

INFLUENCE DE L'INGESTION PRÉCOCE OU DU RATIO PROTÉINE AMIDON SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE ET LE MICROBIOTE CAECAL CHEZ LE LAPIN

Combes S.¹, Ikken S.², Gidenne T.¹, Balmisse E.³, Aymard P.³, Gabinaud B.¹, Segura M.¹, Barilly C.¹, Travel A.²

¹INRA, GenPhySE, 24 Chemin de Borde Rouge Auzeville, 31326 Castanet-Tolosan, France

²ITAVI, Centre INRA Val de Loire, URA, 37380 Nouzilly, France

³INRA PECTOUL, 24 Chemin de borde Rouge, Auzeville, 31326 Castanet-Tolosan, France

Correspondant : sylvie.combes@inra.fr

Résumé – L'objectif de notre étude était de stimuler l'ingestion solide du lapereau allaité en modulant l'âge d'accès à l'aliment solide granulé (8j vs 18j) ou le ratio protéine/amidon de l'aliment (j18-j42). Dans le lot 1, les lapereaux allaités avaient accès, dès 8j dans le nid, à l'aliment P+A- (protéine digestible 13,5%; amidon 6,8%) ; dans le lot 2, les lapereaux avaient accès au même aliment mais à partir de 18j seulement. Pour le lot 3, les lapereaux étaient nourris à partir de 18 j avec un aliment P-A+ (protéine digestible 9,9%, amidon 8,9%) (17 portées par groupe). Au sevrage (35 j), les lapereaux ont été rationnés à 80% de l'ingestion volontaire. L'état sanitaire a été contrôlé quotidiennement, la production laitière de la lapine a été mesurée 2 fois par semaine, le poids vif et la consommation d'aliment des lapereaux, dans le nid entre 8 et 18j, puis dans la mangeoire (18-35j) ont été mesurés. Le poids relatif des organes, les paramètres fermentaires et la composition du microbiote caecal ainsi que les concentrations d'IgA fécale et d'IgG plasmatique ont été déterminés à 18 et 42 j (n=10 par groupe). Le taux de mortalité n'était pas différent entre les lots (2,8% entre 8 et 35 j ; et 0,4 % entre 35 et 70 j). L'ingestion précoce de granulé (0,75 granulé/lapin/jour 8 et 18j) n'a pas eu d'incidence sur la croissance jusqu'au sevrage des lapereaux. Sur la période 35 – 70 j, le lot 3 présente la croissance la plus élevée (39,5±0,4 g/j), la plus faible est observée pour le lot 2 (37,6 ± 0,4 g/j) tandis que le lot 1 présente une valeur intermédiaire (38,8±0,5 g/j). L'alimentation précoce affecte l'abondance relative de 10 et 20 espèces bactériennes (dont 16 appartiennent à la famille des Ruminococcaceae) à 18 et 42 j respectivement. A 42 j le ratio protéine/amidon de l'aliment modifie l'abondance relative de 45 espèces bactériennes (dont 20 appartiennent à la famille des Lachnospiraceae). L'ingestion précoce ou la qualité de l'aliment impacte modérément le microbiote caecal. Les répercussions sur la maturation du système immunitaire sont en cours d'analyse.

Abstract – Influence of early ingestion or protein to starch ratio on growth performance and caecal microbiote in rabbit - The objective of our study was to stimulate the solid intake of suckling rabbit by modulating the age of access to pelleted solid food (8 vs 18d) or protein / starch ratio of the feed from 18d. In group 1, suckling rabbits had access to feed P+A- (8.5% digestible protein, starch 6.8%) as early as 8 d. in the nest. In group 2, the rabbits had access to the same food but only from 18 d. For group 3, rabbits were fed from 18 d with a P-A+ feed (digestible protein: 9.9%, starch 8.9%) (17 litters per group). At weaning (35 d), the rabbits were fed at 80% of the voluntary intake. Health status was monitored daily, milk production was measured twice a week, young rabbits live weight and feed consumption in the nest between 8 and 18 d, and then in the feeder (18 - 35d) were measured. The relative organ weight, fermentation parameters and composition of the caecal microbiota, concentrations of fecal IgA and plasma IgG were determined at 18 and 42 d (n = 10 per group). The mortality rate was not different between the groups (2.8% between 8 and 35 days, and 0.4% between 35 and 70 d). In the nest between 8 and 18 days pellet consumption was 0.75 pellet / rabbit / day. This early pellet consumption did not affect the rabbit growth until weaning. During the period 35-70 days, group 3 had the highest growth (39.5 ± 0.4 g/d), the lowest was observed for lot 2 (37.6 ± 0.4 g/d) While group 1 has an intermediate value (38.8 ± 0.5 g/d). Early feeding affects the relative abundance of 10 and 20 bacterial species (16 belonging to the Ruminococcaceae family) at 18 and 42 d respectively. At 42 d the feed protein / starch ratio alters the relative abundance of 45 bacterial species (20 of which belong to the Lachnospiraceae family). Early ingestion or feed quality moderately influence the composition of the microbiota. The implications on immune system maturation are currently being analyzed.

Introduction

L'amélioration de la technicité des éleveurs et des pratiques d'élevage a induit une amélioration constante de la performance de production, et d'efficacité alimentaire en élevage cunicole (Combes et al. 2013, Gidenne et al. 2013a). En dépit de ces avancées, le contexte de l'entérocologie épizootique du lapin et la sensibilité aux troubles digestifs autour du sevrage (Licois et Marlier, 2008) contraignent les éleveurs à utiliser des intrants médicamenteux. Conscient du problème de l'émergence et la diffusion de bactéries résistantes aux antibiotiques, ainsi que du rejet social de ces pratiques, les acteurs de la filière cunicole ont engagé depuis 2011 une démarche de réduction et d'optimisation de l'utilisation des antibiotiques (démarche interprofessionnelle cunicole du CLIPP et plan interministériel Ecoantibio 2017). Identifier de nouveaux leviers permettant aux acteurs de la filière cunicole de mieux maîtriser la santé des lapins et ainsi poursuivre les efforts engagés est une priorité.

Dans les élevages professionnels les lapereaux ont accès à des aliments granulés seulement lorsqu'ils sont en mesure de quitter le nid. Or, le lapereau allaité est capable d'ingérer quelques granulés d'aliment ou fèces maternels à partir de 7 j d'âge (Gidenne et al. 2013b) dans le nid. Dans ce contexte, nous proposons des innovations nutritionnelles destinées aux jeunes lapereaux pour améliorer leur robustesse, basé sur 3 constats (Combes et al. 2013) (i) le microbiote digestif, partenaire symbiotique, joue un rôle important dans la préservation de la santé du lapereau. (ii) l'implantation du microbiote digestif est dépendante de l'ingestion d'aliment solide (iii) le levier alimentaire est l'un des plus efficaces pour contrôler la diversité du microbiote. Ainsi, dans cette étude, nous proposons de stimuler l'ingestion d'aliment solide granulé du lapereau avant le sevrage, soit par un apport précoce (dès 8j d'âge), soit en augmentant le ratio amidon/protéine.

1. Matériel et méthodes

1.1. Protocole expérimental

Deux jours après la mise bas, les portées ont été équilibrées à 11 lapereaux / femelle. Trois lots de 17 portées ont été constitués (figure 1). Tous les lapereaux avaient une alimentation séparée et différente de leur mère (Fortun-Lamothe, et al., 2000). Dans le lot 1, les lapereaux allaités avaient accès, dès 8j d'âge, dans le nid, à un aliment granulé "P+A-" (protéine digestible 13,5 %, amidon 6,8 %, tableau 1), dans le lot 2 les lapereaux avaient accès au même aliment mais à partir de 18j. Pour le lot 3, les lapereaux étaient nourris à partir de 18j avec un aliment "P-A+" (protéine digestible 9,9 %, amidon 8,9%, tableau 1). Les boîtes à nid ont été retirées à 21j.

Sept jours après la mise bas, le nid réalisé par la mère (poils + litière en copeaux de bois) est retiré pour être remplacé par un nid constitué de copeaux de bois,

recouverts de coton cardé pour garantir un confort thermique aux lapereaux. Les fèces éventuellement déposées par les mères au moment de l'allaitement, sont comptées puis remises sur le côté gauche du nid. Pour le lot 1, douze granulés (soit 1,8 g), sont placés à l'opposé. Les fèces de la mère sont laissées dans les nids, pour tous les lots avec un maximum de 10 fèces de manière à garantir l'hygiène du nid. L'ingestion de granulés par la portée ou de fèces maternelles dans le nid a été dénombrée quotidiennement.

Tableau 1 : Composition chimique des aliments.

% brut	P+A-	P-A+
ED (kcal/kg) ¹	2234	2246
Mat. Gr.		
ADF		
Protéine dig.	13,5	9,9
Cendres brutes		
Humidité		

1 : valeur mesurée

Au sevrage (35 j), les lapereaux ont été rationnés à 80% de l'ingestion volontaire calculée à partir de congénères contemporains pour chacun des lots et nourris ad libitum. A 42 j les lapereaux des trois lots ont été alimentés avec un aliment commercial type « croissance ». L'état sanitaire a été contrôlé de manière quotidienne, la production laitière de la lapine a été mesurée 2 fois par semaine, les lapereaux ont été pesés chaque semaine, les consommations alimentaires ont été mesurées au nid et à la mangeoire par portée.

A 18 et 42 j d'âge, 10 lapins par lot ont été abattus. Les poids de l'estomac, de la rate, du caecum plein de l'appendice vermiforme et de la valvule iléo-caecale, la concentration en IgG plasmatique et IgA fécale et les paramètres fermentaires ont été mesurés. La diversité et la composition du microbiote caecal ont été déterminées par pyroséquencage des gènes codant pour l'ARN16S.

1.2. Analyses statistiques

Les performances de croissance ont été analysées à l'aide d'un modèle linéaire mixte avec le lot comme effet fixe, la production de lait des lapines en covariable et la portée comme effet aléatoire. Les variables obtenues après sacrifice ainsi que les indices de diversité ont été analysées en utilisant un modèle linéaire avec un effet fixe du lot (5 niveaux). L'analyse différentielle de la composition du microbiote a été réalisée en utilisant le package DESeq (R)

2. Résultats et discussion

2.1. Croissance et consommation

Entre 8 et 18 j d'âge, l'ingestion moyenne de granulés (lot 1) est de 0,75 granulé/lapin/jour et n'a pas d'incidence sur la production laitière ou la croissance jusqu'au sevrage. Ces résultats confirment la capacité des lapereaux à ingérer de l'aliment solide (Gidenne et al. 2013b). Toutefois cette quantité d'aliment ingérée

reste négligeable au regard de la consommation de lait du lapereau qui est en moyenne de 29g/j/lapin sur la même période. Le taux de mortalité est faible, et ne diffère pas entre les lots (2,8% entre 8 et 35 j ; et 0,4 % entre 35 et 70 j). Dans nos conditions expérimentales avec un bon état sanitaire l'ingestion d'un aliment solide dès 8j ou la modification du ratio protéine/amidon ne permettent pas de mettre en évidence un effet bénéfique sur la santé.

Après le sevrage, en condition d'alimentation *ad libitum*, les lapereaux contemporains du lot 2 ont une consommation plus faible. En conséquence, en ingestion limitée (77% effective de l'*ad libitum*), les quantités

d'aliment distribuées ont respecté les mêmes différences entre lot. Pour la période de rationnement entre 35 et 42 jours, les meilleures performances de croissance sont observées pour les lapereaux du lot 3 (GMQ : +19%, IC : -0,3 point, Tableau 2). Sur la période 35 – 70j, le lot 3 présente la croissance la plus élevée, la plus faible est observée pour le lot 2 tandis que le lot 1 présente une valeur intermédiaire. L'indice de consommation n'est pas différent entre groupe. Un aliment riche en amidon semble donc montrer un intérêt pour la croissance post sevrage des lapereaux en condition sanitaire maîtrisée (4 lapins morts/220).

Figure 1 : Schéma expérimental et préparation des nids

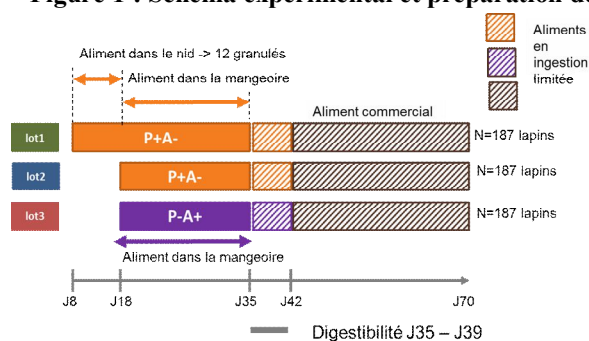


Tableau 2 : Consommation d'aliment et performance de croissance après le sevrage

	Lot 1	Lot 2	Lot3	Effet lot	Effet conso lait
Poids vif 35j (g)	855± 19	843± 18	847± 18	0,89	0,001
Consommation 35-42j (g/j/lapin)	90	86	91	(77% de l' <i>ad libitum</i>)	
Consommation 42-70j (g/j/lapin)	128	120	126		
GMQ 35-42j (g/j)	38,3± 1,0 ^b	38,9 ± 0,9 ^b	45,9 ± 0,9 ^a	0,001	0,49
IC 35-42j	2,43± 0,07 ^a	2,30± 0,06 ^a	2,07± 0,06 ^b	0,001	0,02
GMQ 35-70j (g/j)	38,8± 0,5 ^{ab}	37,6± 0,4 ^b	39,5 ± 0,4 ^a	0,01	0,10
IC 35-70j	3,13± 0,04	3,02± 0,03	3,07 ± 0,03	0,12	0,007

a, b, c, au sein d'une ligne les moyennes affectées de lettres différentes diffèrent au seuil de $p < 0,05$

2.2. Poids des organes, IgG plasmatique, IgA fécale, activité fermentaire et microbiote caecal

D'une manière générale, les paramètres de physiologie digestive et les teneurs en IgG plasmatique, IgA fécale ne sont pas ou peu affectés par l'alimentation précoce ou le ratio protéine/amidon de l'aliment. A 18 jours, la teneur en matière sèche du caecum était plus élevée (+5 pts $p < 0,05$) chez les lapereaux ayant eu accès aux granulés dès 8 jours. A 42 jours la concentration en NH₃ était la plus faible dans le lot 1 ($5,5 \pm 1,4$ mM), la plus élevée dans le lot 3 ($9,6 \pm 5,7$ mM) tandis que le lot 2 présentait une valeur intermédiaire ($8,4 \pm 2,1$ mM). Concernant le microbiote caecal, à 18 jours, l'apport de granulé au nid tend à augmenter la richesse (174 ± 29 vs 151 ± 18 $P = 0,08$ en nombre d'espèce bactérienne ou OTU). Exception faite d'un fort effet structurant de l'âge, la structure de la communauté n'est impactée ni par l'alimentation précoce ni par le ratio

protéine/amidon. En revanche, l'accès aux granulés dès 8 jours affecte l'abondance de 10 espèces (OTU) à 18 jours et 20 espèces à 42 jours (Tableau 3). Ces espèces appartiennent majoritairement à la famille des *Ruminococcaceae* (16 espèces). Le ratio protéine/amidon affecte l'abondance relative de 45 espèces dont 20 appartiennent à la famille des *Lachnospiraceae*.

Conclusions

Ces résultats confirment la capacité des lapereaux à ingérer précocement (dès 8j) un aliment granulé. Néanmoins, les quantités ingérées restent négligeables, et semblent ne pas avoir d'impact sur la croissance avant le sevrage. Néanmoins, nous posons l'hypothèse que cette ingestion pourrait faciliter l'implantation d'un microbiote digestif favorable au développement du système immunitaire. Ce dernier paramètre est en cours

d'analyse sur les 3 lots. Dans nos conditions expérimentales avec un bon statut sanitaire l'aliment avec le ratio protéine/ amidon le plus faible montrent les meilleures performances après sevrage

Tableau 3 : Espèces bactériennes caecales dont l'abondance (%) est différentielle entre les lots à 18 jours et 42 jours¹

	OTU	18 jours ²		42 jours			log2 Fold Change	Famille	Genre
		lot1 n=10	lot2 n=9	lot1 n=10	lot2 n=10	lot3 n=10			
J18 lot1 vs lot2	1	0,496	0,004	0,024	0,029	0,040	3,98	<i>Desulfovibrionaceae</i>	<i>Desulfovibrio</i>
	2	1,247	0,099	0	0	0	3,18	<i>Ruminococcaceae</i>	
	3	0,523	0,044	0,011	0,009	0	2,90	<i>Ruminococcaceae</i>	<i>Anaerotruncus</i>
	4	0,353	0,022	0,002	0,004	0,005	2,89	<i>Lachnospiraceae</i>	
	5	0,313	0,020	1,661	1,850	1,486	2,61	<i>Ruminococcaceae</i>	
	6	0	0,305	0,136	0,485	0,233	-3,23	<i>Ruminococcaceae</i>	
	7	0,313	0,038	0,013	0,002	0,004	2,34	<i>Family XIII</i>	
J42 lot1 vs lot2	1	0	0	0,015	0,247	0,131	-2,76	<i>Ruminococcaceae</i>	<i>Ruminococcaceae UCG-008</i>
	2	0	0	0,009	0,234	0,213	-2,80	<i>Ruminococcaceae</i>	<i>Ruminococcaceae UCG-005</i>
	3	0,002	0	0,027	0,249	0,151	-2,34	<i>Christensenellaceae</i>	<i>Christensenellaceae R-7 group</i>
	4	0	0	0,185	0,378	0,347	-2,31	<i>Ruminococcaceae</i>	<i>Ruminococcus</i>
	5	0	0,002	0,451	0,060	0,035	2,32	<i>Lachnospiraceae</i>	<i>Lachnospiraceae NK4A136 group</i>
	6	0,058	0,010	0,472	0,100	0,147	1,91	<i>Ruminococcaceae</i>	
	7	0	0	0,778	0,138	0,427	2,13	<i>Lachnospiraceae</i>	<i>Coprococcus</i>
J42 lot2 vs lot3	1	0,025	0,024	0,051	0,007	0,334	-3,31	<i>Anaeroplasmataceae</i>	<i>Anaeroplasma</i>
	2	0	0	0,134	0,055	0,763	-3,05	<i>Lachnospiraceae</i>	
	3	0,004	0	0,240	0,456	0,015	3,27	<i>Ruminococcaceae</i>	<i>Ruminococcus</i>
	4	0,024	0,002	0,327	0,069	1,121	-3,16	<i>Ruminococcaceae</i>	<i>Ruminococcus</i>
	5	0	0	0,313	0,316	0,015	2,91	<i>Lachnospiraceae</i>	<i>Tyzzerella</i>
	6	0	0	0,185	0,378	0,347	2,62	<i>Ruminococcaceae</i>	<i>Ruminococcus</i>
	7	0	0	1,466	0,838	1,463	-2,65	<i>Lachnospiraceae</i>	<i>Lachnospiraceae NK4A136 group</i>
	8	1,074	0,622	0,044	0,478	0,020	2,95	<i>Bacteroidaceae</i>	<i>Bacteroides</i>
	9	0	0	0,416	0,416	0,031	2,67	<i>Ruminococcaceae</i>	<i>Ruminococcaceae UCG-013</i>
	10	0,002	0	0,144	0,358	0,040	2,37	<i>Ruminococcaceae</i>	<i>Ruminococcus</i>
	11	0,024	0	0,044	0,400	0,449	2,26	<i>Lachnospiraceae</i>	<i>Coprococcus</i>
	12	0,302	0,212	0,011	0,011	0,094	-1,76	<i>Lachnospiraceae</i>	
	13	11,3	15,7	0,300	0,367	0,084	1,72	<i>Bacteroidaceae</i>	<i>Bacteroides</i>
	14	0	0	0,689	0,122	0,747	-2,15	<i>Lachnospiraceae</i>	<i>Lachnospiraceae NK4B4 group</i>
	15	0	0	0,429	0,176	0,909	-2,02	<i>Lachnospiraceae</i>	<i>Blautia</i>
J42 lot2 vs lot3	1	0	0,000	0,087	0,474	0,055	-2,04	<i>Christensenellaceae</i>	<i>Christensenellaceae R-7 group</i>
	2	0,015	0,000	0,165	0,943	0,145	2,32	<i>Lachnospiraceae</i>	<i>Marvinbryantia</i>
J42 lot1 vs lot2	3	0	0,000	0,160	0,007	0,236	-2,91	<i>Lachnospiraceae</i>	<i>Lachnospiraceae NK4A136 group</i>

1 Seules les espèces bactériennes dont l'abondance est >0,25 % pour au moins un groupe sont présentées

2 lot 1 : les lapereaux ont accès à 12 granulés/j dans le nid; lot 2 : les lapereaux n'ont pas d'accès aux granulés

Références

- Combes S., Gidenne T., Boucher S., Fortun-Lamothe L., Bolet G., Coureaud G., 2013. Lapereaux de la naissance au sevrage : quels outils pour des lapereaux plus robustes ? In 15ème Journées de la Recherche Cunicole, 20-21 Novembre, Le Mans (FRA), pp. 63-77.
- Chevance A., Moulin G., 2014. Suivi des ventes de médicaments vétérinaires contenant des antibiotiques en France en 2013. In (Ed. Ministère de l'Agriculture de l'Alimentation de la Pêche et des Affaires Rurales), p. 38. Anses - ANMV, Maisons-Alfort, France <https://www.anses.fr/fr/system/files/ANMV-Ra-Antibiotiques2013.pdf>.
- 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., Aubert C., Drouilhet L., Garreau H., 2013a. L'efficacité alimentaire en cuniculture: impacts technico-économiques et environnementaux., In Proc.: 15èmes J. Rech. Cunicoles, Bolet G. (Ed.) 19&20 nov., Le Mans, France, ITAVI publ., Paris, 1-13.
- Gidenne T., Combes S., Fortun-Lamothe L., Zemb O., 2013b. Capacité d'ingestion d'aliment sec par le lapereau au nid : interaction avec l'ingestion de fèces dures maternelles. In Proc.: 15èmes J. Rech. Cunicoles, Bolet G. (Ed.) 19&20 nov., Le Mans, France, ITAVI publ., Paris, 89-92.
- Licois D., Marlier D., 2008. Pathologies infectieuses du lapin en élevage rationnel. *INRA Productions Animales* 21, 257-268.