

EVOLUTION CIRCADIENTE DU CONTENU DIGESTIF
CHEZ LE LAPIN EN CROISSANCE
RELATION AVEC LA CAECOTROPHIE

Gidenne T. et Lebas F.

Laboratoire de Recherches sur l'Élevage du Lapin - INRA
C.R. de Toulouse, B.P. 12, 31320 Castanet-Tolosan (France)

INTRODUCTION

Dans le cadre général de l'étude de la digestion des constituants membranaires qui nous préoccupe, il est nécessaire de connaître la signification et la représentativité des échantillons de contenu digestif susceptibles d'être prélevés à différents niveaux. Or, la composition du contenu digestif peut varier sensiblement au cours du nyctémère, principalement en fonction de la pratique de la caecotrophie (CATALA, 1978 ; DEMAUX et al., 1981). Cependant, dans le cadre de prélèvements nombreux, il n'est guère pratique de déterminer si un individu particulier va, par exemple, émettre des caecotrophes dans l'heure qui suit. Des études plus systématiques de l'évolution horaire des contenus ont été réalisées par LENG (1974) grâce à des canules permanentes de l'iléon terminal et du caecum. Toutefois, il est difficile de placer en même temps plus de 2 canules, donc de prélever à plus de 2 points du tube digestif. En outre, des prélèvements fréquents peuvent interférer avec le fonctionnement normal du tube digestif. C'est pourquoi, par la méthode des abattages, nous avons cherché à suivre l'évolution circadienne quantitative du contenu digestif à 4 niveaux : l'estomac, l'iléon terminal (matériaux entrant dans le caecum), le caecum et le rectum (crottes dures éliminées ou crottes molles recyclées). Cette méthode, certes plus coûteuse en animaux, permet en effet de prélever en autant de point que nécessaire, aussi souvent que peut le souhaiter l'expérimentateur.

MATERIEL ET METHODES

En deux séries expérimentales successives, 135 lapins Néozélandais Blanc des deux sexes, âgés de 9 semaines ont été sacrifiés toutes les 3 heures de 9 heures du matin à 9 h le lendemain matin. Les 27 lapins de la première série recevaient à volonté l'aliment 1 (tableau 1) depuis 20 jours, les 108 autres étaient nourris depuis le même laps de temps avec les aliments 2 à 4 définis au tableau 1. Ces aliments très riches en constituants membranaires étaient isoazotés (14,5 % de protéines brutes), isoénergétiques (2350 kcal ED/kg) et isocellulosiques (26 % cellulose Van Soest), mais à taux variable de lignine : 7,3 à 15,5 %. Immédiatement après sacrifice par dislocation cervicale et saignée, l'estomac, les 60 derniers centimètres de l'iléon (50 cm seulement pour la série 1), le caecum et les 30 derniers centimètres du rectum (20 cm seulement pour la série 1) ont été pesés pleins, puis vidés de tout contenu. La teneur en matière sèche a été déterminée (103°C, 24 heures) pour un échantillon de contenu représentatif pour chaque aliment à chacun des 9 stades d'abattage. Les poids des contenus digestifs frais ont été calculés par différence entre les poids de l'organe plein et vide. Le pH a été déterminé *in situ* immédiatement après la pesée de l'organe plein en 2 sites pour l'estomac (fundus et antrum) en un seul pour le caecum. Le local d'élevage était éclairé artificiellement 12 h/24 h, de 7 h 30 à 19 h 30.

TABLEAU 1 : Composition centésimale des aliments expérimentaux

Composants p. 100	ALIMENTS			
	1	2	3	4
Luzerne déshydratée	77,83	55,41	73,00	89,78
Pellicules de colza	14,00	39,00	19,00	-
Huile de colza	2,73	-	2,29	4,38
Tourteau de soja	4,00	4,00	4,00	4,00
Minéraux et vitamines	1,00	1,30	1,30	1,30
Phosphate bicalcique	0,36	0,29	0,35	0,40
dl méthionine	0,08	-	0,06	0,14

RESULTATS

L'influence des 4 aliments expérimentaux sur les contenus digestifs n'est fournie au tableau 2 qu'à titre d'information ; nous nous intéresserons en effet, dans cette communication, plus spécialement à l'évolution chronologique.

TABLEAU 2 : Estimation de l'effet moyen de la nature de l'aliment consommé par les lapins sur les caractéristiques de leur contenu digestif.

		ALIMENTS				Signification statistique F.
		1	2	3	4	
pH	Estomac Fundus	2,30	2,20	2,34	1,83	NS
	Estomac Antrum	1,70	1,90	2,01	2,31	**
	Caecum	5,71	5,65	5,63	5,68	NS
Contenu frais g/kg P. vif	Estomac	57,1	53,1	50,7	47,8	**
	Iléon (1)	5,1	7,5	8,0	9,4	**
	Caecum	57,2	56,0	57,5	61,5	*
	Rectum (2)	2,5	4,1	3,9	4,5	**
% MS	Estomac	19,8	20,9	19,5	13,0	**
	Iléon	15,1	15,8	14,4	14,3	NS
	Caecum	22,1	23,3	22,6	20,8	*
	Rectum	39,5	34,5	33,5	36,6	NS
Contenu sec g/kg P. vif	Estomac	11,4	11,2	9,9	6,3	**
	Iléon (1)	0,8	1,2	1,1	1,3	**
	Caecum	12,7	13,0	13,0	12,8	NS
	Rectum (2)	1,0	1,4	1,3	1,7	*

(1) dans 50 cm d'iléon pour l'aliment 1 et 60 cm pour les 3 autres.

(2) dans 20 cm de rectum pour l'aliment 1 et 30 cm pour les 3 autres

Nous retiendrons cependant que le type d'aliment modifie significativement le pH moyen de l'antrum mais pas celui du fundus, en raison de la plus forte variabilité de ce dernier. D'autre part, ni le pH, ni le contenu sec du caecum ne sont influencés par l'alimentation alors que le degré d'hydratation du contenu caecal est sensiblement influencé. Enfin, il n'y a pas d'interaction entre l'évolution horaire des différents paramètres étudiés et le type d'aliment, à l'exception des effets sur le pH du fundus et du poids de contenu frais trouvé dans le rectum. Pour le premier, cela correspond à une plus forte variabilité entre 6 et 12 h, avec des écarts plus marqués entre aliments. Pour le contenu rectal, l'interaction résulte d'un profil différent pour le premier aliment principalement entre 12 et 18 h.

Presque tous les paramètres mesurés varient significativement en fonction de l'heure d'abattage (tableaux 3 et 4). Le pH de l'antrum pylorique est relativement stable : 1,77 à 2,29 ($P < 0,10$) alors que celui du fundus varie beaucoup plus (tableau 3). Pour ce dernier, nous observons le maximum vers 6 h à 9 h et le minimum peu de temps après à 15 h. Pour le pH caecal, le minimum est constaté à minuit et le maximum à midi, alors que le pH antral est inversement maximum et minimum aux mêmes moments.

Les effets de l'heure sur le poids de contenu frais et les teneurs en matière sèche de l'iléon et du rectum tendent à s'annuler, aussi, nous n'observons pas de variation significative des contenus secs. Cela pourrait laisser penser que le flux de matière sèche entrant dans le caecum (contenu de l'iléon terminal) ou en sortant (contenu du rectum) est relativement stable au cours de la journée, mais pour cela, il faudrait que les vitesses de transit soient également stables.

Pour les deux segments réservoirs que sont le caecum et l'estomac, il nous semble important de remarquer que le caecum se vide de 20 % de son contenu entre 6 h et 9 h sans variation simultanée notable du contenu stomacal. Par ailleurs, le contenu caecal est quantitativement stable entre 9 h et 18 h, celui de l'estomac entre 18 h et 24 h. Si à 9 ou 12 heures les contenus de l'estomac et du caecum sont équivalents (12 à 13 g MS/kg de poids vif), à minuit, le contenu stomacal ne représente plus que 53 % de celui du caecum

TABLEAU 3 : Evolution circadienne du pH et du poids relatif des contenus digestifs frais. Effet de l'heure d'abattage

Heures abattage	9	12	15	18	21	24	3	6	9	CV % (1)	F heure	
Effectif	15	15	15	15	15	15	15	15	15			
pH	Est. fundus	3,19	2,19	1,21	1,51	2,02	1,78	2,16	3,02	2,38	39,4	$P < 0,10$ **
	Est. Antre	1,98	1,77	1,83	1,87	2,15	2,29	2,04	2,03	2,02	23,8	
	Caecum	5,64	5,97	5,87	5,56	5,53	5,44	5,57	5,62	5,79	3,2	
Cont. frais g/kg PV	Estomac	60,1	61,3	51,0	44,6	45,1	45,2	54,3	49,2	55,8	17,7	**
	Iléon t.	7,2	6,6	7,2	8,3	8,4	9,1	9,0	7,2	5,9	26,1	**
	Caecum	53,9	57,4	55,7	53,5	57,7	61,5	60,0	66,6	56,6	13,7	**
	Rectum	4,3	2,7	4,3	4,8	4,0	3,6	3,5	3,4	3,8	33,0	**

(1) écart type résiduel divisé par la moyenne générale

TABLEAU 4 : Evolution circadienne de la teneur en matière sèche et du contenu sec des différents segments digestifs ; estimation à partir d'une seule détermination moyenne par aliment et par stade d'abattage

Heures abattage	9	12	15	18	21	24	3	6	9	CV % (1)	F heure	
% MS	Estomac	21,1	20,5	19,9	16,2	16,3	15,8	18,0	17,9	18,7	9,8	**
	Iléon	15,1	14,8	15,5	15,0	14,0	13,2	13,9	16,1	16,6	10,4	P < 0,10
	Caecum	22,1	21,1	21,7	22,8	23,0	22,3	21,6	23,7	21,5	7,0	NS
	Rectum	29,6	31,4	34,3	32,4	42,7	44,7	34,6	39,1	35,7	16,5	*
g MS/kg PV	Estomac	13,0	12,6	10,3	7,5	7,4	7,3	9,9	9,0	10,5	11,8	**
	Iléon	1,0	0,9	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	1,1	1,0	18,8	NS
	Caecum	11,9	12,1	12,1	12,2	13,3	13,7	12,9	15,9	12,0	10,8	**
	Rectum	1,2	0,9	1,4	1,5	1,7	1,6	1,2	1,3	1,3	32,9	NS

(1) écart type résiduel divisé par la moyenne générale

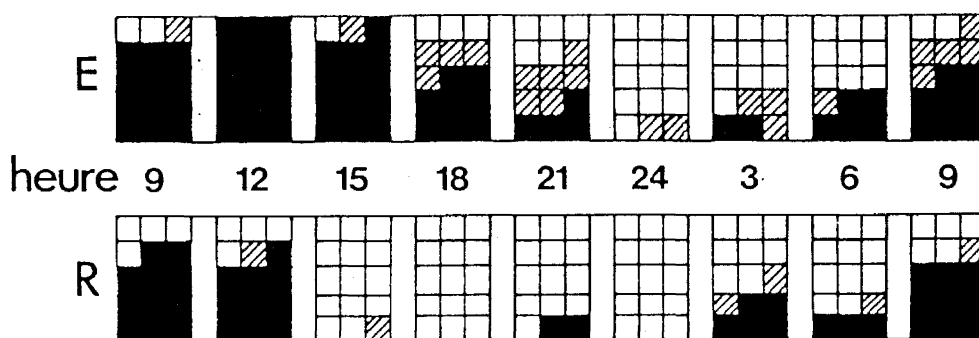
Lors du sacrifice de chaque lapin, nous avons noté la présence de crottes molles (caecotrophes) tant dans le rectum que dans l'estomac. La répartition numérique globale des 135 lapins en fonction de la nature de ces contenus est fournie au tableau 5 ; la répartition horaire est indiquée sur la figure 1 pour les deux contenus séparément.

TABLEAU 5 : Répartition des 135 lapins sacrifiés, en fonction du type de contenu observé dans l'estomac et dans le rectum.

		Rectum		
		Crottes dures	Crottes intermédiaires	Crottes molles
Estomac	aucune c. molles	39	2	4
	quelques c. molles	14	1	8
	nombreuses c. molles	36	3	28

Seul un tiers des lapins sacrifiés n'avaient pas de caecotrophes dans l'estomac, tandis que les deux tiers étaient en période d'excrétion de crottes dures. Les lapins n'ont pour ainsi dire pas excrété de caecotrophes entre 15 h et 24 h ; il faut attendre minuit pour ne plus trouver de lapins avec des caecotrophes dans l'estomac alors qu'ils en avaient tous de grandes quantités à 12 h.

FIGURE 1 : Nombre de lapins sacrifiés à chaque stade, présentant des caecotrophes (en noir) dans l'estomac (E) ou dans le rectum (R). En hachuré, crottes intermédiaires dans le rectum et présence de quelques caecotrophes dans l'estomac.



L'étude des pH pour les 4 catégories les mieux représentées (tableau 5) en fonction du contenu de l'estomac et du rectum, permet de constater (tableau 6) que le pH du fundus est moins acide lors de l'émission de crottes molles ; mais dès que les animaux émettent des crottes dures, le pH fundique est d'autant plus acide que l'estomac contient plus de caecotrophes ($P < 0,05$).

TABLEAU 6 : pH et poids relatif des contenus digestifs frais en fonction de la nature du contenu de l'estomac et du rectum de chaque individu (4 aliments confondus)

Type contenu estomac	Aucune c. molles	Quelques c. molles	Nombreuses c. molles		CV % (1)	Signification statistique	
Type contenu rectum	crottes dures			crottes molles			
Effectif	39	14	36	28			
pH	Est. fundus	2,12	1,75	1,87	2,47	38,2	*
	Est. antrum	2,09	1,79	1,89	1,99	24,2	$P < 0,10$
	Caecum	5,51	5,58	5,71	5,89	3,1	**
Cont. frais g/kg P. vif	Estomac	45,3	43,7	52,7	62,8	18,8	**
	Iléon	8,6	8,6	7,3	6,4	31,2	**
	Caecum	64,4	53,4	55,6	55,9	13,5	**
	Rectum	3,6	4,1	4,3	3,3	35,3	*

(1) écart type résiduel divisé par la moyenne générale

Ainsi, le soi disant pouvoir tampon des caecotrophes semble de courte durée. Bien que l'effectif soit faible, il nous semble important de signaler que pour les 4 lapins émettant des crottes molles, mais n'en ayant pas encore dans l'estomac (donc juste avant l'ingestion), le pH du fundus a été en moyenne de 3,75. Ces valeurs ont été parmi les plus élevées enregistrées et ne correspondent pas à un dérèglement du pH-mètre ; le pH moyen de l'antrum de ces mêmes lapins est d'ailleurs de 2,15.

Au plan quantitatif, nous retrouvons le remplissage du caecum des lapins en fin d'émission de crottes dures (absence de crottes molles) et sa vidange lors de l'émission des caecotrophes. De son côté, l'estomac a le contenu le plus important en fin d'émission de crottes molles (62,8 g/kg P. vif) et le plus réduit quand les crottes molles en sont presque toutes éliminées (43,7 g/kg P. vif). Enfin, remarquons que le contenu iléal est minimum lorsque le contenu stomacal est maximum et inversement. Cette tendance était moins nette lors du regroupement horaire.

DISCUSSION

Comme attendu, de nombreux paramètres évoluent en fonction de l'heure d'abattage et cela correspond globalement au cycle de la caecotrophie. Toutefois, certaines variations sont plus ou moins décalées dans le temps par rapport à ce cycle.

En moyenne, nous avons observé des teneurs en matière sèche et des pH comparables à ceux publiés par MARTY et RAYNAUD (1966) ou par ALEXENDER (1965). Par contre, le contenu stomacal de nos lapins est 2 à 3 fois plus important que celui mentionné par CATALA en 1978 : 45 à 60 g/kg PV contre 17 à 26 g/kg PV. Mais, dans notre cas, il s'agit de lapins jeunes nourris avec un aliment riche en constituants membranaires, alors que CATALA (1978) étudiait des lapins adultes recevant un aliment standard. Comme cet auteur, nous observons une opposition entre l'importance du contenu stomacal et celle du contenu iléal. Mais, contrairement à lui, nous constatons une variation significative du contenu caecal au cours de la journée. LENG (1974) avait bien indiqué une variation de même ampleur (20 - 25 %), mais rigoureusement inverse. Par la technique de la dilution des marqueurs et du recueil par canule caecale, cet auteur constate de manière répétée sur les 2 lapins opérés une réduction constante du contenu caecal dans les heures qui précèdent l'émission de caecotrophes. Nous ne pouvons pour l'instant que constater cette différence d'observation et l'attribuer à la différence de méthodologie, mais cela n'est guère satisfaisant. Par contre, comme cet auteur, nous avons enregistré le pH caecal minimum à minuit et le maximum à midi, ce qui signifie que les lapins des deux expérimentations avaient bien le même rythme de production de caecotrophes (LENG et HÖRNICKE, 1975).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALEXENDER F., 1965. The concentration of electrolytes in the alimentary tract of the rabbit, guinea pig, dog and cat. *Res. Vet. Sci.*, 6, 238-244.
- CATALA J., 1978. Recherches sur la physiologie digestive chez le Lapin par une étude expérimentale de la fonction pancréatique. Thèse Doct. Etat, Université Toulouse.
- DEMAUX G., GUEMON L., GALLOUIN F., 1981. Evolution temporelle de quelques paramètres biochimiques et histologiques à différents niveaux du tube digestif du Lapin. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 21, 868.

LENG E., 1974. Tagesrhythmische Vorgänge im Blinddarm des Kaninchens in Beziehung zur Bildung und Abgabe von Coecotrophe. Dissertation Univ. Hohenheim.

LENG E., HÖRNICKE H., 1975. Tagesrhythmische Unterschiede in der Zusammensetzung des Blinddarminhalts von Kaninchen. Z. Versuchstierk., 17, 285-299.

MARTY J., RAYNAUD P., 1966. Etude de l'acidité organique au niveau du tube digestif chez le Lapin. Arch. Sci. Physiol., 20, 515-524.

RESUME : 135 lapins néozélandais de 9 semaines nourris ad libitum et éclairés 12 h par jour de 7 h 30 à 19 h 30 ont été sacrifiés à raison de 15 toutes les 3 heures de 9 heures du matin à 9 heures le lendemain matin. Les contenus digestifs ont été prélevés dans l'estomac, l'iléon terminal, le caecum et le rectum.

Dans l'estomac, le pH de l'antré pylorique est plus stable que celui du fundus, mais les valeurs moyennes sur 24 heures sont comparables. Dans le fundus, le pH peut s'élever en l'absence de caecotrophes (pH = 3,75) et rester bas en leur présence (pH = 1,87). Le pH du caecum varie de 5,44 à minuit à 5,97 à midi. La teneur en matière sèche du caecum est stable au cours de la journée (22,2 %). Le caecum perd environ 20 % de son contenu au moment de l'émission des caecotrophes dans le rectum. La quantité de matière sèche contenue dans l'iléon terminal ou dans le rectum ne varie pas significativement au cours de la journée. Les lapins expérimentaux ont émis des caecotrophes entre 3 h et 12 heures, principalement entre 6 h et 9 h.

SUMMARY : Evolution during a 24 hours cycle of content of the digestive tract in the growing rabbit. Relation with caecotrophy.

135 new-zealand white rabbits, 9 weeks old, lighted 12/24 h from 7:30 a.m. to 7:30 p.m. were slaughtered every 3 hours between 9:00 a.m. to 9:00 a.m. the day after. The pH in the stomach (fundus and antrum) and caecum were measured ; the wet and dry contents were estimated in the stomach, terminal ileum, caecum and rectum.

In the stomach, the variation according to hours is greater for the fundus than for the antrum but the 24-hours means are the same. In the fundus the authors observed some times high pH in absence of soft feces (pH 3.57) and low pH in presence (pH 1.87). The pH in the caecum is minimum at midnight (5.44) and maximum at midday (5.97). The dry matter concentration of the caecum content is stable all the day long (22.2 %). The content of the caecum decrease by 20 % at the occasion of the excretion of soft feces. There is no statistical evolution from hour to hour for the dry matter content of the ileum and of the rectum. The excretion of soft feces was observed between 3:00 a.m. to 12.00 a.m., mainly between 6:00 and 9:00 a.m.

