiance	Optimiser la ventilation, l'hygrométrie la présence de gaz lourds et la température d'élevage pour limiter les troubles respiratoires, digestifs ou cutanés	P1 et P2
	Disposer de pédiluves de lavabos et de douches à l'entrée, utiliser des chaussures et vêtements spécifiques pour éviter l'introduction de pathogènes	P1
	Réaliser des purges et des désinfections régulières des conduites d'eau	P1
Reproduction		
Gestion de la reproduction	Utiliser un rythme de reproduction semi-intensif ou extensif pour limiter la sollicitation métabolique des femelles	
	Éviter un âge des femelles à la première mise à la reproduction trop précoce pour limiter les troubles métaboliques et les ruptures d'homéostasie	P1 et P2
Conduite de la reproduction	Réaliser un allaitement contrôlé pour limiter les blessures sur les jeunes lapereaux et détecter les défauts d'allaitement	P1
	Pratiquer l'auto-renouvellement ou disposer d'un troupeau d'animaux grands-parentaux pour limiter l'introduction de pathogènes	P1
Gestion des troupeaux		
Constitution des troupeaux	Éviter le passage d'animaux entre bandes pour limiter les contaminations	P1
	Conduire les animaux en bande pour utiliser des stratégies alimentaires plus fines et réaliser un nettoyage entre chaque bande	P1 et P2
Conduite des animaux au sein du lot	Homogénéiser la taille des portées à la naissance pour limiter la sollicitation des femelles et permettre un allaitement suffisant des jeunes	P1 et P2
	Limiter la densité pour limiter les agressions et favoriser les mouvements	P1
Animaux		
Races	Choisir des animaux provenant de lignées plus robustes	P2
Prophylaxie	Vacciner contre la myxomatose et la VHD	P1 et P2
	Utiliser des extraits de plantes pour soutenir l'immunité	P1 et P2
Alimentation		
Composition	Répondre aux besoins nutritionnels des animaux à chaque stade (acides aminés, fibres, vitamines, minéraux)	P1 et P2
	Incorporer des matières premières riches en polyphénol pour lutter/prévenir le parasitisme intestinal	P1 et P2
	Supplémenter les aliments en pré- et pro-biotiques, huiles essentielles, acides organiques pour limiter les troubles infectieux non spécifiques	P1 et P2
Présentation	Distribuer du fourrage sec à tiges longues pour limiter les troubles digestifs	P1
Distribution	Pratiquer une restriction alimentaire post sevrage pour réduire la fréquence des troubles digestifs	P1 et P2
Éleveur		
Connaissances	Se former pour connaître la biologie et les maladies de animaux, les règles de biosécurité et de prophylaxie et l'état des animaux ; Se former à la manipulation des animaux, à l'usage raisonné des antibiotiques et aux risques sanitaires en élevage. Acquérir des notions sur le bien-être des animaux.	P1 et P3
Fédérer collectif de travail	Faire des bilans de santé réguliers avec des professionnels extérieurs ; Développer les connaissances de tout le collectif de travail; Répartir les rôles au sein du collectif de travail; Communiquer au sein du collectif de travail sur la santé animale	P1 et P3
Acquérir des infos. sur la santé de ses animaux	Organiser un système d'information et d'enregistrement des données sur la santé de son troupeau ; Observer et s'outiller en complément de l'observation; S'équiper pour enregistrer les performances en élevage et détecter l'apparition de troubles	P1
Équipements et organisation du travail	Optimiser l'organisation du travail en élevage pour maximiser le respect des règles de biosécurité ; S'équiper ou s'organiser pour disposer de temps pour l'observation sanitaire des animaux et améliorer la qualité de la relation avec les animaux	P1
Insertion dans les réseaux	Accompagnement à la prise de risque ; Accompagnement économique pour les pertes de productivité entraînées par la « désintensification » de l'élevage	

^a Principes de gestion intégrée de la santé animale (voir section 1). P1 : éviter les situations à risques et le contact avec les éléments nuisibles ; P2 : résister aux éléments nuisibles ou les tolérer; P3 : soigner les animaux de façon ciblée

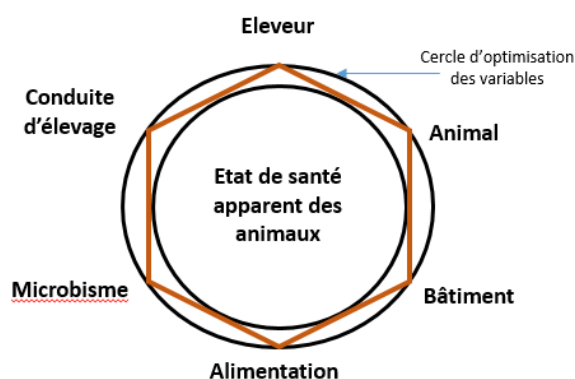


Figure 3 : Les six variables majeures de l'hexagone de Tillon à prendre en compte dans l'évaluation d'une situation sanitaire (adapté de Tillon, 1980).

3.2. Temporalité d'action des leviers utilisables en élevage

Les leviers d'action utilisés pour une gestion intégrée de la santé animale peuvent agir selon différentes temporalités (Figure 4). Ainsi, on peut distinguer les leviers d'action ayant : 1-un effet direct (Gidenne et al., 2010); 2-un effet différé (Martinez-Paredes et al., 2022) ou 3-un effet transmis entre génération (Hue-Beauvais et al., 2017).



Figure 4 : Temporalité d'action des leviers agissant sur la santé animale: effets directs (A), effets différés (B), effets transmis entre générations (C).

Intégrer cette temporalité d'action encourage à avoir une vision à long terme et à mieux raisonner le lien entre les différents ateliers au sein du système d'élevage (futures reproductrices, maternité, engraissement), ou entre les maillons d'une filière de production (noyaux de sélection, démultiplicateurs, élevage).

4. Mobilisation conjointe des leviers d'action pour une gestion intégrée de la santé en élevage cunicole

En élevage cunicole, divers leviers sont actionnés de manière cohérente sur les 4 catégories d'animaux présents (lapereaux allaités, lapins en croissance, futurs reproducteur, adultes en reproduction) pour réaliser une gestion intégrée de la santé (voir exemple concret en encadré 1).

Après la mise bas, les éleveurs pratiquent l'homogénéisation de la taille des portées par élimination des lapereaux ayant un poids vif inférieur à 35 g et l'adoption croisée en vue d'égaliser la taille

entre portées. Cette stratégie réduit la compétition entre les lapereaux pour l'accès au lait et améliore leur thermorégulation (accès à la chaleur du nid) ce qui favorise leur survie et leur développement (Rödel et al., 2008). Elle favorise aussi le maintien d'une condition corporelle adéquate des mères (maigreur si les portées sont surnuméraires, >12 lapereaux) ce qui améliore leur longévité. La stratégie d'alimentation des femelles cible la gestion du compromis entre la satisfaction des besoins nutritionnels importants pendant la lactation (aliment riche en énergie au début de la lactation) et la maturation du système digestif des lapereaux (aliment riche en fibres et pauvre en amidon avant leur sevrage ; Gidenne et Fortun-Lamothe, 2002). Par ailleurs, les jeunes femelles et les reproductrices sont vaccinées contre la maladie hémorragique virale (VHD) et la myxomatose.

Encadré 1 : Un exemple concret de gestion intégrée pour faire face à une colibacillose due à un E. coli O103 rhamnose négatif eae positif

Mr et Mme Lapinos, éleveurs en Vendée, sont réunis dans le GAEC du Nid Douillet. Ils détiennent 650 femelles conduites en insémination artificielle sur un rythme classique de 42 jours. Le bâtiment est géré en « Tout Plein Tout Vide » et le sevrage est pratiqué à 35 jours après la mise bas. Chacune des deux salles de l'élevage est nettoyée et désinfectée à tour de rôle après la vente de chaque lot d'engraissement. La ventilation est dynamique. Les femelles reçoivent un aliment complet granulé (sur un cycle de 42 j : formule dite « maternité » pendant 35 j et formule dite « périsevrage » pendant 7 j) et de l'eau à volonté. Les vaccinations anti myxomatose et anti VHD (pour les 2 variants) sont à jour. Au préalable, le vétérinaire vérifie la concordance entre les signes cliniques et l'examen de laboratoire pour établir un diagnostic. D'un point de vue clinique, on observe des diarrhées sur les lapereaux au nid, des diarrhées au sevrage qui s'arrêtent 3 semaines après, de la mortalité sur ces deux périodes. Ces éléments signent une colibacillose vraie. Les analyses de laboratoire confirment la présence d'un E. coli O103rhamnosenégatif / eae positif.

Le plan d'action comporte plusieurs étapes. 1- renforcement des actions sanitaires : i) mise en place d'une flore de barrière dans le talc du nid (communauté de probiotique), ii) vérification du nid et changement des zones sales plus fréquentes. 2- adaptation de l'alimentation : i) distribution d'un aliment plus fibreux en périsevrage, ii) on pilote les quantités d'aliment distribuée après le sevrage pour ne pas dépasser un GMQ de 40 g/j des lapins. 3- mise en place d'un autovaccin anticolibacillaire chez les mères pour créer une certaine immunité qui peut se transmettre chez les jeunes. 4- i) Si la diarrhée survient, traitement de tout le troupeau soit avec de la colistine® pendant 4 jours (métaaphylaxie), soit avec un produit phytothérapique ou ii) traitement des mères qui ont des petits malades uniquement avec, par exemple, de la spectinomycine en injection, l'antibiogramme ayant montré sa sensibilité sur le colibacille responsable de la maladie.

Après le sevrage, l'utilisation de régimes riches en fibres (Gidenne et al., 2010) et la maîtrise des ingérés (Gidenne et al., 2012) permettent de limiter l'apparition des troubles digestifs non spécifiques chez les lapins en croissance. Ces stratégies sont conjuguées à des protocoles stricts d'hygiène à l'entrée dans les salles d'élevage et de nettoyages complets réguliers permis par la conduite en bande et l'utilisation de désinfectants. Par ailleurs, cette conduite en bande permet de conserver les portées dans les logements où

elles sont nées après le sevrage. Cette pratique est actuellement justifiée comme limitant le stress social. Une arrivée des femelles futures reproductrices entre 3 et 10 jours dans les élevages (adoption par les femelles reproductrices déjà en place) leur permet de s'adapter aux conditions d'élevage (conditions d'ambiance, environnement microbien, etc.) et de limiter l'entrée d'agents pathogènes dans l'élevage, notamment *Pasteurella multocida*, agent responsable de la principale maladie respiratoire chez les femelles (Coudert et al., 1999). De plus, pour gérer la pasteurellose chez les lapines reproductrices (formes respiratoire et cutanée), la maîtrise des conditions d'ambiance (température, hygrométrie et vitesse de l'air) est conjuguée à l'élimination des animaux présentant des lésions pour prévenir la diffusion au sein de l'atelier élevage. La sélection d'animaux résistants à cet agent pathogène, très problématique, est possible (Shrestha et al., 2020), mais reste à déployer dans les centres de sélection.

5. Limites des stratégies actuelles et pistes d'évolution

D'une manière générale, au cours des dernières décennies, la gestion de la santé en élevage cunicole a surtout privilégié la prise en compte de la santé physique des animaux associée à la recherche d'une augmentation de la productivité animale pour des raisons économiques. Mais ces choix ont parfois été faits au détriment de la santé psychosociale des animaux (e.g. limitation de la possibilité d'expression du répertoire comportemental des lapins élevés en cages). Nous présentons ici quelques limites identifiées ainsi que des stratégies techniques d'évolution possibles. Il semble important de noter que ces verrous ne sont pas seulement techniques mais également humains et sociaux (besoin de sécurité, accompagnement à de nouvelles pratiques, tension sur le temps de travail), économiques (investissements, rentabilité de l'élevage) ou encore scientifiques (sélection génétique, diagnostic précoce des troubles ; Ducrot et al., 2018).

Dans les élevages cunicoles confinés, le logement des animaux à fond ajouré (grillage ou caillebotis) est justifié pour faciliter la gestion des déjections (raclage), limitant le contact des animaux avec leurs déjections et ainsi les risques d'infestation parasitaire. Pour autant, les coccidies de pathogénicité moyenne sont présentes dans la majorité des élevages conventionnels (protozoaires du genre *Eimeria* ; Licois, 2009) et l'utilisation d'anticoccidiens reste très fréquente (e.g. diclazuril). Ils ont permis d'éradiquer les souches d'*Eimeria* les plus pathogènes. L'élevage cunicole s'oriente aujourd'hui vers un mode logement des lapins en croissance en parcs, souvent avec sol en caillebotis plus confortable (Huang et al., 2021), et en grand groupes (plus 20 animaux). Cette évolution entraîne des interactions sociales plus importantes (à

minima en termes de nombre de congénères) qui peuvent modifier les dynamiques de dissémination des agents pathogènes, même si la densité animale y est généralement réduite. Il conviendrait donc de repenser 1-l'aménagement du milieu de vie pour ne pas perturber ces interactions sociales par rapport aux attentes de l'animal et 2-les protocoles d'hygiène et de prophylaxie pour limiter la dissémination des agents pathogènes au sein de ces grands groupes. Cette évolution du logement pourrait empêcher le maintien de logements polyvalents entre lapines reproductrices et lapins croissance et entraîner l'abandon de la gestion sanitaire du type tout-plein tout-vide pratiquée aujourd'hui dans la moitié des élevages français. Ce mode de conduite présente pourtant l'avantage de permettre le nettoyage et la désinfection du bâtiment et des logements entre chaque bande d'animaux. Pour autant, cette stratégie peut aussi favoriser la dissémination des agents pathogènes car les animaux qui sont présents dans ce milieu confiné, sont tous au même stade physiologique, et donc exposées à un même niveau de risque. De plus, le microbiote étant impliqué dans la maturation du système immunitaire, certains émettent l'hypothèse qu'une hygiène excessive pourrait au final être préjudiciable pour la santé des animaux.

Concernant les femelles reproductrices, les problèmes respiratoires restent fréquents malgré les moyens déployés pour la maîtrise des conditions d'ambiance. L'utilisation d'animaux résistants semble la voie la plus prometteuse, mais elle reste à mettre en œuvre. Par ailleurs, il a été montré qu'une réduction du rythme de reproduction (par exemple, une insémination toutes les 7 semaines au lieu de 6 semaines actuellement) permet de réduire la sollicitation nutritionnelle des femelles donc d'améliorer leur état corporel et d'augmenter leur longévité (Feugier et Fortun-Lamothe, 2005). Néanmoins, cette pratique est aujourd'hui peu répandue et souvent limitée à la période estivale, principalement pour des raisons économiques.

6. Défis à venir

Aujourd'hui, une partie des consommateurs européens souhaite une meilleure prise en compte du bien-être animal. Ils désapprouvent l'élevage des animaux en cage et souhaitent que les animaux puissent se mouvoir librement. Suite à une initiative citoyenne¹ « *End the Cage Age* », la commission Européenne s'est engagée à présenter, pour la fin 2023, une proposition législative visant la suppression progressive et finalement l'interdiction de l'élevage en cage et évoque une entrée en vigueur en 2027. L'élevage cunicole est concerné par cette initiative à la fois pour les animaux reproducteurs et les lapins en croissance. Les élevages cunicoles vont donc sans doute devoir évoluer fortement et la gestion de la santé devra être repensée en conséquence. Il est à noter qu'une meilleure prise en compte du bien-être peut parfois avoir des

¹ https://europa.eu/citizens-initiative/initiatives/details/2018/000004_fr

conséquences négatives sur la santé des animaux. C'est le cas des lapines (Szendrő et al., 2019) élevées en groupe. Le logement en groupe de femelles familiales (sœurs biologiques ou de lait) est possible jusqu'à la première mise bas (Laclef et al., 2021). Mais ensuite les lapines se bagarrent et se blessent gravement en cherchant à instaurer une hiérarchie sociale. A noter que dans la nature, la femelle s'isole au moment de la mise-bas, ce qu'elle ne peut pas faire dans un environnement restreint. De même, les mâles pubères fuient la garenne car le mâle dominant les castré volontiers. Un système permettant un équilibre satisfaisant entre reproduction, santé et expression des comportements tout en maintenant le bien-être des animaux reste à trouver. Chiron et al. (2023) ont identifié les déterminants, les freins et les motivations des éleveurs concernant l'évolution réglementaire sur le logement et le bien-être des animaux, ce qui pourra être mobilisé pour accompagner la transition.

Des travaux ont également montré que si les animaux qui ont un accès à l'extérieur semblent moins affectés par la pasteurellose que les animaux élevés en bâtiments fermés, ils sont plus concernés par des problématiques de mortalité périnatale et de reproduction que dans les systèmes en claustration (Gidenne et al., 2023). Cela serait expliqué notamment par une faible maîtrise des conditions lumineuses et thermiques. La gestion de la santé dans ces systèmes devra donc intégrer une aide à l'adaptabilité des animaux aux variations climatiques (brise vent, abris, refuge), une capacité à prévoir ces variations (accès à des données ou alertes climatiques) pour anticiper la mise à l'abri des animaux et l'aménagement des surfaces extérieures (arbres, haies coup vents, barrières de protection, etc.). De plus, les animaux ayant un accès à l'extérieur sont plus exposés aux parasites et à d'autres agents infectieux non rencontrés en bâtiment (via l'aliment, le sol, et les interactions avec la faune sauvage). Un agencement du milieu de vie ou des pratiques innovantes devront être réfléchis pour gérer ces nouveaux enjeux. De même l'accès à l'extérieur des animaux d'élevage devra également être réfléchi à l'échelle de l'écosystème, les animaux d'élevage pouvant potentiellement être des vecteurs de maladies vers la faune sauvage (lapin garenne, lièvre, prédateur), à l'équilibre des sols et à la qualité de l'eau (gestion des effluents et notamment des molécule antiparasitaire et antibiotique). Les expériences acquises dans les élevages qui respectent le cahier des charges de l'agriculture biologique pourront être précieuses (Gidenne et al., 2023). Quoi qu'il en soit, ces évolutions conduiront probablement à une augmentation de la diversité des systèmes d'élevage, à une augmentation de la variabilité de l'état de santé et de bien-être entre les animaux. De tels changements nécessiteront sans doute des modes de suivi et de gestion du comportement et de paramètres de santé plus individualisés qui pourraient bénéficier d'applications numériques.

Conclusions

La santé animale, à la fois état et processus, se construit tout au long de la vie des animaux. En élevage cunicole, de nombreux leviers d'actions sont disponibles et doivent être mobilisés de manière cohérente dans une logique de gestion intégrée de la santé des animaux. Ils ont principalement pour objectif de favoriser la construction de la santé, de prévenir le contact avec les éléments biotiques et abiotiques nuisibles et de soutenir les capacités adaptatives des animaux afin qu'ils soient tolérants à ces éléments. Leur mobilisation conjointe et cohérente est nécessaire pour poursuivre la réduction de l'utilisation des antimicrobiens. Pour répondre à la nécessité d'améliorer le bien-être animal, de nouveaux systèmes de logement et d'élevage émergent et posent des questions inédites concernant la santé des animaux. Ainsi, l'accès des animaux à l'extérieur modifie les frontières et la dynamique des flux (matière, xénobiotique, agent pathogène, individu, gènes) entre l'élevage et la faune sauvage d'une part, et les milieux à forte anthropisation d'autre part. En référence au concept « One Health », la plus grande proximité des vecteurs, des réservoirs d'agents pathogènes ou des xénobiotiques présents dans les milieux sauvages ou anthropisés avec les élevages, représente un défi pour la gestion intégrée de la santé.

Remerciements

Les auteurs remercient tous les auteurs de l'article original duquel a été adapté cette communication (Fortun-Lamothe et al., 2023).

Références

- Anses, 2020. Suivi des ventes de médicaments vétérinaires contenant des antibiotiques en France en 2019, Anses-ANMV, France, novembre 2020, rapport, 97p. <https://www.anses.fr/system/files/ANMV-Ra-Antibiotiques2019.pdf> consulté le 04/08/2021
- Benguesmia M., Niepceyron A., Boucher S., Cortet J., Chaumeil T., Cabaret J., 2011. Evaluation de l'utilisation du vinaigre de cidre sur le parasitisme et la croissance chez les lapins biologiques. 14e Journées de la Recherche Cunicole. 22-23 novembre 2011, Le Mans, France. 9-12
- Blanc F., Ollion E., Puillet L., Delaby L., Ingrand S., Tichit M., Friggens N., 2013. Évaluation quantitative de la robustesse des animaux et du troupeau : quels principes retenir ? Renc. Rech. Rum., Paris, France, 20, 365-272.
- Boucher S., Mauvisseau T., Couriera M. 2017. Retour d'expérience sur la technique du phytogramme® : sensibilité des souches bactériennes isolées et lien avec l'IFTA. 17èmes Journ. Rech. Cunicoles, Le Mans, 21 et 22 novembre 2017, 4pp
- Chiron P., Doré A., Fortun-Lamothe L. 2023. Déterminants, motivations et résistance aux changements concernant la réglementation sur le bien-être animal chez les éleveurs de lapins français. 19^{èmes} Journ. Rech. Cunicole Fr., Le Mans, France, 22-23 mars.
- Coudert P., Rideaud P., Kpodékon M., 1999. Le point sur les pasteurelloses du lapin : Rapport de synthèse. Journées Rech. Cunicole, 8, 3-12 Paris, France
- Ducarmon Q.R., Zwitterink R.D., Hornung B.V.H., van Schaik W., Young V.B., Kuijper E.J., 2019. Gut microbiota and colonization resistance against bacterial enteric infection. Microbiol. Mol. Biol. Rev., 83, e00007-19.

- Gunia M., Douhard F., Savietto D., Sautier M., Fillon V., Rupp R., Moreno-Romieux C., Mignon-Grasteau S., Gilbert H., Fortun-Lamothe L., Ducos A. 2023. Contributions de la génétique animale à la transition agroécologique des systèmes d'élevage cynicole. 19^{èmes} Journ. Rech. Cynicole Fr., Le Mans, France, 22-23 mars.
- Ducrot C., Adam C., Beaugrand F., Belloc C., Blum J., Chauvin C., Chilton M., Collineau L., Faisnel J., Fortané N., Hellec F., Hémonic A., Jloy N., Lhermie G., Magne M.A., Paul M., Poizat A., Raboisson D., Rousset N., 2018. Apport de la sociologie à l'étude de la réduction d'usage des antibiotiques. INRAE Prod. Anim., 31, 307-324.
- Dumont B., Fortun-Lamothe L., Jouven M., Thomas M., Tichit M., 2013. Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century. *Animal*, 7, 1028-1043.
- Durand D., Collin A., Merlot E., Baéza E., Guilloteau L.A., Le Floch N., Thomas A., Fontagné-Dicharry S., Gondret F., 2021. Review: Implication of redox imbalance in animal health and performance at critical periods, insights from different farm species. *Animal*, 16, 100543.
- Feugier A., Fortun-Lamothe L., Lamothe E., Juin H. 2005. Une réduction du rythme de reproduction et de la durée de la lactation améliore l'état corporel et la fertilité des lapines. 11^{èmes} Journ. Rech. Cynicole Fr., Paris, France, 29-30 novembre, 107-110.
- Fortun-lamothe L., Prunier A., Bolet G., Lebas F., 1999. Physiological mechanisms involved in the effects of concurrent pregnancy and lactation on foetal growth and survival in the rabbit. *Livest. Prod. Sci.*, 60, 229-241.
- Fortun-lamothe L., Collet P.S., Read A.K., Mariana J.C., 2000. Effects of concurrent pregnancy and lactation in rabbit does on the growth of follicles in daughters' ovaries. *World Rabbit Sci.* 8, 33-40. <https://doi.org/10.4995/wrs.2000.415>
- Fortun-Lamothe L., Collin A., Combes S., Ferchaud S., Germain K., Guilloteau L., Gunia M., Lefloch N., Manoli C., Montagne L., Savietto D. 2023. Principes, cadre d'analyse et leviers d'action à l'échelle de l'élevage pour une gestion intégrée de la santé chez les animaux monogastriques. INRAE Prod. Anim. (accepté pour publication).
- Friggens N.C., Blanc F., Berry D.P., Puillet L. Review: Deciphering animal robustness. A synthesis to facilitate its use in livestock breeding and management. *Animal*, 11, 2237-2251. <https://doi.org/10.1017/S175173111700088X>
- Ganière J.P., Andre-Fontaine G., Drouin P., Faye B., Madec F., Rosnere G., Fourichon C., Wang B., Tillon J.P., 1991. L'écopathologie : une méthode d'approche de la santé en élevage. INRA Prod. Anim., 4, 247-256. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.1991.4.3.4339>
- Gidenne T., Fortun-Lamothe L., 2002. Feeding strategy for young rabbits around weaning: A review of digestive capacity and nutritional needs. *Anim. Sci.*, 75, 169-184. <https://doi.org/10.1017/S1357729800052942>
- Gidenne T., García J., Lebas F., Licois D., 2010. Nutrition and feeding strategy: interactions with pathology. In book: *Nutrition of the Rabbit*. de Blas C., Wiseman J. (Eds). 10, 179-199 CAB International. <https://doi.org/10.1079/9781845936693.0179>
- Gidenne T., Combes S., Fortun-Lamothe L., 2012. Feed intake limitation strategies for the growing rabbit: effect on feeding behaviour, welfare, performance, digestive physiology and health: a review. *Animal*, 6, 1407-1419.
- Gidenne T., Fortun-Lamothe L., Huang Y., Savietto D. 2023. Cyniculture biologique ou au pâturage: systèmes, réglementation, performances technico-économiques. 19^{èmes} Journ. Rech. Cynicole Fr., Le Mans, France, 22-23 mars.
- Gohier C., Menini F.X., Salaün J.M., Bourdillon A., Perdriau A. 2017. Effets de l'utilisation d'acides organiques en solution buvable sur les performances de croissance et la mortalité de lapins en engraissement. 17^{èmes} Journ. Rech. Cynicoles, Le Mans, 21 et 22 novembre 2017, 4pp
- Gotti V., Manoli C., Dedieu B., 2021a. Work organization and integrated management of animal health: What connections do they have? ISWA, 2nd Intern. Symp. Work in Agriculture: Thinking the future of work in agriculture, Clermont-Ferrand, France.
- Gunia M., David I., Hurtaud J., Maupin M., Gilbert H., Garreau H., 2018. Genetic parameters for resistance to non-specific diseases and production traits measured in challenging and selection environments; Application to a Rabbit Case. *Front. Genet.*, 9, 467.
- Halfon N., Larson K., Lu M., Tullis E., Russ E., 2014. Lifecourse Health Development: Past, Present and Future. *Matern. Child Health J.*, 18, 344-365.
- Huang Y., Breda J., Savietto D., Debrusse A-M., Bonnemère J.M., Gidenne T., Combes S., Fortun-Lamothe L. 2021. Effect of housing enrichment and type of flooring on the performance and behavior of female rabbits. *World Rabbit Sci.*, 29, 275-285.
- Hue-Beauvais C., Miranda G., Aujean E., Jaffrezic F., Devinoy E., Martin P., Charlier M. 2017. Diet-induced modifications to milk composition have long-term effects on offspring growth in rabbits. *J. Anim. Sci.* 95:761-770.
- Laclef E., Savietto D., Warin L., Huang Y., Bonnemère J.M., Combes S., Gidenne T., Fortun-Lamothe L., 2021. Part-time group housing if familiar rabbit does in large partitioned space: effects on performance and behaviour. 12th World Rabbit Congress, 3-5 November 2021, Nantes, France.
- Lanning D., Sethupathi P., Rhee K.J., Zhai S.K., Knight K.L., 2000. Intestinal microflora and diversification of the rabbit antibody repertoire. *J. Immunol.*, 165, 2012-2019.
- Licois D., 2009. Pathologie d'origine bactérienne et parasitaire chez le lapin : apports de la dernière décennie. In Proc. 13^{ème} Journ. Rech. Cynicole, 17-18 novembre 2009. Le Mans, France
- Martinez-Paredes E., Nicodemus N., Pascual J.J., Garcia J. 2022. Challenges in rabbit doe feeding, including the young doe. *World Rabbit Science*, 30:13-34.
- Rödel H.G., Bautista A., Hudson R., 2008. Why do heavy littermates grow better than lighter ones? A study in wild and domestic European rabbits. *J. Phys. Behav.*, 95, 441-448.
- Roumet A., Uzureau A., Favé M.C., Gidenne T., Leray M., Orain P., Theau-Clement M., Thomas S., Weber S., 2021. Élever des lapins Bio : Guide éleveur.se.s, 44 pp, <https://www.produire-bio.fr/articles-pratiques/un-guide-technique-pour-lelevage-de-lapins-bio/>
- Round J., Mazmanian S. 2009. The gut microbiota shapes intestinal immune responses during health and disease. *Nat. Rev. Immunol.*, 9, 313-323.
- Savietto, D., Friggens, N.C. & Pascual, J.J. 2015. Reproductive robustness differs between generalist and specialist maternal rabbit lines: the role of acquisition and allocation of resources. *Genet. Sel. Evol.* 47, 2 (2015). <https://doi.org/10.1186/s12711-014-0073-5>
- Schneider D., Ayres J., 2008. Two ways to survive infection: what resistance and tolerance can teach us about treating infectious diseases. *Nat. Rev. Immunol.*, 8, 889-895.
- Shrestha M., Garreau H., Balmisse E., Bed'hom B., David I., Guittou E., Helloin E., Lenoir G., Maupin M., Robert R., Lantier F., Gunia M., 2020. Genetic parameters of resistance to pasteurellosis using novel response traits in rabbits. *Gen. Sel. Evol.*, 52, 14 p.
- Suzuki K., 2018. The developing world of DOHaD. *J. Dev. Orig. Health Dis.*, 9, 266-269.
- Szendrő Z., Trocino A., Hoy S., Xiccato G., Villagrà A., Maertens L., 2019. A review of recent research outcomes on the housing of farmed domestic rabbits: reproducing does. *World Rabbit Sci.*, 27, 1-14.
- Tillon J.P., 1980. Épidémiologie des maladies du porc liées à l'élevage intensif. *Journ. Rech. Porcines en France*, 361-380.