

Quantification de l'ingestion d'aliment solide de lapereaux allaités et effets du diamètre et de la dureté des granulés sur leurs préférences alimentaires

Paës C.^{1,2}, Fortun-Lamothe L.¹, Bebin K.², Duperray J.³, Gohier C.⁴, Guené-Grand E.⁵, Rebours G.⁶, Aymard P.¹, Debrusse A-M.¹, Gidenne T.¹, Combes S.^{1*}

¹ GenPhySE, Université de Toulouse, INRA, INPT, ENVT, 31320 Castanet Tolosan

² CCPA, 35150 Janzé

³ EVIALIS, 56250 Talhouët

⁴ MiXscience, 35170 Bruz

⁵ INZO, 02407 Chierry

⁶ TECHNIA, 44220 Couëron

* correspondant : sylvie.combes@inra.fr

Résumé - L'apport précoce d'aliment solide constitue une piste de recherche pour améliorer la robustesse du lapereau autour du sevrage en contribuant à l'installation d'un microbiote plus résilient. Cette étude visait à 1/ quantifier et caractériser l'ingestion solide du lapereau dès 8 jours (8j) via un système d'alimentation au nid (coupelles ; 8-17j) puis en dehors du nid (mangeoires ; 15-35j) et 2/ déterminer les effets distincts du diamètre et de la dureté des granulés sur leur appétence. Quatre granulés de différents diamètres (2,0 ; 3,0 ; 4,0 et 6,0 mm) avec des taux de compression similaires ont été testés en double-choix dans un premier essai. Dans un second essai, des granulés issus de filières de même diamètre (2,5 ou 4,0 mm), mais ayant différentes épaisseurs (10, 12, 14 mm ou 18, 20, 24 mm) pour générer des duretés différentes, étaient testés deux à deux (n=10 portées par traitement). L'ingestion d'aliment solide a été observée à partir de 8 jours ($0,02 \pm 0,02$ g de MS/lapin). En moyenne, un lapereau a consommé $1,63 \pm 0,76$ g de MS dans le nid avec une forte variabilité inter-portée. L'ingestion solide précoce des portées n'a pas été affectée par les niveaux d'ingestion de lait ($P > 0,05$) mais a été corrélée positivement avec le poids de portée après égalisation ($0,4 \cdot r \cdot 0,5$; $P = 0,03$). L'attractivité du granulé de 2,0 mm de diamètre lorsqu'il était disponible aux mangeoires a été mise en évidence (entre 61% et 86% de la consommation totale). Les effets de la dureté sur les préférences alimentaires restent à approfondir. Nous concluons que l'apport d'un granulé de petit diamètre accessible au nid pourrait contribuer à stimuler l'ingestion solide avant sevrage. Un meilleur contrôle de l'ingestion de granulés par le lapereau allaité représente une première étape pour évaluer la modulation du microbiote digestif induite par cette ingestion précoce.

Abstract – Quantification of solid feed intake of suckling rabbits and pellets diameter and hardness effects on the dietary preferences. Stimulation of the early feed intake of suckling rabbits represents an avenue of research to improve robustness by promoting a resilient gut microbiota. This study aimed to (i) quantify and characterize early solid intake as of 8 days (8d) with an innovative feeding system (in the nest, 8-17d; outside of the nest in feeders, 15-35d), (ii) to separately determine pellets diameter and hardness effects on their palatability. In the first experiment, four pellets differing by diameters were tested in pairs: 2.0, 3.0, 4.0 and 6.0 mm. In a second experiment, pellets with the same diameter (2.5 or 4.0 mm) were pelletized with three die channel lengths: 10, 12, 14 mm or 18, 20 and 24 mm to obtain different hardness. Pellets of a given diameter were tested in pairs against each other (n=10 litters per treatment). Solid feed intake was observed at the litter level as of 8 days (0.02 ± 0.02 g of DM/rabbit). A total of 1.63 ± 0.76 g of DM/rabbit was ingested in the nest with a high inter-litter variability. The milk intake did not have an effect on the early solid intake ($P > 0.05$). The litter weight at equalization was correlated with the feed intake at 2 weeks of age ($0.4 \cdot r \cdot 0.5$; $P = 0.03$). The attractiveness of 2.0-mm-diameter pellets when they were available in the feeders was highlighted (from 61% to 86% of total consumption). Pellet hardness effect on the suckling rabbits dietary preferences still needs to be investigated. The onset of young rabbits' solid intake may be stimulated with easy access and palatable pellets. Better knowledge of suckling rabbits' feeding behaviour is opening the way for new studies on microbiota modulation through diet.

Introduction

En élevage cunicole, le sevrage est une période critique, souvent associée à une hausse de la mortalité et de la morbidité en raison d'affections digestives. Le microbiote digestif pourrait jouer un rôle clé dans la prévention de ces affections, puisqu'au-delà de son

implication dans la digestion, il contribue fortement à la santé de son hôte. La colonisation du microbiote cœcal est dépendante de l'arrivée de substrats apportés par l'alimentation solide (Padilha et al., 1995). Le développement des activités fermentaires qui se déroulent dans le cœcum dépendent donc

fortement du démarrage de l'ingestion solide (Piattoni et al., 1999). Afin d'améliorer la santé des lapins tout en limitant l'utilisation d'antibiotiques, nous proposons une démarche visant à optimiser l'implantation du microbiote digestif *via* la stimulation de l'ingestion solide précoce.

Avec les aménagements de cages actuels, les lapereaux n'accèdent aux granulés qu'à partir du moment où ils quittent le nid vers 16-18 jours. Or, les équipes de Gidenne et al. (2013) et Kacsala et al. (2018) ont montré que les lapereaux pouvaient consommer de l'aliment solide dès leur première semaine d'âge. Ces études ont consisté à directement introduire des granulés dans le nid des lapereaux et à évaluer l'ingestion volontaire des lapereaux de manière qualitative (observations) ou par mesures quantitatives discrètes (dénombrement des granulés disparus). La disponibilité des granulés, mais également l'adéquation de leur présentation, sont essentielles pour stimuler l'ingestion solide du jeune lapin. Les effets du diamètre du granulé (2,5 et 3,5 mm) sur les préférences alimentaires de lapereaux dès 15 ou 18 jours d'âge ont été précédemment investigués (Gidenne et al., 2003; Travel et al., 2009). Cependant, comme la réduction de diamètre des granulés aboutit à un changement de dureté pour une épaisseur de filière donnée, les effets diamètre et dureté étaient confondus dans ces études, rendant l'interprétation des résultats obtenus délicate.

Cette étude vise par conséquent à 1/ évaluer précisément par mesure quantitative la capacité d'ingestion précoce du lapereau *via* un dispositif expérimental original 2/ définir les préférences alimentaires du lapereau en termes de caractéristiques technologiques du granulé en distinguant les effets diamètre et dureté.

1. Matériel et méthodes

1.1. Logement des animaux

Deux essais ont été conduits au sein de l'unité expérimentale de PECTOUL (INRA Toulouse, Castanet-Tolosan). Des portées égalisées à 10 lapereaux à 2 jours d'âge (2j) ont été élevées dans des cages permettant une alimentation mère-jeunes séparée (adapté de Fortun-Lamothe et al., 2000). 60 et 63 portées ont été utilisées pour le premier et le second essai, respectivement. Une grille de séparation empêchait l'accès des femelles aux mangeoires des lapereaux tandis que les mangeoires des femelles étaient surélevées pour éviter que les lapereaux y consomment de l'aliment. Un allaitement contrôlé a été réalisé chaque jour entre 2j et 21j. A 2j, la qualité thermique du nid a été évaluée par un score compris entre 1 et 3 en fonction de la quantité de poils déposés par la lapine.

Deux types de granulés ont été apportés *ad libitum* au nid (longueur*largeur*hauteur = 38*25*20 cm) de 3j à 17j dans des coupelles en plastique ($\varnothing = 40$ mm, h = 32 mm) (Figure 1). Ces coupelles étaient retirées au moment de l'allaitement puis pesées sur une balance de précision 0,001 g avant d'être réintroduites dans le nid. De 15j à 35j (sevrage), les mêmes types de granulés ont été introduits hors du nid dans des mangeoires adaptées aux lapereaux. Pour éviter tout biais lié à la position des coupelles et des mangeoires, leur emplacement était inversé après chaque pesée.



Figure 1 : Dispositif d'alimentation au nid. Les granulés apportés diffèrent ici par leur diamètre

1.2 Mesures de l'ingestion et des performances zootechniques

L'ingestion au nid a été mesurée quotidiennement pour chaque portée de 3j à 17j dans le premier essai. La consommation de granulés s'étant révélée négligeable la première semaine, les mesures d'ingestion ont été réalisées de 8j à 17j dans le second essai. En cas de gaspillage ou de souillure des granulés, la consommation des deux coupelles était indiquée comme manquante. Les refus aux mangeoires ont été pesés à 18j, 21j, 25j, 28j, 32j et 35j. Les productions laitières ont été obtenues par différence de poids de la lapine avant et après allaitement deux fois par semaine jusqu'à 21j. Les portées ont été pesées chaque semaine. Au sevrage, à 50j et à 64j, les lapins ont été pesés individuellement.

1.3 Traitements expérimentaux

Afin d'évaluer les préférences du lapereau en termes de présentation des granulés uniquement, les essais ont été réalisés à partir de granulés de même composition. Les granulations ont été réalisées au sein du centre technique de Tecaliman (Nantes, France) à partir d'une même farine d'aliment produite par Euronutrition SAS (Saint-Symphorien, France) (protéines brutes : 176 g/kg brut, NDF : 337 g/kg, ADF : 189 g/kg, ADL : 72 g/kg, amidon : 52 g/kg, matières grasses : 33 g/kg, énergie brute : 17 MJ/kg). Le taux de compression d'une filière (longueur des canaux de compression divisée par leur diamètre) affectant la dureté du granulé produit (Thomas et Van

der Poel, 1996), ce paramètre a été modulé pour obtenir des granulés de différents diamètres et de dureté constante (essai 1, granulés A, B, C et D) ou des granulés de différentes duretés à diamètre constant (essai 2, granulés C, H, I et E, F, G). Ainsi, une même presse à granuler Kahl 14-175 (Amandus Kahl GmbH & Co. KG, Reinbek, Allemagne) a été utilisée pour la granulation avec neuf filières différentes dont les caractéristiques sont présentées dans le Tableau 1. Lors de l'étape de conditionnement de la farine, de la vapeur d'eau a été ajoutée à une même pression (1,7 bar) et un même débit (1,7 kg/h) de façon à obtenir une température en sortie de conditionneur de 65°C quel que soit le type de granulé produit. Pour les granulés A et B, une légère surchauffe est survenue lors de la granulation puisque les températures en sortie de filière de ces granulés ont respectivement atteint 79°C et 81 °C contre 73°C en moyenne pour les autres granulés. Cet échauffement peut aboutir à une réaction de Maillard, et ainsi modifier la valeur nutritionnelle de l'aliment (González-Vega et al., 2011).

Tableau 1 : Filières utilisées pour la production des neuf granulés expérimentaux

| Granulé | Essai | Taux de compression | Canaux de compression (mm) | |
|---------|--------|---------------------|----------------------------|----------|
| | | | Diamètre | Longueur |
| A | 1 | 5 | 2 | 10 |
| B | 1 | 5 | 3,2 | 16 |
| C | 1 et 2 | 4,5 | 4 | 18 |
| D | 1 | 4 | 6 | 24 |
| E | 2 | 4 | 2,5 | 10 |
| F | 2 | 4,8 | 2,5 | 12 |
| G | 2 | 5,6 | 2,5 | 14 |
| C | 1 et 2 | 4,5 | 4 | 18 |
| H | 2 | 5 | 4 | 20 |
| I | 2 | 6 | 4 | 24 |

De 3j à 35j, chaque portée a reçu deux types de granulés simultanément (double-choix). Dans le premier essai, 4 granulés de diamètres différents étaient testés deux à deux soit 6 combinaisons (traitements AB, AC, AD, BC, BD et CD avec AB qui correspond au granulé A testé contre le granulé B etc.). Les tests de préférences se sont interrompus à 32j en raison de stocks insuffisants pour le granulé A. Dans le second essai, des granulés de même diamètre (2,5 ou 4 mm) avec des taux de compression variables (étendue de 1,6 pts) étaient testés deux à deux, soit 6 combinaisons (traitements EF, EG et FG d'une part, CH, CI et HI d'autre part).

Les caractéristiques chimiques et physiques de chaque type de granulé distribué ont été mesurées (longueur, diamètre, dureté, durabilité, taille des particules, capacité de rétention en eau et vitesse de gonflement).

La dureté a été mesurée avec un appareil Kahl sur au moins 10 granulés de chaque type. La dureté se définit comme la charge maximale à appliquer pour casser la face supérieure d'un granulé (Bouvarel, 2009). Dans notre étude, la surface des différents types de granulés expérimentaux varie, et il est donc nécessaire de recalculer la dureté à partir des mesures Kahl et des caractéristiques des granulés. La dureté s'exprime alors en unité de pression (MPa) et est ainsi calculée :

$$D = (g * Dm) / (\pi * l * r)$$

D : dureté calculée (MPa), g : gravité (N/kg), Dm : dureté mesurée (kg force), l : longueur du granulé (mm) et r : rayon du granulé (mm).

Où $\pi * l * r$ est la moitié de l'aire latérale du granulé (surface de la face supérieure)

1.4. Analyses statistiques

Pour évaluer les préférences alimentaires au sein des traitements, des valeurs de consommation relative (CR) ont été calculées par portée et par type de granulé. Les CR ont ensuite été comparées à la valeur seuil de 50% par un t-test de Student (> 50% : expression d'une préférence, <50% : expression d'un rejet).

Les effets traitements sur l'ingestion et les performances zootechniques des portées ont été contrôlés par analyse de variance avant sevrage. Les effets de la qualité du nid, du poids de portée après égalisation et de la consommation de lait sur l'ingestion solide jusqu'à 21j ont été testés dans un modèle mixte linéaire avec la portée en effet aléatoire afin de gérer l'existence de mesures répétées dans le temps (données longitudinales). Après sevrage, l'effet des traitements expérimentaux sur la croissance des lapins a également été analysée par modèle mixte linéaire avec la portée en effet aléatoire puisque les animaux élevés dans une même cage d'engraissement peuvent provenir de portées différentes.

2. Résultats et discussion

2.1 Performances zootechniques

Aucun problème sanitaire n'a été enregistré lors des essais (mortalité de 4,5% de 3 à 35j puis de 1,8% en post-sevrage). Les productions laitières des femelles étaient identiques entre les traitements. L'ingestion solide totale et la croissance des lapereaux avant sevrage ne sont pas affectées par les traitements en double choix (Tableau 2). Face à des granulés de différentes natures, les lapins semblent réguler leur ingestion totale, expliquant des performances similaires.

Tableau 2 : Croissance et ingestion de lapereaux allaités disposant de granulés en double-choix

| Groupes | AB | AC | AD | BC | BD | CD | Prob | EF | EG | FG | CH | CI | HI | Prob |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Poids (g/lapin) | | | | | | | | | | | | | | |
| 21j | 302 | 317 | 303 | 311 | 326 | 309 | ns | 381 | 385 | 378 | 387 | 378 | 372 | ns |
| 35j | 842 | 859 | 777 | 782 | 824 | 812 | ns | 986 | 947 | 934 | 889 | 948 | 959 | ns |
| GMQ (g/jour) | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 – 21j | 12,0 | 12,8 | 12,2 | 12,5 | 13,4 | 12,5 | ns | 15,9 | 16,1 | 15,9 | 16,4 | 16,0 | 15,5 | ns |
| 21 – 35j | 38,6 | 38,4 | 33,8 | 33,6 | 35,6 | 35,9 | ns | 43,2 | 40,1 | 40,6 | 40,1 | 40,8 | 37,0 | ns |
| Ingestion journalière (g de MS/lapin) | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 – 27j | 15 | 17 | 17 | 13 | 14 | 16 | ns | 18 | 18 | 17 | 16 | 14 | 16 | ns |
| 28 – 35j | nc | nc | nc | 41 | 44 | 40 | nc | 55 | 52 | 51 | 54 | 53 | 47 | ns |

nc : non calculable car épuisement des stocks de granulés A

Les performances après sevrage sont équivalentes entre les lots avec un poids vif à 64 jours de 1833 ± 252 et de 2147 ± 232 g/lapin dans le premier et second essai respectivement. Les tests réalisés en double-choix ne permettent pas de conclure quant aux effets d'un granulé spécifique sur l'ingestion et les performances zootechniques. Des études préalables telles que celle réalisée par Presch (1984) semblent montrer que l'apport d'un aliment au nid en libre choix n'affecte pas le poids des lapereaux à 19j. En revanche, Presch a pu montrer que la réalisation d'un gavage précoce affectait positivement le poids des lapereaux. L'amélioration de la palatabilité de l'aliment démarrage, en augmentant l'ingestion précoce, pourrait contribuer à l'implantation du microbiote caecal mais aussi potentiellement affecter le poids des lapereaux au sevrage.

2.2 Profil d'ingestion du lapereau avant sevrage

A 8j, les trois quarts des portées consomment de l'aliment au nid tandis qu'à 12j, l'intégralité des portées ingère du granulé. Hudson et Distel (1982) ont également observé que les lapereaux consommaient le foin constitutif du nid à partir de 8j avec une ingestion plus élevée à partir de 11-12j. Indépendamment des traitements expérimentaux, la consommation totale de granulés de 8 à 17j est de $2,50 \pm 0,44$ g de MS/lapin (dont $1,63 \pm 0,76$ g de MS/lapin dans le nid). Ces valeurs sont conformes avec Presch, (1984) qui avait estimé que l'ingestion des lapereaux entre 16 et 19j valait 2,3 g/lapin. Le démarrage de l'ingestion est similaire entre les différents granulés. La Figure 2 présente la cinétique d'ingestion au nid, indépendamment du traitement expérimental. Entre 15 et 17j, période pour laquelle les lapereaux avaient accès aux granulés à la fois dans le nid et hors du nid, l'ingestion aux coupelles est plus importante que dans les mangeoires hors du nid (+29% d'ingestion soit +0.2 g de MS/lapereau; $P=0,003$). L'aliment y est sans doute plus accessible, puisque les lapereaux commencent à quitter le nid de façon occasionnelle

entre 13 et 18j d'âge (Hudson et Distel, 1982). Entre 8 et 17j, le ratio (granulés ingérés en matière fraîche) / (lait ingéré en matière fraîche) est égal à 1,3%. Bien que faibles, ces apports solides pourraient affecter l'implantation du microbiote digestif et le statut sanitaire comme constaté lors d'une étude des effets de la coprophagie des lapereaux sur la flore caecale (Combes et al., 2014). Après 21j, la consommation d'aliment solide augmente drastiquement comme précédemment décrit dans la littérature (Gidenne et al., 2013). D'après Gidenne et Fortun-Lamothe (2002), le ratio ingéré granulés/lait en matière fraîche évolue ainsi rapidement pour atteindre 12% entre 16 et 25j puis environ 71% entre 26 et 32j.

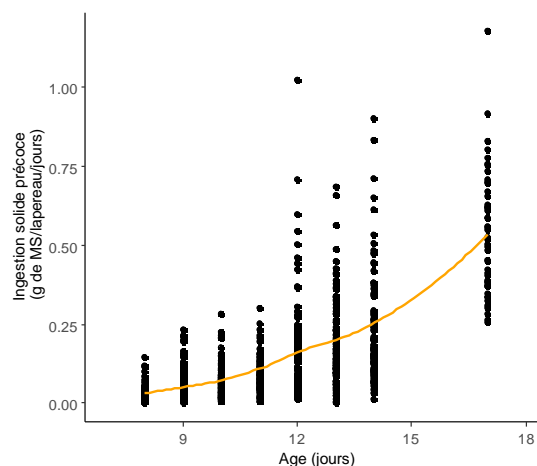


Figure 2 : Cinétique d'ingestion précoce (essais 1 et 2). Chaque point représente l'ingestion totale journalière mesurée par portée et recalculée par lapereau.

L'ingestion précoce est très variable entre les portées ($CV=89\%$ à 12j par exemple). Les qualités maternelles des femelles évaluées à travers les mesures de productions laitières et de qualité du nid n'affectent pas les quantités de granulés consommées jusqu'à 21j. En revanche, le poids de portée après égalisation (3j) est positivement corrélé à l'ingestion solide de la portée à deux semaines d'âge ($0,4 \leq r \leq 0,5$;

P=0,03). A l'échelle de l'individu, Pajor et al. (1991) avaient constaté que les porcelets sous la mère les plus lourds étaient ceux qui consommaient plus d'aliment pré-sevrage. Les consommations de lait jusqu'à 21j n'étaient quant à elles pas dépendantes du poids de portée après égalisation (P=0,38).

2.3 Caractéristiques physico-chimiques des granulés expérimentaux

Contrairement à ce qui était attendu, les granulés du premier essai présentent des écarts de dureté allant jusqu'à 0,4 MPa (tableau 3). On constate notamment que le granulé C est plus dur que le granulé D (+36%), alors qu'ils présentent des taux de compression et un processus de granulation similaires. Différentes conditions de refroidissement pourraient potentiellement expliquer ces écarts de dureté (Thomas et Van der Poel, 1996). Le granulé D présente également une durabilité anormalement faible ($85,7 \pm 1,1\%$). Cette faible résistance mécanique pourrait s'expliquer intrinsèquement par son grand diamètre (moindre cohésion des particules). En effet, il a été montré qu'une augmentation du diamètre des canaux de compression était associée à une réduction de durabilité sur des granulés de 4 à 8 mm de diamètre (Oduntan et Koya, 2016). Afin d'éviter une confusion des effets diamètre/dureté/durabilité, il est donc préférable d'étudier les consommations des granulés A, B et C qui ont des propriétés similaires. Dans le second essai, le granulé G se distingue des granulés de 2,5 mm de diamètre par une dureté plus importante (+0,3 MPa) tandis que le granulé C se distingue de son groupe en étant plus tendre (-0,2 MPa). Nous souhaitons toutefois obtenir des écarts de dureté plus élevés pour étudier ce facteur (à titre de comparaison nous avons mesuré une dureté de 4,11 MPa sur des bouchons de pulpe de betterave). Ces faibles écarts sont en lien avec les taux de compression peu

différenciés des filières disponibles pour ces essais. Le profil granulométrique en humide des différents granulés est proche avec en moyenne 62% de particules grossières (>3 mm) (Tableau 3). Les propriétés d'hydratation des granulés, évaluée par des mesures de capacité de rétention en eau et de vitesse de gonflement, n'ont pas été affectées par les différentes granulations.

2.4 Préférences alimentaires

Aucune préférence n'est observée au nid dans le premier essai. La faible activité des lapereaux au cours de leurs deux premières semaines de vie pourrait l'expliquer : leur exploration du nid est limitée et l'ingestion de granulés s'est probablement déroulée de façon aléatoire. Hors du nid, la CR du granulé A est significativement supérieure à 50% quand il est apporté face aux granulés B (P=0.021) et D (P<0.001), et tend à être supérieure à 50% en présence du granulé C (P=0.081) (Figure 3). Si l'on s'intéresse uniquement aux granulés A, B et C, ces résultats tendraient à indiquer la plus grande palatabilité des granulés de petits diamètres, à dureté comparable. Les données de Travel et al., (2009) ont également montré que le lapereaux s'orientaient préférentiellement vers les petits granulés, mais ces derniers étaient également plus tendres. Le granulé D est au contraire rejeté face aux granulés de plus petits diamètres (CR<30% ; P<0.001). En plus de son diamètre élevé, la faible durabilité de ce granulé pourrait également contribuer à sa faible palatabilité puisque les lapereaux ne consomment pas de fines (Maertens, 2010). Dans le second essai, les CR mesurées au sein des traitements testant les granulés de 2,5 mm de diamètre sont équivalentes sur toute la période de l'étude. Concernant les granulés de 4 mm de diamètre, un rejet est observé au nid pour le granulé I en présence du granulé C (CR=40% ; P=0,014) mais cette réponse ne se retrouve pas après

Tableau 3 : Principales caractéristiques physiques des granulés expérimentaux

| | A | B | C ¹ | D | SEM | E | F | G | SEM | C ¹ | H | I | SEM |
|---|------|------|----------------|------|------|------|-------|------|------|----------------|------|------|------|
| Taux de compression | 5 | 5 | 4,5 | 4 | | 4 | 4,8 | 5,6 | NC | 4,5 | 5 | 6 | |
| Diamètre (mm) | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 6,0 | 0 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 0 |
| Longueur (mm) | 8,9 | 8,6 | 8,8 | 9,4 | 0,5 | 8,2 | 8,8 | 8,5 | 0,2 | 8,8 | 8,2 | 8,5 | 0,2 |
| Dureté (MPa) | 1,19 | 1,36 | 1,45 | 1,06 | 0,15 | 1,54 | 1,52 | 1,76 | 0,09 | 1,45 | 1,69 | 1,66 | 0,11 |
| Durabilité (%) | 95,4 | 94,8 | 92,2 | 85,7 | 2,3 | 93,3 | 95,1 | 95,4 | 1,8 | 92,2 | 93,8 | 93,9 | 1,4 |
| % de particules restant sur le tamis à maille (mm) | | | | | | | | | | | | | |
| 1 mm | 45,7 | 47,6 | 43,4 | 40,5 | 0,9 | 46,4 | 45,43 | 46,9 | 0,6 | 43,4 | 44,8 | 48,0 | 1,0 |
| 0,5 mm | 8,9 | 13,4 | 10,8 | 10,3 | 0,6 | 10,2 | 10,71 | 10,7 | 0,3 | 10,8 | 11,3 | 10,9 | 0,5 |
| 0,315 mm | 6,9 | 6,5 | 5,6 | 7,2 | 0,3 | 8,1 | 5,97 | 6,1 | 0,5 | 5,6 | 4,2 | 5,8 | 0,6 |
| 0,1 mm | 3,4 | 3,8 | 4,4 | 4,1 | 0,3 | 3,8 | 3,44 | 4,4 | 0,2 | 4,4 | 5,1 | 3,8 | 0,5 |
| <0,1 mm | 35,1 | 28,7 | 35,9 | 37,9 | 1,1 | 31,5 | 34,45 | 32,0 | 0,6 | 35,9 | 34,7 | 31,5 | 0,7 |

¹ : granulé C commun aux deux essais (même fabrication)

17j. Aux mangeoires, quand H est en présence de I, ce dernier est moins consommé (CR=39% ; P=0,020). Le granulé I présente le taux de compression le plus élevé, mais cela ne s'est pas traduit par une dureté plus grande. L'effet potentiel de la dureté reste à investiguer en utilisant des filières avec des taux de compression plus contrastés. Il est probable que le lapereau allaité soit sensible à des niveaux de dureté plus élevés puisque Gidenne et Jehl (1999) ont montré que l'ingestion après sevrage (28-35j) était fortement réduite avec des granulés de dureté élevée riches en pulpes de betteraves.

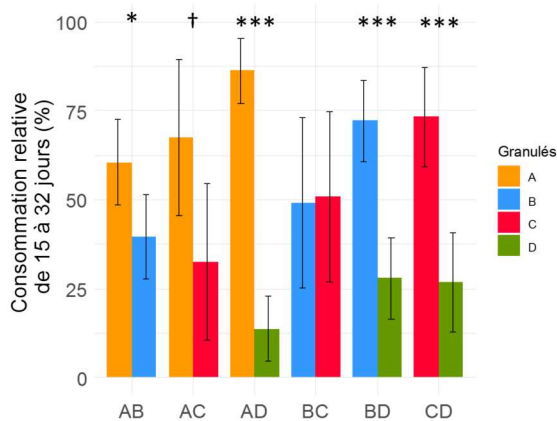


Figure 3 : Préférences alimentaires aux mangeoires selon le diamètre des granulés

Conclusions

Un système d'alimentation au nid permettant de quantifier l'ingestion de granulés chez le lapereau allaité a été testé avec succès. Il a été montré que les portées les plus lourdes à la naissance étaient associées aux niveaux d'ingestion précoce les plus élevés. Des tests de préférences alimentaires ont montré qu'à partir d'un certain âge, les lapereaux étaient capables de discriminer les granulés en fonction de leur diamètre. Les lapereaux n'étaient pas sensibles aux granulés des différentes duretés proposées, sans doute car nos fabrications n'ont pas permis d'obtenir des duretés suffisamment discriminantes. L'aptitude du lapereau à consommer de l'aliment solide et la connaissance de ses préférences alimentaires peuvent être exploitées pour promouvoir l'ingestion précoce et étudier ses effets sur le microbiote digestif et la santé.

Références

Bouvarel, I., 2009. Variation of feed intake in broiler chickens in case of sequential feeding. Thèse de doctorat. AgroParisTech.

- Combes, S., Gidenne, T., Cauquil, L., Bouchez, O., Fortun-Lamothe, L., 2014. Coprophagous behavior of rabbit pups affects implantation of cecal microbiota and health status. *J. Anim. Sci.* 92, 652–665.
- Fortun-Lamothe, L., Gidenne, T., Lapanouse, A., De Dapper, J., 2000. Technical note : An original system to separately control litter and female feed intake without modification of the mother - young relations. *World Rabbit Sci.* 8, 177–180.
- Gidenne, T., Combes, S., Fortun-Lamothe, L., Zemb, O., 2013. Capacité d'ingestion d'aliment sec par le lapereau au nid: interaction avec l'ingestion de fèces dures maternelles. 15^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole; Le Mans, 89–92.
- Gidenne, T., Fortun-Lamothe, L., 2002. Feeding strategy for young rabbit around weaning: a review of digestive capacity and nutritional needs. *Anim. Sci.* 75, 169–184.
- Gidenne, T., Jehl, N., 1999. Réponse zootechnique du lapin en croissance face à une réduction de l'apport de fibres, dans des régimes riches en fibres digestibles. 8^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole; Paris 109–113.
- Gidenne, T., Lapanouse, A., Fortun-Lamothe, L., 2003. Comportement alimentaire du lapereau sevré précocement: effet du diamètre du granulé. 10^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, Paris, 17-19.
- González-Vega, J.C., Kim, B.G., Htoo, J.K., Lemme, A., Stein, H.H., 2011. Amino acid digestibility in heated soybean meal fed to growing pigs. *J. Anim. Sci.* 89, 3617–3625.
- Hudson, R., Distel, H., 1982. The Pattern of Behaviour of Rabbit Pups in the Nest. *Behaviour* 79, 255–271.
- Kacsala, L., Szendrő, Z., Gerencsér, Z., Radnai, I., Kovács, M., Kasza, R., Nagy, I., Odermatt, M., Atkari, T., Matics, Z., 2018. Early solid additional feeding of suckling rabbits from 3 to 15 days of age. *Animal*. 12, 28–33.
- Maertens, L., 2010. Feeding systems for intensive production., in: de Blas, C., Wiseman, J., Allain, D., Blas, E., Carabano, R. (Eds.), Nutrition of the Rabbit. CABI, Wallingford, pp. 253–266.
- Oduntan, O.B., Koya, O.A., 2016. Effect of speed, die sizes and moisture contents on durability of cassava pellet in pelletizer. *Res. Agric. Eng.* 61, 35–39.
- Padilha, M.T.S., Licois, D., Gidenne, T., Carré, B., Fonty, G., 1995. Relationships between microflora and caecal fermentation in rabbits before and after weaning. *Reprod. Nutr. Dev.* 35, 375–386.
- Pajor, E.A., Fraser, D., Kramer, D.L., 1991. Consumption of solid food by suckling pigs: individual variation and relation to weight gain. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 32, 139–155.
- Piattoni, F., Maertens, L., Mazzoni, D., 1999. Effect of weaning age and solid feed distribution before weaning on performances and caecal traits of young rabbits. *Cah Opt Médit* 41, 85–91.
- Presch, S., 1984. A gastric intubation technique for preweaning rabbits and its application in creep feed evaluation. Master Thesis, University of Manitoba, Winnipeg Canada, 96 pp.
- Thomas, M., Van der Poel, A.F.B., 1996. Physical quality of pelleted animal feed 1. Criteria for pellet quality. *Anim. Feed Sci. Technol.* 61, 89–112.
- Travel A., Mirabito L., Chanay I. Souchet C, Galliot P., Weissman D., Corrent E., Davoust C. 2009. Préférences alimentaires du lapereau selon le diamètre du granulé dans le cadre d'une alimentation séparée mère-jeunes. 13^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole; Le Mans, 2-5