

Le transit digestif chez le Lapin VII. — Influence de la finesse du broyage des constituants d'un aliment granulé

J. P. LAPLACE et F. LEBAS

avec la collaboration technique de C. GERMAIN

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

Résumé

Trente lapins de race californienne des 2 sexes ont consommé à volonté un même aliment granulé comprenant 50 p. 100 de luzerne, dont les constituants ont été préalablement broyés grossièrement, ou broyés finement en totalité, ou dont seule la luzerne a fait l'objet d'un broyage fin. Après 2 semaines d'accoutumance, ils ont reçu à l'âge de 8 semaines une dose de ^{141}Ce dont l'élimination par voie fécale est suivie pendant 72 heures.

Les résultats montrent que le broyage fin de l'aliment, avant sa granulation, entraîne un allongement du temps de rétention, sans modification du rythme d'excrétion de fèces dures. La réduction observée de la quantité de matière sèche excrétée en 24 h va de pair avec une amélioration du CUDa de la matière sèche. Le broyage fin de la seule fraction luzerne fournit des résultats intermédiaires.

Introduction

Un précédent travail (LEBAS, LAPLACE, 1977) a montré l'absence d'effet direct sur le transit digestif de la forme de présentation (farine vs granulé) d'un même aliment. Ce résultat n'exclut pas un effet de la taille des particules constitutives de telle ou telle forme d'aliment. Ainsi avons-nous été amené à constater indirectement que la plus grande finesse des particules marquées conduisait à un allongement du temps de rétention d'un marqueur (LAPLACE, LEBAS, 1975). L'objet de la présente expérience est de rechercher une preuve directe de l'influence de la taille des particules par l'usage d'un même aliment soumis à divers degrés de mouture avant granulation.

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 même aliment à base de luzerne déshydratée (50 p. 100), blé et tournesol (COLIN, LEBAS, 1976) ayant subi l'un des 3 traitements ci-après :

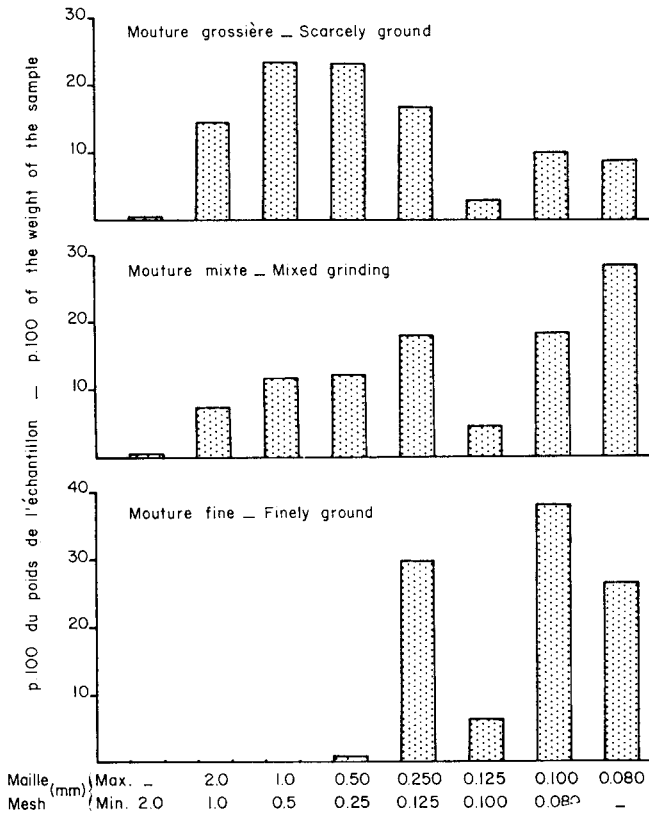


FIG. 1. — Distribution des tailles des particules constitutives de l'aliment avant agglomération selon le lot considéré. Ces mesures de granulométrie ont été obtenues par séparation sur des tamis à maille carrée de 2,0 - 1,0 - 0,5 - 0,25 - 0,125 - 0,100 - 0,080 mm de côté.

Distribution of particle size of the feeds before pelleting.
 Screening on square mesh of 2.0 - 1.0 - 0.5 - 0.25 - 0.125 - 0.100 - 0.080 mm.

- Mouture grossière : passage dans un broyeur à marteaux avec une grille de 2,5 mm. Cette préparation sert de base pour les deux préparations suivantes.
- Mouture mixte : broyage de la fraction blé et tournesol comme précédemment; broyage supplémentaire de la luzerne dans un broyeur centrifuge (Retsch Z.M.1) avec une grille de 0,25 mm.
- Mouture fine : deuxième broyage de la totalité de l'aliment avec le broyeur centrifuge à grille de 0,25 mm.

Ces 3 lots d'aliment, dont la granulométrie est précisée dans la figure 1, ont ensuite été agglomérés sous la forme de granulés de 5 mm de diamètre. La détermination de la granulométrie a été effectuée à l'aide d'un appareil « Tamisor » ⁽¹⁾ équipé de 7 tamis à mailles carrées. Le temps de tamisage a été de 5 mn pour chaque échantillon. Le mode d'expression adopté dans la figure 1 vise à éviter « l'écrasement » des classes extrêmes qui résulterait du mode d'expression classique, en coordonnées semi-logarithmiques, des pourcentages cumulés.

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 nycthémères consécutifs à l'administration à 9 h 30 ⁽²⁾ 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'aliment

Les gains moyens quotidiens de poids vif réalisés par les lapins au cours de la période pré-expérimentale et expérimentale ne diffèrent en aucun cas significativement. Il en est de même en ce qui concerne les consommations moyennes quotidiennes d'aliment durant les 3 jours d'enregistrement. Néanmoins, l'indice

TABLEAU I

Performances de croissance et de consommation des lapins au cours de la période pré-expérimentale (accoutumance à l'aliment) et des 72 h après administration du ¹⁴¹Ce

Growth performances and food intake of the rabbits during the preliminary period (habituation to the food) and during the 72 hours after ¹⁴¹Ce administration

Mouture de l'aliment (Grinding)	Gain de poids (GMQ) g/jour (Mean daily weight gain (g/day))		Consommation moyenne quot. (g) (Mean daily food intake (g))	Indice de consommation (Feed conversion ratio)
	6 sem. - abattage (6 weeks - slaughter)	8 sem. - abattage (8 weeks - slaughter)		
Grossière (Coarse)	33,3 ⁽¹⁾ 1,6	30,4 1,8	123,7 4,3	3,92 0,21
Mixte (Mixed)	30,4 3,2	36,0 3,8	115,7 4,7	3,58 0,50
Fine (Fine)	33,0 2,6	36,1 2,9	124,8 6,6	3,28 0,20

⁽¹⁾ Moyenne et écart-type de la moyenne. (Mean and standard deviation of the mean.)

⁽¹⁾ Société Tamisor, 24, rue Sainte-Croix-Bretonnière, Paris (4^e).

⁽²⁾ 9 h 30 heure légale soit, lors de la réalisation de l'expérience, 8 h 30 heure solaire.

de consommation de l'aliment finement broyé est significativement meilleur ($P < 0,05$) que celui de l'aliment grossièrement moulu (tabl. 1). Le lot d'aliment mixte fournit un résultat intermédiaire. Aucune modification du rythme spontané d'ingestion d'aliment n'a été constatée.

2. — Excrétion de fèces dures

Le broyage additionnel total (fin) ou partiel (mixte) entraîne une réduction significative ($P < 0,01$) du nombre d'heures au cours desquelles est observée une excrétion de fèces dures, ainsi que de la quantité de matière sèche excrétée en

TABLEAU 2

Variations, selon la finesse de mouture des constituants de l'aliment granulé, du nombre d'heures au cours desquelles est constatée une excrétion de fèces dures, de la quantité totale de matière sèche ainsi émise, de l'heure moyenne pondérée d'excrétion fécale (valeurs moyennes sur les 3 rythèmes expérimentaux), et du coefficient d'utilisation digestive apparente de la matière sèche.

Variations, according to the grinding fineness of feed before pelleting, of the daily number of hours with hard feces excretion, of the daily quantity of excreted dry matter, of the average hour of excretion (mean values for the 3 experimental days) and of the apparent digestibility coefficient of dry matter.

Mouture de l'aliment (Grinding)	Nombre d'heures d'excrétion par jour (Number of hours with hard feces excretion per day)	Quantité de matière sèche excrétée (g/24 h) (Excreted dry matter (g/24 h))	Heure moyenne pondérée d'excrétion (Average hour of excretion of hard feces)	CUD de la matière sèche (p. 100) (Digestibility coefficient of dry matter (p. 100))
Grossière (Coarse)	13,6 ⁽¹⁾ 0,5	33,2 1,1	24,6 0,2	69,7 1,2
Mixte (Mixed)	10,4 0,5	26,9 1,2	24,0 0,4	74,0 0,9
Fine (Fine)	10,2 0,4	25,4 1,4	24,8 0,4	77,3 1,4

⁽¹⁾ Moyenne et écart-type de la moyenne. (Mean and standard deviation of the mean.)

24 heures (tabl. 2). Par contre, cette réduction quantitative n'est accompagnée d'aucun déplacement de la période d'excrétion (heures moyennes pondérées d'excrétion analogues).

Le coefficient d'utilisation digestive apparente de la matière sèche est significativement amélioré tant par le rebroyage total ($P < 0,01$) que par celui de la fraction luzerne seule ($P < 0,05$).

3. — Élimination du ^{141}Ce

Les courbes moyennes d'excrétion fécale de radioactivité, cumulée au cours des 72 heures après administration du ^{141}Ce , montrent (fig. 2) que l'excrétion est d'autant plus lente que l'aliment est plus finement moulu. La durée des périodes

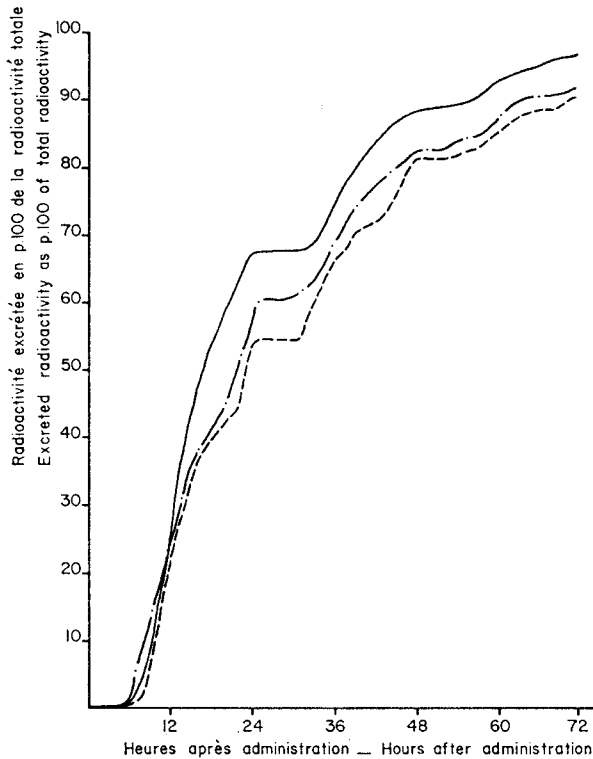


FIG. 2. — Quantités moyennes de radioactivité excrétée, cumulée d'heure en heure, en p. 100 de la radioactivité totale, selon le lot d'aliment consommé :

mouture grossière : —————
 mouture mixte : — . — . — . —
 mouture fine : - - - - -

Cumulative quantities of excreted radioactivity, from hour to hour, as per cent of the total radioactivity.

coarsely ground : —————
 mixed grinding : — . — . — . —
 finely ground : - - - - -

de cæotrophie (9,8 h), responsables des paliers de la courbe d'excrétion, est la même pour les 3 groupes compte tenu d'une variabilité de 24 p. 100 sur l'ensemble de la population.

Les quantités de radioactivité excrétées dans les fèces dures par période de 24 heures (tabl. 3) sont analogues pour les moutures mixte et fine; elles sont significativement ($P < 0,05$) plus faibles que celles mesurées pour la mouture grossière

TABLEAU 3

Quantité de radioactivité excrétée au cours de chacun des 3 nycthémères,
et retrouvée dans les viscères au bout de ce délai, après administration de ^{141}Ce

Per cent of total radioactivity excreted during the 3 experimental days,
and remaining in the gastro intestinal tract 72 h after ^{141}Ce administration

Mouture de l'aliment (Grinding)	Radioactivité en p. 100 du total (Radioactivity as p. 100 of total)			
	1 ^{er} jour (1st day)	2 ^e jour (2nd day)	3 ^e jour (3rd day)	Tube digestif (GI tract)
Grossière (Coarse)	67,2 2,7	21,5 2,0	7,7 0,9	3,6 0,9
Mixte (Mixed)	57,9 2,9	21,4 2,8	10,6 1,1	7,6 0,8
Fine (Fine)	54,3 4,8	25,5 3,1	10,4 1,6	9,7 2,1

(¹) Moyenne et écart-type de la moyenne. (Mean and standard deviation of the mean.)

TABLEAU 4

Répartition de la radioactivité dans les différents compartiments digestifs en p. 100
de la radioactivité viscérale résiduelle 72 h après administration de ^{141}Ce

Residual radioactivity in the main digestive compartments:
per cent of total gastro intestinal residual radioactivity

Mouture de l'aliment (Grinding)	Radioactivité en p. 100 du total viscéral (Radioactivity as p. 100 of GI tract residual R)			
	Estomac (Stomach)	Intestin grêle (Small bowel)	Cæcum (Caecum)	Côlon (Colon)
Grossière (Coarse)	16,8 (¹) 2,1	5,6 0,6	53,3 5,1	24,2 3,2
Mixte (Mixed)	12,5 2,0	3,5 0,3	62,9 1,8	21,2 1,9
Fine (Fine)	10,2 1,6	3,6 0,4	64,7 2,4	21,3 1,8

(¹) Moyenne et écart-type de la moyenne. (Mean and standard deviation of the mean.)

au cours du seul premier nyctémère. Au terme des 72 heures d'enregistrement, la radioactivité résiduelle dans les viscères est à l'inverse significativement plus élevée pour les moutures mixte ($P < 0,05$) et fine ($P < 0,01$) que pour la mouture grossière. La répartition de cette radioactivité viscérale résiduelle dans les divers compartiments digestifs (tabl. 4) est analogue pour les moutures mixte et fine. Dans ces 2 cas, le pourcentage de radioactivité retrouvée dans l'intestin grêle est significativement plus faible ($P < 0,05$) et le pourcentage restant dans le cæcum plus élevé ($P < 0,10$) que lors d'ingestion de l'aliment grossièrement moulu. Corrélativement la radioactivité résiduelle dans l'estomac est réduite ($P < 0,05$) pour l'aliment le plus finement moulu (fine vs grossière).

La quantité totale de radioactivité excrétée n'atteignant pas 95 p. 100 pour certains lapins au terme des 72 h expérimentales, le calcul du coefficient de rétention moyen R ne peut être effectué selon la définition usuelle. Nous avons recherché une approximation de ce coefficient R, calculé 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 » d'autant plus élevé que l'aliment est plus finement moulu : mouture grossière, 24 h 02 mn — mouture mixte, 27 h 35 mn — mouture fine, 30 h 20 mn.

Discussion

Au terme de ce travail, il apparaît qu'effectivement pour un même type de présentation et une même composition, l'aliment le plus finement broyé est retenu le plus longtemps dans le tube digestif, en accord avec ce qui avait été déduit d'observations antérieures (LAPLACE, LEBAS, 1975). De même est confirmé, pour des conditions expérimentales différentes, le fait que les particules les plus fines franchissent l'intestin grêle plus rapidement. Leur apparente accumulation préférentielle dans le cæcum confirme les conclusions de BJÖRNHAG (1972) selon lequel une ségrégation, intervenant dans le côlon, serait suivie d'un refoulement des particules les plus fines vers le cæcum.

Il est généralement admis que les cæcotrophes sont essentiellement constitués de contenu cæcal (BONNAFOUS, RAYNAUD, 1967). Par conséquent, les fines particules devraient entrer en proportion relativement importante dans les cæcotrophes et, par la réingestion de ceux-ci, faire l'objet d'une rétention plus longue et d'une digestion plus complète. Tel est effectivement le cas puisque l'aliment le plus finement moulu est non seulement retenu plus longtemps mais s'avère aussi être le plus digestible.

Ces conséquences semblent *a priori* intéressantes puisque l'efficacité alimentaire se trouve améliorée par un rebroyage complet. Néanmoins ces déductions d'ordre physiologique ne peuvent être généralisées au plan de l'élevage. Ce sont en effet environ 40 lapins qui ont dû être mis en pré-expérience pour que soient disponibles pour l'expérimentation 20 lapins consommant les aliments mixte ou fin sans troubles digestifs apparents (diarrhées, pertes de poids).

Conclusion

Un broyage fin de l'aliment, préalablement à sa granulation, conduit à un allongement du temps de rétention, à une meilleure digestibilité voire une meilleure efficacité alimentaire, mais avec, semble-t-il une augmentation de l'incidence des troubles digestifs.

Accepté pour publication en mars 1977.

Summary

The digestive transit in the Rabbit

VII. — Effects of grinding fineness of the feed ingredients before pelleting

Thirty Californian rabbits, of both sex, received *ad libitum* the same pelleted feed (including 50 per cent of alfalfa). Previously to the pelleting, the feed ingredients were either coarsely ground, or finely ground, or the alfalfa alone was finely ground. After 2 weeks (habituation), they received, at the age of 8 weeks, a single dose of ^{141}Ce , the fecal excretion of which was measured during 72 hours.

The results showed that the fine grinding of feed ingredients before pelleting led to an increase of the retention time (+ 6 h) without any change in the excretion rhythm of hard feces. The decrease in the quantity of daily excreted dry matter (33 to 25 g) followed the improvement of the apparent dry matter digestibility (70 to 77 per cent). The fine grinding of alfalfa alone gave intermediate results.

Références bibliographiques

- BJÖRNHAG G., 1972. Separation and delay of contents in the rabbit colon. *Swedish J. Agric. Res.*, **2**, 125-136.
- BONNAFOUS R., RAYNAUD P., 1967. Recherches sur le rôle du côlon dans la dualité de l'excrétion fécale du lapin. *Arch. Sci. Physiol.*, **21**, 261-270.
- COLIN M., LEBAS F., 1976. Méthodes d'étude de la digestibilité des aliments chez le lapin. 2) Périodicité des récoltes. *Sci. Tech. Anim. Lab.*, **1**, 129-133.
- 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 Cérium-141, chez le lapin alimenté *ad libitum*. *Ann. Zootech.*, **24**, 255-265.
- LAPLACE J.-P., LEBAS F., RIOPEREZ J., 1974. Le transit digestif chez le Lapin. 1) Utilisation du Cérium-141. Étude méthodologique et descriptive. *Ann. Zootech.*, **23**, 555-576.
- LEBAS F., LAPLACE J.-P., 1974. Note : Sur l'excrétion fécale chez le Lapin. *Ann. Zootech.*, **23**, 577-581.
- LEBAS F., LAPLACE J.-P., 1977. Le transit digestif chez le Lapin. 6) Influence de la granulation des aliments. *Ann. Zootech.*, **26**, 83-91.