

## LE TRANSIT DIGESTIF CHEZ LE LAPIN

### II. — RÉPARTITION DE LA RADIOACTIVITÉ APRÈS INGESTION D'ALIMENT MARQUÉ AU CÉRIUM-141

J. P. LAPLACE, F. LEBAS\* et J. RIOPEREZ (1)  
avec la collaboration technique de G. AUBOURG et C. GERMAIN

*Laboratoire de Physiologie de la Nutrition,*

*\* Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs,  
Centre national de Recherches zootechniques, I. N. R. A.,  
78350 Jouy en Josas*

---

### RÉSUMÉ

Le transit digestif a été étudié sur 40 lapins de 8 semaines non contraints et toujours alimentés *ad libitum*, par abattages toutes les 30 mn durant les quatre heures qui ont suivi l'ingestion à 9 h 30 d'un granulé contaminé avec 2 à 3  $\mu\text{C}$  de chlorure de  $^{141}\text{Ce}$ .

Le comptage de radioactivité a été effectué globalement pour chacun des 8 segments délimités sur le tube digestif. Les données recueillies sont comparées aux résultats obtenus antérieurement après administration du même marqueur sous forme liquide.

Trente minutes après ingestion du granulé, 21 p. 100 seulement de la radioactivité a quitté l'estomac et progressé jusqu'à l'iléon sans atteindre le cæcum. Au bout de 60 mn, il y a déjà 27,6 p. 100 de la radioactivité dans le cæcum, tandis que le côlon proximal est atteint en 90 mn et le côlon distal en 120 mn. La radioactivité retrouvée au total dans le cæcum et l'estomac représente toujours un pourcentage à peu près constant (77 p. 100) de la radioactivité totale. L'absence de figures caractéristiques de la cæcotrophie conduit à l'élaboration de plusieurs hypothèses liées soit une influence de l'heure (et de la saison), soit à un stockage temporaire des cæcotrophes avant leur émission, soit à une ségrégation physique des particules.

---

### INTRODUCTION

Dans un précédent travail (LAPLACE, LEBAS, RIOPEREZ, 1974) a été décrite la répartition de la radioactivité, dans les divers compartiments digestifs du Lapin, durant les 4 h consécutives à l'administration par voie orale de chlorure de Cérium

(1) Boursier du gouvernement espagnol. Stagiaire au Laboratoire de Physiologie de la Nutrition.

( $^{141}\text{Ce}$ ) sous forme liquide. Chez le Rat, FRANÇOIS, COMPÈRE et RONDIA (1968) ont constaté un retard d'une heure de la première apparition du marqueur dans les fèces lorsque ce dernier est apporté par un aliment marqué plutôt que sous forme liquide. Cette observation nous a conduit à examiner dans le cas du Lapin l'influence du mode d'administration du marqueur sur la répartition dans le tube digestif. Le présent travail, complément de l'étude antérieure, consiste donc à étudier la répartition de la radioactivité durant 4 h après ingestion d'aliment standard granulé préalablement contaminé avec du Cérium 141.

## MATÉRIEL, ET MÉTHODES

Au total 40 lapins des deux sexes, âgés de 8 semaines et pesant en moyenne  $1\,506 \pm 34$  g, ont été utilisés pour cette étude au cours du mois de mai 1974. Toutes les conditions d'habitat et d'alimentation (*ad libitum*) des lapins ont été identiques à celles mises en œuvre antérieurement (LAPLACE, LEBAS et RIOPEREZ, 1974). L'aliment utilisé, dont la composition a été décrite, est également le même.

L'aliment contaminé est distribué à 9 h 30 précises sous forme d'un granulé porteur de la dose radioactive. La préparation de celui-ci est assurée à l'avance par dépôt dans une petite cavité réalisée à la fraise dans le granulé ( $\varnothing$  4,5 mm, L = 10 à 15 mm) de 2 gouttes de solution chlorhydrique normale de chlorure de Cérium ( $^{141}\text{Ce}$ ). Après imbibition, le granulé est soumis à un comptage de contrôle. La quantité de radioactivité apportée par un granulé est de l'ordre de 2 à 3 micro-curies. Ce granulé est placé dans la gueule du lapin au moment choisi. L'animal est surveillé jusqu'à déglutition.

Cinq lapins ont été abattus à chacun des stades suivants : 30-60-90-120-150-180-210 et 240 mn après ingestion du granulé contaminé. Les diverses techniques d'abattage des lapins, de prélèvement des viscères, de comptage de la radioactivité et d'exploitation des résultats sont identiques à celles antérieurement décrites pour les comptages par compartiment (LAPLACE, LEBAS et RIOPEREZ, 1974).

Comme dans le précédent travail, les résultats sont exprimés en pourcentage de la radioactivité retrouvée.

## RÉSULTATS

### 1. — *Profil de distribution du marqueur dans le tube digestif*

L'examen des figures 1 et 2 montre que 30 mn après l'ingestion, le front de radioactivité atteint l'iléon, sans être entré dans le cæcum, tandis que  $79,2 \pm 6,9$  p. 100 de la radioactivité se trouve encore dans l'estomac. Une demi-heure plus tard, le cæcum contient déjà  $27,6 \pm 10,2$  p. 100 de la radioactivité. Ce n'est qu'au stade 90 mn que la radioactivité apparaît dans le côlon proximal, cependant que l'envahissement du cæcum se poursuit ( $47,6 \pm 8,9$  p. 100). Le front de radioactivité atteint le côlon distal à 120 mn. L'accumulation de quantités croissantes de radioactivité dans l'ensemble du côlon entre 120 et 240 mn n'empêche pas l'augmentation de la radioactivité cæcale. Ainsi à 240 mn, il ne reste dans l'estomac que  $15,7 \pm 7,7$  p. 100 de la radioactivité, cependant que le cæcum en contient  $61,0 \pm 5,8$  p. 100 et l'ensemble du côlon  $19,3 \pm 3,5$  p. 100.

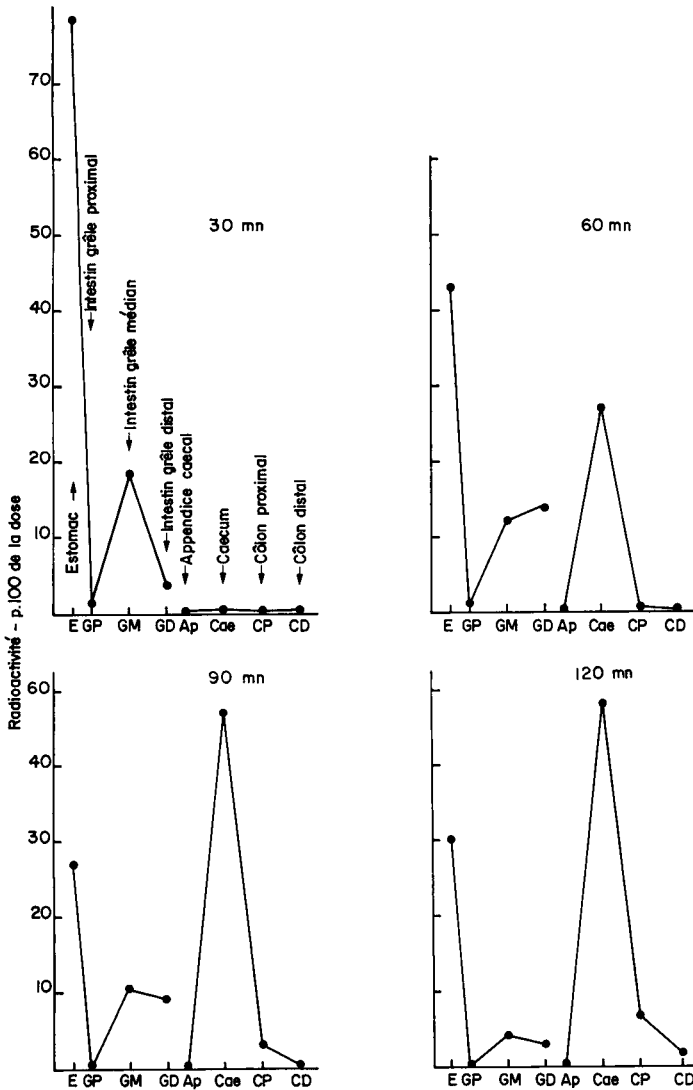


FIG. 1. — Profil quantitatif de la distribution de la radioactivité dans le tube digestif du lapin 30-60-90 et 120 mn après ingestion d'un granulé contaminé par du  $^{141}\text{Ce}$

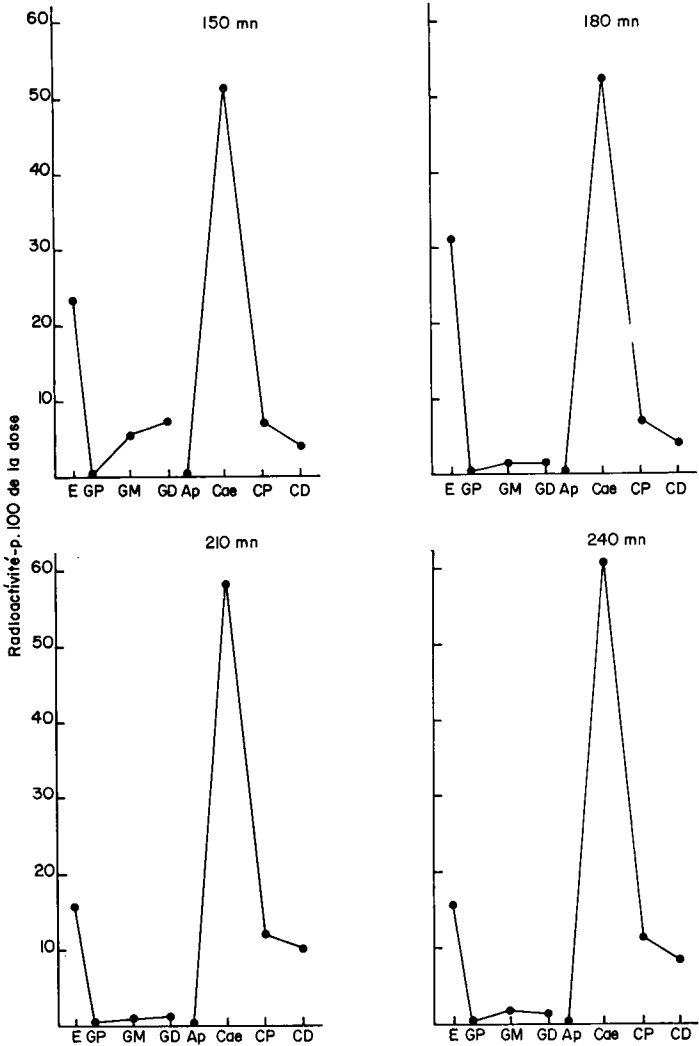


FIG. 2. — Profil quantitatif de la distribution de la radioactivité dans le tube digestif du lapin 150-180-210 et 240 mn après ingestion d'un granulé contaminé par du  $^{111}\text{Ce}$

## 2. — Chronologie de l'évolution au sein de chaque compartiment

L'intestin grêle proximal (50 premiers cm) ne contient jamais de quantités importantes de radioactivité (0,25 à 1,5 p. 100 du total). Celle-ci n'est décelée en quantités notables que dans l'intestin médian ou distal (50 derniers cm) ce qui traduit pour ce dernier, compte tenu de sa longueur, une accumulation de matériel radioactif (fig. 3). Il est à noter cependant qu'entre 180 et 240 mn ces deux territoires ne contiennent presque plus de radioactivité, (de l'ordre de 1 à 2 p. 100 du total). La quantité de radioactivité qui pénètre dans l'appendice est toujours infime (0,15 à 0,85 p. 100 du total).

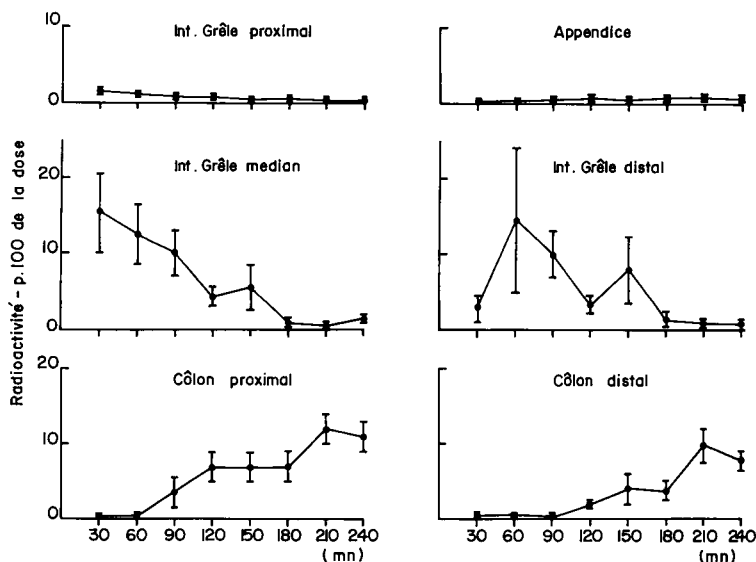


FIG. 3. — Évolution au cours du temps des quantités de radioactivité (moyenne  $\pm$  écart-type de la moyenne) présentes dans les 3 portions de l'intestin grêle, l'appendice et les deux segments coliques, après ingestion d'un granulé contaminé par du  $^{141}\text{Ce}$

Les chronologies observées au niveau de l'estomac et du cæcum ont été rassemblées dans la figure 4. La symétrie générale des valeurs moyennes obtenues pour l'estomac et le cæcum est le phénomène le plus frappant quant à l'évolution de la radioactivité dans ces deux compartiments. De fait, la somme de la radioactivité présente, à quelque stade que ce soit, dans l'estomac et le cæcum, représente un pourcentage relativement constant (77,1 p. 100 en moyenne) de la radioactivité totale. La variabilité des valeurs afférentes à chaque stade pour ces deux viscères considérés séparément est importante. L'examen des valeurs individuelles (tabl. 1) montre que cette particularité est la conséquence d'un « déphasage » des animaux, les déplacements de masses radioactives équivalentes ne survenant pas strictement au terme d'un délai identique après l'ingestion. Il arrive par exemple au stade 120 mn que le cæcum d'un lapin contienne un cinquième de la radioactivité totale, tandis que celui d'un autre animal en contient les 4 cinquièmes.

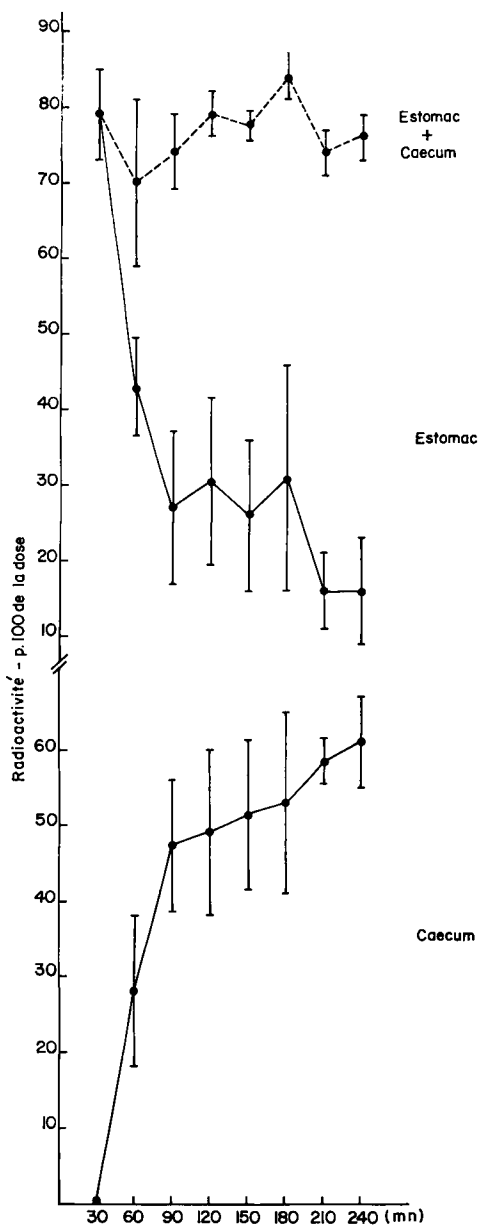


FIG. 4. — Évolution au cours du temps des quantités de radioactivité (moyenne  $\pm$  écart-type de la moyenne) présentes dans l'estomac après ingestion d'un granulé contaminé par du  $^{141}\text{Ce}$ , ainsi que de la somme de ces deux quantités

Enfin en ce qui concerne le côlon (fig. 3) on constate que l'augmentation de la radioactivité après 60 (C. proximal) ou 90 mn (C. distal) conduit à des valeurs qui n'excèdent pas en moyenne 10 à 12 p. 100 de la radioactivité totale. Aucune excrétion de crottes dures n'a été enregistrée pour aucun des 40 lapins et tous les côlons ne contenaient à l'abattage que des cæcotrophes.

TABLEAU I

*Pourcentages individuels de la radioactivité totale retrouvée dans l'estomac (E) et le cæcum (C) aux différents stades d'abattage*

Stades (mn)	Viscère	Valeurs individuelles				
30	E	93,0	79,3	74,0	93,8	56,1
	C	0,02	0,84	0,05	0,23	0,20
60	E	51,3	26,2	56,6	54,0	27,2
	C	19,9	1,2	21,1	32,6	63,0
90	E	33,3	57,3	9,9	29,9	4,1
	C	58,4	21,1	50,6	35,2	72,4
120	E	66,1	4,9	51,7	13,5	16,4
	C	21,0	79,7	25,0	56,9	61,7
150	E	54,1	2,4	17,3	50,1	6,6
	C	20,8	69,7	56,3	35,6	75,5
180	E	18,3	28,2	90,1	13,0	7,2
	C	65,1	53,7	5,0	70,4	70,5
210	E	17,5	11,6	37,9	6,8	5,3
	C	58,4	58,9	46,5	61,8	67,1
240	E	1,9	7,7	17,0	45,1	6,9
	C	76,0	64,6	55,2	42,0	67,4

## DISCUSSION

La contamination d'un granulé unique par la solution radioactive ne peut, telle qu'elle a été réalisée, concerner qu'une fraction limitée de ce granulé. Nous avons donc suivi dans le tube digestif le transit d'une masse très faible de particules radioactives. Cette limitation est imposée par les caractéristiques de la solution mère de  $^{141}\text{Ce}$  et la nécessité de ne pas provoquer le délitement du granulé avant l'administration. De ce fait, la quantité de radioactivité ainsi apportée se trouve être

3 à 4 fois plus faible que celle apportée sous forme liquide dans le précédent travail (LAPLACE, LEBAS et RIOPEREZ, 1974). Cette dernière forme d'administration est susceptible de marquer à l'arrivée du bol liquide au niveau de l'estomac un nombre relativement important de particules. Dans les conditions ici mises en œuvre, le nombre de fragments alimentaires marqués parvenant à l'estomac est très probablement beaucoup plus faible. En conséquence, on doit s'attendre à observer une variabilité entre individus plus élevée lors d'ingestion de granulé contaminé, du fait du faible nombre de particules actives mises en jeu dans chaque compartiment.

L'ingestion d'un granulé contaminé conduit à observer qu'après 30 mn, 21 p. 100 seulement de la radioactivité a quitté l'estomac contre 40 p. 100 après administration liquide, et que le cæcum n'est pas atteint par la radioactivité alors qu'il en contenait près de 4 p. 100 (liquide). Le phénomène s'inverse dès 90 mn puisque c'est alors après ingestion du granulé que la radioactivité cæcale est la plus forte. C'est aussi dans ces conditions qu'est atteinte la plus forte valeur moyenne enregistrée pour le cæcum ( $61,0 \pm 5,8$  p. 100 contre  $55,6 \pm 3,4$  p. 100 après administration liquide). En somme, après ingestion solide, la radioactivité atteint plus tardivement le cæcum, mais s'y accumule davantage. Au niveau colique est constaté un léger retard de l'arrivée du front radioactif dans le côlon proximal pour l'ingestion du granulé, alors qu'une chronologie analogue est observée dans le côlon distal pour les deux modes d'administration. Par conséquent, 4 h après l'ingestion du granulé et en l'absence d'émission de crottes dures, on enregistre dans le côlon distal une radioactivité semblable à celle obtenue 4 h après administration liquide chez des lapins dont quelques-uns avaient commencé à excréter de la radioactivité dans les crottes dures. Il n'apparaît donc pas chez le Lapin le décalage d'1 h observé chez le Rat selon le mode d'administration par FRANÇOIS, COMPÈRE et RONDIA (1968). Par ailleurs, ces auteurs constatent un passage plus rapide de l'aliment marqué que du marqueur liquide dans l'intestin grêle du Rat, alors que nous observons l'inverse chez le Lapin dans l'heure suivant l'administration. Toutefois en ce qui concerne le décalage d'excrétion du marqueur, il faut souligner que seul le Lapin pratique la cæcotrophie. Ceci implique qu'un éventuel décalage peut être inapparent si la radioactivité apparaît en premier lieu dans les cæcotrophes réingérés par le Lapin, en l'absence de crottes dures présentant une radioactivité décelable. Nos lapins pratiquent librement la cæcotrophie, un éventuel décalage ne peut donc, dans cette hypothèse, être détecté.

A ce propos, des transferts apparents de radioactivité du cæcum vers l'estomac, interprétés comme le résultat de la cæcotrophie, avaient été observés lors d'administration de solution radioactive (LAPLACE, LEBAS et RIOPEREZ, 1974). Ces images caractéristiques ne sont pas retrouvées dans le présent travail, bien que soient conservées dans ces conditions la symétrie des chronologies dans l'estomac et le cæcum, et la constance relative de la radioactivité contenue au total dans ces deux segments. Or, au moment de l'abattage, tous les lapins avaient des cæcotrophes et non des crottes dures dans le côlon ; compte tenu de l'heure d'administration, tous les abattages ont lieu entre 10 h et 13 h 30, c'est-à-dire au cours de la principale période quotidienne de cæcotrophie, dans les conditions de notre élevage en mars-avril (LEBAS, LAPLACE, 1974). La très faible consommation alimentaire de nos lapins entre l'ingestion du granulé et l'abattage (moins de 1 g/h en moyenne) confirme la localisation de cet épisode quotidien. La question est donc posée de



savoir pourquoi n'apparaissent pas dans le présent travail les transferts de radioactivité du cæcum à l'estomac par cæcotrophie.

Les images caractéristiques obtenues antérieurement (LAPLACE, LEBAS et RIOPEREZ, 1974) pourraient fort bien n'être plus que l'heureux résultat d'une superposition des stades physiologiques réalisés chez les différents lapins, alors que l'horaire beaucoup plus strict ici adopté conduit à des abattages simultanés de lapins qui ne sont pas au même stade d'excrétion. Cette hypothèse est partiellement étayée par des données présentées dans le tableau 1, où l'on observe des radioactivités stomacales élevées même au stade 240 mn. Ceci n'exclut pas le phénomène de cæcotrophie pour les individus considérés isolément. On peut également envisager que l'élaboration de cæcotrophes soit accompagnée d'un stockage temporaire dans le côlon, avant le début du comportement de cæcotrophie. Celui-ci n'aurait pas commencé dans les strictes limites de temps de cette étude, alors que l'étalement relatif des abattages antérieurs aurait permis son accomplissement.

Les derniers abattages sont, dans le présent travail, effectués à 13 h 30. Or, les lapins abattus en janvier (LAPLACE, LEBAS et RIOPEREZ, 1974) pour les stades présentant des transferts apparents du cæcum vers l'estomac l'ont été à 14 h. A cet effet possible de l'heure d'abattage s'ajoute probablement un décalage par rapport au lever du jour.

Une troisième hypothèse n'excluant aucune des deux premières tient à l'éventualité d'une cæcotrophie apparente faible équivalant en radioactivité au transfert de l'estomac vers le cæcum. Il est en effet possible qu'une ségrégation des particules de dimensions différentes survienne dans le tube digestif n'amenant que peu de radioactivité dans les cæcotrophes lors d'ingestion d'un granulé contaminé, par rapport à celle qui y parviendrait lors d'administration liquide. La contamination du granulé conduit à marquer un petit nombre de particules alimentaires grossières, alors que l'administration liquide va marquer dans l'estomac un plus grand nombre de particules pour partie très fines car déjà soumises à digestion. Or BJÖRNHAG (1972) a décrit au niveau du côlon proximal l'existence d'un phénomène de ségrégation des particules dont les plus grosses entrent préférentiellement dans la constitution des fèces dures. De même YOSHIDA et KANDATSU (1967) observent que l'oxyde de chrome incorporé à l'aliment se retrouve abondamment dans les fèces dures et en faible quantité dans les cæcotrophes. Un processus inverse de celui décrit par BJÖRNHAG (1972) pour les crottes dures entraînerait une accumulation des petites particules dans les cæcotrophes. Compte tenu des différences probables de taille des particules marquées selon le mode d'administration, il est logique que l'importance de la radioactivité recyclée soit très différente : faible après ingestion d'un granulé contaminé, forte après administration liquide du marqueur. Une mesure de la radioactivité des cæcotrophes susceptibles d'être retrouvés dans l'estomac, apporterait peut-être à l'avenir une réponse partielle à cette question. Cependant, placés devant ces trois hypothèses, il nous paraît bien difficile de choisir celui des deux modes d'administration qui est susceptible de permettre la meilleure description du transit digestif chez le Lapin.

En conclusion, l'utilisation d'aliment marqué n'entraîne que des différences mineures dans le déroulement chronologique du transit digestif. Seule l'appréciation de l'importance quantitative de la cæcotrophie est modifiée sous certaines hypothèses liées à l'heure et à la saison. Par ailleurs, deux hypothèses importantes se

font jour : l'une relative à un stockage temporaire des cæcotrophes avant réingestion, l'autre concernant une ségrégation physique des particules selon leur taille dans le colon.

*Reçu pour publication en août 1974.*

## SUMMARY

### THE DIGESTIVE TRANSIT IN THE RABBIT. II. — RADIOACTIVITY DISTRIBUTION AFTER INTAKE OF CERIUM-141 LABELLED FEED

Fourty 8-weeks-old rabbits kept under unrestrained conditions and fed *ad libitum* were used to study the digestive transit. The animals were slaughtered every 30 mn during a period of 4 hours following the intake (at 9.30 a.m.) of pellets contaminated with 2 to 3  $\mu\text{C}$  of  $\text{Ce}^{141}$  chloride.

Counting of the radioactivity was made for each of the 8 delimited segments of the digestive tract. The data recorded were compared with those obtained previously after administration of the same radioactive marker in liquid form.

Thirty minutes after intake of the pellets, only 21 p. 100 of the radioactivity had left the stomach and progressed till the ileum without reaching the caecum. After 60 mn, already 27.6 p. 100 of the radioactivity was present in the caecum, whereas it reached the proximal colon within 90 mn and the distal colon within 120 mn. The radioactivity recovered in the caecum and stomach always represented an almost constant percentage (77 p. 100) of the total radioactivity.

The absence of the characteristics of caecotrophy leads to several hypotheses either connected with an influence of the hour (circadian cycle) or season, or with a temporary storage of the caecotrophes before their emission, or with a physical segregation of the particles.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BjÖRNHAG G, 1972. Separation and delay of contents in the rabbit colon. *Swedish J. Agric. Res.*, **2**, 125-136.
- FRANÇOIS E., COMPÈRE R., RONDIA G., 1968. Étude comparée de la vitesse de passage des aliments et des résidus alimentaires non digérés dans le tractus digestif du Rat et du Mouton. *Bull. Rech. Agr. Gembloux*, **3**, 655-688.
- LAPLACE J. P., LEBAS F., RIOPEREZ J., 1974. Le transit digestif chez le Lapin. I. 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.
- YOSHIDA T., KANDATSU M., 1967. Studies on cæcum digestion. VII. On the operation for cæcum fistula in rabbit, and excretion of orally administrated  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  to hard and soft feces (en japonais). *Jap. J. Zootech. Sci.*, **38**, 358-363.