

Le transit digestif chez le Lapin

VI. — Influence de la granulation des aliments

F. LEBAS et J. P. LAPLACE (*)

avec la collaboration technique de C. GERMAIN et M. DELORME

Laboratoire de Recherches sur l'Élevage du Lapin

() Laboratoire de Physiologie de la Nutrition,
Centre national de Recherches zootechniques, I.N.R.A.,
78350 Jouy-en-Josas, (France)*

Résumé

Trente lapins de race californienne, des 2 sexes, ont reçu *ad libitum* l'un des 3 régimes ci-après : aliment standard granulé (A), aliment simplifié (B — maïs, soja, paille) sous forme de granulé ou de farine. Après 2 semaines d'habituatation, ils reçoivent à l'âge de 8 semaines une dose de ^{14}C dont l'élimination par voie fécale est suivie pendant 72 h.

Les résultats montrent que pour la même présentation (granulé) l'aliment B le plus digestible, est ingéré en plus faible quantité que l'aliment A; il est retenu plus longtemps dans le tube digestif et apporte en définitive à l'animal la même quantité quotidienne de matière sèche digérée.

Pour la même composition (B), on n'enregistre pas de différence importante dans le temps de rétention moyen entre les 2 types de présentation (farine — granulé). Par contre l'ingestion d'une plus grande quantité de farine autorise la digestion quotidienne d'une plus grande quantité de matière sèche sans bénéfice pour la croissance. Cette moins bonne efficacité alimentaire est à relier à la modification du rythme des apports. En effet avec la farine, l'ingestion « diurne » est plus importante et l'heure moyenne d'excrétion fécale est avancée.

Introduction

Dans un précédent travail (LEBAS, 1973) il a été montré que le Lapin était susceptible d'ingérer un aliment présenté sous forme de farine. L'économie technologique de la granulation se trouve cependant amoindrie par une plus faible croissance des lapins. L'objet de ce travail est de savoir quelles sont les éventuelles conséquences de la granulation à l'égard du transit digestif, indépendamment de l'effet classiquement favorable à l'ingestion alimentaire. En d'autres termes la plus faible efficacité alimentaire obtenue avec un aliment présenté sous forme de farine est-elle liée à une modification du transit digestif par rapport à celui du même aliment granulé?

Matériel et méthodes

Au total 30 lapins de race Californienne des 2 sexes ont été utilisés. A l'âge de 6 semaines, ils ont été placés en cage individuelle et ont reçu à volonté un des 3 régimes expérimentaux ci-après :

« Granulé A » : aliment commercial standard (LAPLACE, LEBAS, RIOPEREZ, 1974).
 « Granulé B » : aliment granulé de composition identique à celle de la farine B.
 « Farine B » : aliment expérimental à base de tourteau de soja, maïs et paille d'orge (LEBAS, 1973).

A partir de la 8^e semaine d'âge, les fèces dures sont collectées selon le procédé antérieurement décrit (LEBAS, LAPLACE, 1974) durant les 3 nycthémeres consécutifs à l'administration à 9 h 30 ⁽¹⁾ d'une solution de ¹⁴¹Ce (LAPLACE, LEBAS, RIOPEREZ, 1974). Les fèces recueillies sont, après dessiccation, soumises au comptage de la radioactivité; au terme des 72 heures, les viscères digestifs font également l'objet d'un comptage par compartiment; le détail de la méthodologie mise en œuvre a été décrit antérieurement (LAPLACE, LEBAS, 1975).

Résultats

I. — Croissances et consommations d'aliments

Les poids vifs moyens des 3 groupes de lapins, aux 3 principales étapes de l'expérience (habituation — administration du marqueur — abattage) sont analogues (tabl. 1). Toutefois la vitesse de croissance des lapins recevant leur aliment sous forme de farine B est plus faible ($P < 0,05$) que celle des lapins recevant l'aliment granulé A.

L'ingestion moyenne horaire des aliments granulés A et B n'est pas significativement différente quelle que soit la période du nycthémère considérée (tabl. 2). Par contre la distribution de farine B tend à accroître la consommation au cours de la période « diurne » (9 h 30-16 h 30). Cet effet est considérablement renforcé pour le premier nycthémère succédant à 2 jours sans contrôle (week end) pendant lesquels un gaspillage important a pu amener les animaux à une privation momentanée de nourriture. D'une façon générale la variabilité de la consommation est plus grande pour la farine B que pour les granulés A et B.

La quantité totale moyenne d'aliment ingéré par jour est plus faible ($P < 0,001$) pour le granulé B (96 ± 3 g/j) que pour le granulé A (118 ± 4 g/j). La consommation de farine B (114 ± 6 g/j) est également supérieure ($P < 0,05$) à celle du granulé B de même composition.

⁽¹⁾ 9 h 30 heure légale soit, lors de la réalisation de l'expérience, 7 h 30 heure solaire et non pas 8 h 30 heure solaire comme c'était le cas pour les expérimentations antérieures des mêmes auteurs.

TABLEAU I

Poids vifs moyens et gain moyen quotidien de poids vif : moyenne et écart-type de la moyenne
Mean live weights and daily weight gain : mean and standard deviation of the mean

Alimentation (Feeding)		Granulé A (Pellets A)	Granulé B (Pellets B)	Farine B (Meal B)
Poids vif à (Live weight at) : (g)	6 ^e semaine (6th week)	963 5	971 6	971 7
	8 ^e semaine (8th week)	1 449 19	1 452 24	1 409 21
	Abattage (Slaughter)	1 559 22	1 537 27	1 496 26
Gain de poids quotidien (Daily weight gain) (g) (1)		35,5 1,1	33,3 1,5	30,9 1,5

(1) De la 6^e semaine à l'abattage (17 jours). (From the 6th week to slaughter (17 days).)

TABLEAU 2

*Ingestion moyenne horaire d'aliment (g/h) au cours des périodes « diurne »
et « nocturne » : moyenne et écart-type de la moyenne*

*Mean hourly food intake (g/h) during « light » and « dark » periods :
mean and standard deviation of the mean*

Jour (Day)	1		2		3	
	9 h 30 to 16 h 30	16 h 30 to 9 h 30	9 h 30 to 16 h 30	16 h 30 to 9 h 30	9 h 30 to 16 h 30	16 h 30 to 9 h 30
Granulés A (Pellets A)	1,9 0,3	5,6 0,7	2,1 0,3	5,8 0,4	2,0 0,3	6,2 0,2
Granulé B (Pellets B)	1,7 0,4	4,9 0,2	1,3 0,3	5,3 0,3	2,3 0,8	4,4 0,5
Farine B (Meal B)	7,0 1,9	3,9 0,7	3,5 1,1	5,3 0,3	3,0 0,6	5,4 0,9

2. — Excrétion de fèces dures

La quantité de matière sèche excrétée par 24 h sous la forme de fèces dures (tabl. 3) ne varie pas significativement d'un jour à l'autre. L'ingestion de granulé A entraîne une excrétion deux fois plus importante que celle des aliments B.

L'excrétion de fèces dures par les lapins recevant du granulé A est extrêmement rare au cours de la période diurne. Par contre, 80 p. 100 des lapins émettent

TABLEAU 3

Quantités moyennes (g) de matière sèche excrétée sous forme de fèces dures au cours de chaque nycthémère expérimental et au cours de la période totale (rapportée à 24 h) : moyenne et écart-type de la moyenne

Mean quantities (g) of dry matter excreted as hard feces during each experimental day, and during the whole period (quantity per 24 h) : mean and standard deviation of the mean

Alimentation (Feeding)	Granulés A (Pellets A)	Granulé B (Pellets B)	Farine B (Meal B)
1 ^{er} jour (1st day)	39,6 2,4	20,5 2,1	22,2 1,3
2 ^e jour (2nd day)	38,7 3,8	19,2 1,5	21,3 1,5
3 ^e jour (3rd day)	40,2 2,0	17,1 1,7	20,6 1,3
Période totale (Whole period)	38,5 1,6	18,7 1,0	21,4 0,8

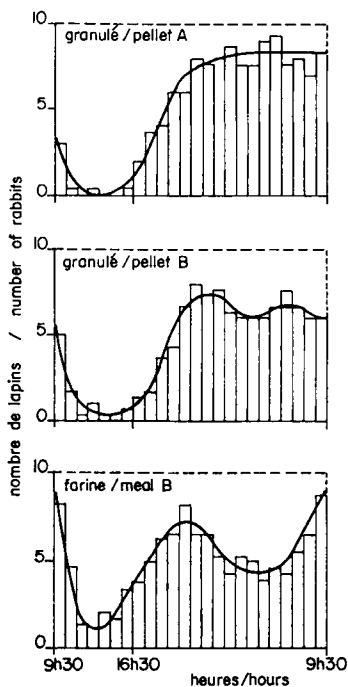


FIG. 1. — Nombre moyen de lapins ayant émis des fèces dures au cours de chaque heure du nycthémère
Mean number of rabbits producing hard feces during each hour of the day.

systématiquement des fèces dures au cours de chacune des collectes horaires entre 22 h et 9 h du matin (fig. 1). Cette proportion n'est que de 65 p. 100 dans cette même période pour les lapins consommant du granulé B. Lors d'ingestion de farine on observe deux minima (10 p. 100 seulement des lapins excrètent des fèces dures à 13 h, et 40 p. 100 à 4 h du matin) et deux maxima (80 p. 100 des lapins excrètent des fèces dures à 9 h et à 21 h) au cours du nyctémère. La répartition des quantités de matière sèche excrétée suit une évolution analogue au cours des 24 h.

L'heure moyenne d'excrétion fécale de matière sèche, pondérée en fonction des quantités émises (critère défini dans un précédent travail, LEBAS et LAPLACE, 1975) a été calculée sur la base des 3 nyctémères expérimentaux en heure réelle décimalisée. Elle est significativement plus précoce chez les lapins ingérant la farine B (23, 79 h) que chez les lapins ingérant les aliments granulés (A : 2,16 h du matin, B : 1,51 h du matin).

3. — Élimination du ^{141}Ce

Les courbes moyennes, exprimant sous forme cumulée l'excrétion fécale de la radioactivité au cours des 3 nyctémères, montrent (fig. 2) que l'excrétion débute plus précocement lors d'ingestion de farine B, et qu'elle est plus lente pour les aliments B que pour le granulé A.

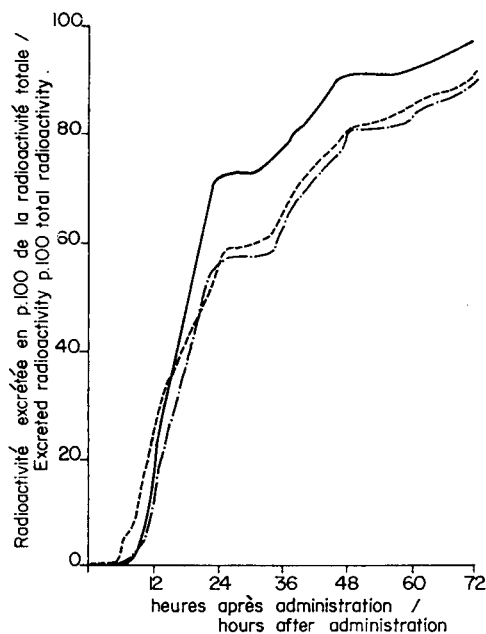


FIG. 2. — Quantités moyennes de radioactivité excrétée, cumulée d'heure en heure, en p. 100 de la radioactivité totale

(Cumulative quantities of excreted radioactivity, from hour to hour, as p. 100 of the total radioactivity); granulé [pellet A : ———; granulé [pellet B : —.—.—; farine [meal B : - - - -

TABLEAU 4

Radioactivité excrétée au cours de chacun des 3 nycthénières expérimentaux, et résiduelle dans le tube digestif, en p. 100 de la radioactivité totale : moyenne et écart-type de la moyenne.

Percent of total radioactivity excreted during each of the 3 experimental days and remaining in the gastro-intestinal tract: mean and standard deviation of the mean.

Alimentation (Feeding)	Granulé A (Pellets A)	Granulé B (Pellets B)	Farine B (Meal B)
1 ^{er} jour (1st day)	71,6 3,3	55,9 3,7	54,6 2,8
2 ^e jour (2nd day)	19,1 1,9	24,3 1,7	25,2 1,7
3 ^e jour (3rd day)	6,2 1,0	8,9 0,8	10,8 1,0
Rad. résiduelle (tube digestif) (Residual Rad. (G.I. tract))	3,2 0,6	10,3 2,3	8,5 1,2

Cependant si l'excrétion est plus importante ($P < 0,01$) au cours du premier nycthénière lors d'ingestion de granulé A, elle est ultérieurement inférieure à celle mesurée pour les 2 autres régimes (tabl. 4). La quantité totale de radioactivité résiduelle dans le tube digestif au terme des 3 nycthénières est plus faible ($P < 0,01$) chez les lapins ayant consommé du granulé A. La répartition de cette radioactivité résiduelle est cependant analogue pour les 3 groupes (tabl. 5).

TABLEAU 5

Répartition de la radioactivité résiduelle dans les 4 principaux compartiments du tractus digestif, exprimée en p. 100 de la radioactivité résiduelle totale dans ce dernier. Moyenne et écart-type de la moyenne.

*Residual radioactivity in the four main digestive compartments:
Percent of total. G.I. tract residual radioactivity. Mean and standard deviation of the mean*

Alimentation (Feeding)	Granulé A (Pellets A)	Granulé B (Pellets B)	Farine B (Meal B)
Estomac (Stomach)	15,8 2,2	13,3 2,6	12,2 2,9
Intestin grêle (Small bowel)	2,4 0,5	3,3 0,4	2,7 0,6
Caecum (Caecum)	62,1 2,6	61,3 2,2	66,4 4,1
Côlon (Colon)	19,7 1,4	22,1 1,2	18,8 1,7

La quantité totale de radioactivité excrétée n'atteignant pas 90 p. 100 pour certains lapins au terme des 72 h expérimentales, le calcul du coefficient de rétention moyen R ne peut être effectué selon sa définition usuelle. Nous avons recherché une approximation de ce coefficient R, calculée sur la base des temps moyens par groupe d'excrétion 10, 20... 90 p. 100 de façon à pouvoir comparer les effets des régimes entre eux. Il apparaît dans ces conditions un « R » approché plus élevé pour les aliments B (granulé : 31 h 24 mn, farine 29 h 27 mn) que pour le granulé A (23 h 08 mn).

Discussion

La moindre croissance des lapins recevant leur aliment sous forme de farine (LEBAS, 1973) est retrouvée dans les conditions de cette expérience. Les raisons peuvent en être recherchées, *a priori*, soit dans une moindre ingestion alimentaire, soit dans une différence du transit digestif.

Au plan de la consommation d'aliment, l'ingestion de farine se traduit par une tendance à l'étalement de la consommation sur les 24 h, avec une forte variabilité liée à la difficulté de préhension de cet aliment. La quantité ingérée de farine est supérieure à celle du granulé de même composition. Il ne s'agit pas là d'une surestimation liée au gaspillage puisque les coefficients d'utilisation digestive apparente de la matière sèche mesurés chez les lapins ingérant la farine B et le granulé B sont respectivement de 79,1 et de 78,4 p. 100. Compte tenu des différences de croissance, la farine B, ingérée en plus grande quantité, semble moins bien valorisée au niveau métabolique, que le granulé B. Cet effet est encore plus marqué par rapport au granulé A, ingéré en quantité équivalente, autorisant la meilleure croissance, et pourtant moins digestible (63,9 p. 100). Indépendamment de ces phénomènes, l'aliment B est moins bien consommé que l'aliment A pour une même présentation sous forme de granulé.

Ce dernier effet de la composition du régime est responsable de la plus forte excrétion fécale de matière sèche constatée avec le granulé A dont le coefficient d'utilisation digestive apparente de la matière sèche est le plus faible. Il est également à l'origine de la plus grande précocité d'excrétion du ^{141}Ce , et de la moindre radioactivité viscérale résiduelle constatées lors d'ingestion de granulé A. Ceci revient à dire que l'aliment faisant l'objet de la plus longue rétention est l'aliment le plus digestible.

Une influence de la granulation peut être décelée à l'égard du rythme d'excrétion fécale de matière sèche au cours des 24 h. Les rythmes obtenus pour les granulés A et B sont analogues à ce qui a été antérieurement décrit (LAPLACE, LEBAS, 1975), alors que la farine conduit à un rythme d'excrétion de type biphasique. Enfin, l'ingestion de farine conduit à avancer dans le nyctémère (d'environ 2 h) l'heure moyenne pondérée d'excrétion fécale. Ce phénomène peut être relié à l'étalement dans les 24 h de la prise d'aliment et plus particulièrement à l'existence d'une consommation non négligeable en période diurne. Une réserve à la généralisation de cet effet apparent de la distribution de farine doit cependant être faite, en raison de la surconsommation diurne observée le premier jour. Toutefois,

TABLEAU 6

Principales données synthétisant les performances des lapins au cours des 3 jours d'expérience.

Synthetic recollection of some performances of the rabbits during the 3 experimental days.

Alimentation (Feeding)	Granulé A (Pellets A)	Granulé B (Pellets B)	Farine B (Meal B)
Gain de poids vif quotidien (3 jours) (Daily weight gain (3 days) (g)	36,9	28,3	28,9
Consommation quotidienne d'aliment (Daily food in- take (g))	118,5	96,2	114,3
Indice de consommation (Feed conversion ratio)	3,2	3,4	3,9
Quantité de matière sèche digérée par jour (Daily dry matter digested (g)	75,7	75,4	90,4

une relation de même nature a déjà été observée dans des conditions de rationnement des animaux (LEBAS, LAPLACE, 1975).

En somme, l'influence de la composition du régime, appréciée pour une même présentation sous forme de granulé, peut être résumée de la façon suivante : l'aliment le plus digestible est ingéré en plus faible quantité, est retenu plus longtemps dans le tube digestif et apporte en définitive à l'animal la même quantité quotidienne de matière sèche digérée (tabl. 6); mais la différence qualitative est responsable de la moins bonne croissance constatée pour cet aliment.

Si l'on compare, à composition identique, les résultats obtenus avec le granulé B et la farine B, on n'enregistre pas de différence importante quant au temps de rétention moyen. Par contre, dans nos conditions expérimentales, l'ingestion d'une plus grande quantité de farine autorise la digestion quotidienne d'une plus grande quantité de matière sèche sans bénéfice pour la croissance (tabl. 6). Cette moins bonne efficacité alimentaire ne pourrait trouver d'explication que dans la perturbation du rythme des apports reflétée par l'augmentation de l'ingestion d'aliment en période diurne, avec comme corollaire le déplacement de l'heure moyenne pondérée d'excrétion fécale. Nous retrouvons là un effet analogue à celui qui a été observé (LEBAS, LAPLACE, 1975) lors de modification du rythme d'ingestion spontanée d'aliment dans une situation de rationnement.

En conclusion : La moindre croissance de lapins recevant leur aliment sous forme de farine n'est pas liée à une véritable perturbation du transit digestif, mais à la modification de la chronologie des apports nutritifs par le fait de changements du comportement alimentaire.

Summary

The digestive transit in the Rabbit. VI. — Effect of feed pelleting

In the present work an attempt was made to establish whether a modification of the digestive transit could account for the lower growth in rabbits fed with their feed in form of meal as compared to that of rabbits receiving the same feed in form of pellets. Retention in the digestive tract was studied by means of current methodology using¹⁴¹Ce as a tracer, in thirty 8-weeks old rabbits receiving *ad libitum* either a standard feed (pellet A) or a simplified feed B (soyabean, maize and straw) offered either in form of pellets or meal.

The lowest growth rate was found in rabbits receiving meal B (30.9 g/d versus 33.3 and 35.5 g/d, respectively for pellets B and A). The intake of meal took place all along the 24 h period. The total feed intake represented 118 g on an average for pellet A, only 96 g for pellet B, but reached 114 g for meal B. The 24 h faecal excretion of dry matter was lower (meal B : 21.4 g, pellet B : 18.7 g) for feeds B (ADC of dry matter, 78 per cent) than for pellet A (38.5 g — ADC, 64 per cent). Administration of feed B in form of meal led to a 24 h-excretion rhythm very different from the normal one (2 maxima at 9.00 and 21.00 h) and with an average hour of hard feces excretion located two hours earlier. Retention of radioactivity in the gut was longer for feed B than for pellet A. The residual radioactivity in the gut 72 h after the administration was lower for pellet A, but showed the same distribution pattern for the three diets.

The effect of the composition of the diet can be summarized as follows: the most digestible feed led to a lower food intake level, a longer retention in the digestive tract and finally the same daily digestible dry matter intake; but the qualitative difference was responsible for the poorer growth performances observed with this feed (B).

Comparison of the results obtained with pellet B and meal B, of the same composition, did not show any large difference in mean retention times. However, intake of a larger amount of meal resulted in daily digestion of a greater quantity of dry matter without improving the growth performances. This lower feed efficiency can only be explained by the disturbance in the rhythm of nutrient supplies reflected by the increased feed intake during the day and, parallel to that, the shifting in the average hour of hard feces excretion.

Références bibliographiques

- LAPLACE J. P., LEBAS F., 1975. Le transit digestif chez le lapin. 3) Influence de l'heure et du mode d'administration sur l'excrétion fécale du Cerium 141, chez le lapin alimenté *ad libitum*. *Ann. Zootech.*, **24**, 255-265.
- LAPLACE J. P., LEBAS F., RIOPÉREZ J., 1974. Le transit digestif chez le lapin. 1) Utilisation du Cérium 141. Étude méthodologique et descriptive. *Ann. Zootech.*, **23**, 555-576.
- LEBAS F., 1973. Note : Possibilité d'alimentation du Lapin en croissance avec des régimes présentés sous forme de farine. *Ann. Zootech.*, **22**, 249-251.
- LEBAS F., LAPLACE J. P., 1974. Note : Sur l'excrétion fécale chez le lapin. *Ann. Zootech.*, **23**, 577-581.
- LEBAS F., LAPLACE J. P., 1975. Le transit digestif chez le lapin. 5) Évolution de l'excrétion fécale en fonction de l'heure de distribution de l'aliment et du niveau de rationnement durant les 5 jours qui suivent l'application de ce dernier. *Ann. Zootech.*, **24**, 613-627.
-