



**HAL**  
open science

# RÉPARTITION DES ACIDES GRAS VOLATILS DANS LE TUBE DIGESTIF DU LAPIN DOMESTIQUE. I. - LAPINS ALIMENTÉS EN LUZERNE ET AVOINE

Michèle Vernay, Patrice Raynaud, A. Salse

## ► To cite this version:

Michèle Vernay, Patrice Raynaud, A. Salse. RÉPARTITION DES ACIDES GRAS VOLATILS DANS LE TUBE DIGESTIF DU LAPIN DOMESTIQUE. I. - LAPINS ALIMENTÉS EN LUZERNE ET AVOINE. *Annales de Recherches Vétérinaires*, 1975, 6 (4), pp.357-368. <hal-00900856>

**HAL Id: hal-00900856**

**<https://hal.science/hal-00900856v1>**

Submitted on 11 May 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

## RÉPARTITION DES ACIDES GRAS VOLATILS DANS LE TUBE DIGESTIF DU LAPIN DOMESTIQUE

I. — LAPINS ALIMENTÉS EN LUZERNE ET AVOINE

Michèle VERNAY et P. RAYNAUD  
avec la collaboration technique de A. SALSE

*Laboratoire de Physiologie de la Digestion et de la Nutrition,  
Institut de Physiologie,  
2, rue François-Magendie,  
31400 Toulouse*

---

### SUMMARY

DISTRIBUTION OF VOLATILE FATTY ACIDS  
IN DIGESTIVE TRACT CONTENTS OF RABBIT.  
I. — RABBITS FED WITH LUCERN AND OAT

The distribution of volatile fatty acids (VFA) in digestive tract contents of Rabbits was studied using gas chromatography.

VFA concentration in the posterior zones of the digestive tract were very high and comparable to values for ruminants.

The distribution of the three principal VFA was different from that found in polygastric as well as monogastric animals. In Rabbits, butyrate concentration is higher than that of propionate.

A selective absorption of butyrate, resembling an active transport, has been shown in the colon.

**Key-words :** *acetic acid, butyric acid, digestive tract, propionic acid, rabbit, volatile fatty acids.*

---

### I. — INTRODUCTION

Il est connu depuis fort longtemps déjà que, chez les polygastriques, les aliments végétaux sont dégradés dans le rumen par les enzymes bactériennes avant la digestion gastrique abomasale. L'apport alimentaire dans la panse se traduit par une importante fermentation qui aboutit à la production d'acides gras volatils (AGV) et d'un mélange gazeux, gaz carbonique et méthane. Ces AGV sont très rapidement absorbés

sur le lieu même de leur production (BARCROFT *et al.*, 1944) et utilisés par l'hôte (ARMSTRONG *et al.*, 1964).

Chez les Herbivores non ruminants (Lapin, Porc, Cheval) et certains Omnivores (Rat, Porc-épic), la dégradation des constituants celluloses s'opère presque exclusivement dans les zones postérieures du tube digestif (cæcum-côlon) selon un processus identique à celui existant dans le rumen (JOHNSON et McBEE, 1967 ; McBEE et WEST, 1969).

La présence d'un cæcum très développé classe le Lapin comme un animal intermédiaire entre les monogastriques et les polygastriques. Si le cæcum est, par son métabolisme, comparable aux préestomacs du Ruminant, il s'en différencie par sa situation sur le tractus digestif ; du fait de sa position postérieure l'attaque bactérienne s'exerce sur des aliments qui ont pu échapper à l'hydrolyse et à l'absorption dans les parties antérieures. Les microorganismes qui prolifèrent dans le cæcum sont utilisés par l'hôte de deux façons différentes et à des moments différents, ils peuvent être digérés lors du transit colique, pendant la phase physiologique de type jour (BONNAFOUS et RAYNAUD, 1968) ou dans l'estomac lors de la pratique de la cæcographie, cette dernière phase ayant lieu le plus souvent la nuit.

## II. — MATÉRIEL, ET MÉTHODES

Notre expérimentation a porté sur 32 lapins de race commune. Les animaux sont âgés de 4 à 5 mois et leur poids varie de 2 à 2,5 kg, leur alimentation est essentiellement constituée de luzerne et d'avoine dans les proportions suivantes : 150 g de luzerne, 200 g d'avoine ; l'eau est fournie à volonté.

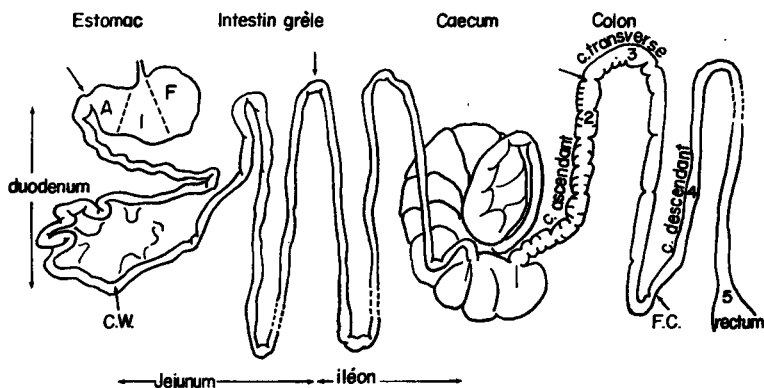


FIG. 1. — Zones de prélèvement des échantillons sur le tube digestif

F : fundus                      C.W : canal de Wirsung  
I : intermédiaire              FC : fuseau colique  
A : antrum

Les lapins sont sacrifiés le matin avant de recevoir leur ration alimentaire. Des échantillons de matériel sont prélevés aussitôt dans les différents organes (fig. 1). Le matériel digestif est homogénéisé, puis divisé en deux fractions :

- la première fraction est immédiatement centrifugée à 10 000 tr/mn pendant 15 mn, le surnageant est ensuite recueilli ;
- la deuxième fraction est mise à incuber au bain-marie à 38-39°C, pendant 4 heures avant d'être centrifugée.

Il est bien évident que nos expériences d'incubation, du fait qu'elles sont réalisées *ex vivo*, ne nous permettent pas d'extrapoler quelles sont les quantités d'AGV produites normalement pendant le séjour du matériel dans les différents compartiments où existent, en particulier, des interactions permanentes organes-microorganismes ; cependant, nous aurons une information sur les phénomènes qui se produisent dans le tube digestif.

Le dosage des AGV est effectué sur les deux surnageants, la technique de préparation des échantillons digestifs est celle que préconise REMESY (1973). L'analyse est réalisée par chromatographie en phase gazeuse (Varian Aerograph 2100), sur une colonne de 2 mètres de longueur, contenant du chromosorb P60-80 Mesh imprégné de 23 p. 100 de carbowax 20-M. Les résultats sont exprimés en mM/l.

### III. — RÉSULTATS ET DISCUSSION

La teneur en AGV subit d'importantes modifications au cours du transit gastro-intestinal (tabl. I). En tout premier lieu, nous noterons que la répartition quantitative des trois principaux AGV chez le Lapin est différente de celle qui est observée aussi bien chez les polygastriques que chez les autres monogastriques, le pourcentage en butyrate est supérieur à celui du propionate. Ces résultats sont en accord avec ceux de HENNING et HIRD (1972 a), de HOOVER et HEITMANN (1972) et de BONNAFOUS (1973).

TABLEAU I

*Évolution de la teneur en AGV dans le matériel digestif des lapins*  
Résultats en mM/l (Z.P. : zones de prélèvements ; AGV : acide gras volatils)

Z.P.		AGV			
		Acide acétique	Acide propionique	Acide butyrique	AGV totaux
Estomac	Fundus	12,3 ± 1,29	1,7 ± 0,18	4,3 ± 0,61	18,3 ± 1,89
	Intermédiaire	6,3 ± 1,00	0,7 ± 0,08	2,1 ± 0,46	9,2 ± 1,40
	Antrum	3,4 ± 0,56	0,4 ± 0,05	0,8 ± 0,16	4,7 ± 0,75
Intestin grêle	Duodénum	2,3 ± 0,38	0,4 ± 0,10	0,5 ± 0,11	3,3 ± 0,47
	Jéjunum	2,5 ± 0,35	0,5 ± 0,08	0,8 ± 0,21	3,9 ± 0,55
	Iléon	3,2 ± 0,35	0,7 ± 0,16	1,0 ± 0,30	5,0 ± 0,56
Cæcum		51,4 ± 4,56	5,2 ± 0,42	14,3 ± 1,70	70,5 ± 5,94
Côlon « type nuit »	Côlon ascendant { 1	37,8 ± 5,17	4,0 ± 0,38	10,3 ± 1,51	52,1 ± 6,56
	2	36,8 ± 4,32	3,8 ± 0,35	9,3 ± 1,37	49,9 ± 5,04
	Côlon transverse : 3	31,9 ± 4,39	3,5 ± 0,34	8,0 ± 1,46	43,5 ± 5,75
	Côlon distal : 4	32,7 ± 2,67	3,8 ± 0,52	8,1 ± 0,97	44,6 ± 3,42
	Ampoule rectale : 5	33,8 ± 3,14	3,9 ± 0,95	8,5 ± 1,10	46,4 ± 4,12
Côlon « type jour »	Côlon ascendant { 1	23,9 ± 3,12	3,4 ± 0,43	7,7 ± 1,67	35,1 ± 5,09
	2	17,2 ± 2,57	2,6 ± 0,43	4,8 ± 1,33	24,8 ± 3,73
	Côlon transverse : 3	18,3 ± 3,80	2,5 ± 0,32	3,9 ± 1,41	24,7 ± 5,29
	Côlon distal : 4	16,7 ± 1,97	2,0 ± 0,50	2,4 ± 0,59	21,2 ± 2,31
	Ampoule rectale : 5	15,3 ± 2,12	2,5 ± 1,70	2,7 ± 0,04	20,6 ± 3,87
Comparaison		$F_{174}^{11} = 47,727$ P < 0,001	$F_{174}^{11} = 41,709$ P < 0,001	$F_{174}^{11} = 24,827$ P < 0,001	$F_{174}^{11} = 50,496$ P < 0,001

I. — *Estomac*

La teneur en AGV diminue de 74 p. 100 environ du fundus à l'antrum, cette diminution est hautement significative ( $P < 0,001$ ) et affecte plus particulièrement l'acide butyrique, puis à un degré moindre, l'acide propionique et enfin l'acide acétique. Les variations de la teneur en eau dans le réservoir gastrique ne sont pas significatives (tabl. 2) et, de ce fait, elles ne suffisent pas à expliquer les différences enregistrées entre les zones fundique et antrale (BEAUVILLE, 1972 ; HENNING et HIRD, 1972 a). On sait maintenant que dans l'estomac du Lapin prolifère une flore acido-résistante (VIALARD et RAYNAUD, 1966), cette flore est très certainement responsable des fermentations qui se produisent dans ce réservoir (BEAUVILLE, 1972). Sous l'action de différents agents tels que l'acidité, la pepsine et le facteur lytique antral (VIALARD et RAYNAUD, 1968) 80 p. 100 des microorganismes présents dans le matériel fundique disparaissent au cours du transit, ce qui entraîne une diminution des fermentations. Quoi qu'il en soit, les faibles quantités d'AGV produites dans la zone antrale devraient s'additionner à celles qui arrivent de la zone fundique et ainsi on devrait obtenir une acidité volatile antrale supérieure à l'acidité volatile fundique ; comme ce n'est pas le cas, il nous paraît naturel d'expliquer les faibles teneurs antrales par l'intervention de mécanismes d'absorption.

TABLEAU 2

*Évolution de la teneur en eau et du pH dans le matériel digestif des lapins*  
(Z.P. : zones de prélèvements)

Z.P.		Pourcentage d'eau	pH
Estomac	Fundus	79,5 ± 0,75	2,22 ± 0,17
	Intermédiaire	80,9 ± 0,68	1,65 ± 0,09
	Antrum	80,8 ± 0,73	1,38 ± 0,04
Intestin grêle	Duodénum	92,9 ± 0,77	6,86 ± 0,11
	Jéjunum	92,0 ± 0,54	7,12 ± 0,08
	Iléon	91,1 ± 0,55	7,39 ± 0,06
Cæcum		82,2 ± 0,94	6,23 ± 0,19
Côlon « type nuit »	Côlon ascendant : 1	78,9 ± 1,03	6,29 ± 0,21
	Côlon transverse : 2	78,0 ± 1,10	6,41 ± 0,20
	Côlon distal : 3	77,3 ± 1,04	6,48 ± 0,27
	Côlon distal : 4	73,5 ± 1,27	6,37 ± 0,23
	Ampoule rectale : 5	73,2 ± 1,22	6,44 ± 0,23
Côlon « type jour »	Côlon ascendant : 1	77,4 ± 1,15	6,43 ± 0,09
	Côlon transverse : 2	79,3 ± 0,84	7,00 ± 0,15
	Côlon transverse : 3	78,2 ± 1,09	7,10 ± 0,19
	Côlon distal : 4	73,0 ± 2,09	7,16 ± 0,23
	Ampoule rectale : 5	69,2 ± 1,95	7,46 ± 0,20
Comparaison		$F_{136}^{11} = 47,32$ $P < 0,001$	$F_{179}^{11} = 241,50$ $P < 0,001$

Des dosages d'AGV effectués dans le matériel fundique prélevé à deux distances de la paroi indiquent que l'absorption des AGV dans l'estomac est importante, le matériel fundique périphérique, c'est-à-dire en contact direct avec la paroi gastrique, est plus acide et moins riche en AGV que le matériel prélevé en position centrale (tabl. 3). Ici également l'acide butyrique disparaît le plus vite, ce qui nous amène à penser que la vitesse de disparition des AGV dans l'estomac pourrait être liée à leur degré de liposolubilité. Des résultats analogues sont obtenus par ENGELHARDT *et al.* (1968) et par SLIVICKIJ (1969) dans l'abomasum des Ovins. Par ailleurs, des études effectuées chez le Ruminant font ressortir que le milieu acide favorise l'absorption des AGV sous leur forme non dissociée R-COOH (DANIELLI *et al.*, 1945 ; AAFJES, 1967 ; DARDILLAT, 1973).

TABLEAU 3

Valeurs de pH et concentration des différents AGV dans le matériel fundique périphérique (F<sub>P</sub>) et central (F<sub>C</sub>)

Les résultats sont exprimés en mM/l

	F <sub>P</sub> (n = 5)	F <sub>C</sub> (n = 5)
pH	2,96 ± 0,52	3,27 ± 0,64
AGV totaux	17,6 ± 5,68	21,2 ± 4,82
Acide acétique	12,6 ± 4,40	15,1 ± 3,53
Acide propionique	1,9 ± 0,53	1,9 ± 0,54
Acide butyrique	3,0 ± 0,86	4,1 ± 0,69
<i>t</i>	<i>t</i> (pour les AGV) = 2,44 P < 0,05	

TABLEAU 4

Concentration des AGV plasmatiques (en μM/100 ml) chez le lapin (n = 10) d'après BEAUVILLE *et al.* (1974)

(Z.P. : zones de prélèvements ; AGV : acides gras volatils)

AGV	Z.P.			
	Aorte	Veine gastrique	Veine cœcale	Veine colique
AGV totaux	190 ± 14,9	159 ± 17,3	752 ± 127,2	727 ± 125,4
Acide acétique	177 ± 15,0	132 ± 13,1	579 ± 119,7	575 ± 109,8
Acide propionique	3 ± 0,9	6 ± 2,5	60 ± 7,7	41 ± 6,6
Acide butyrique	10 ± 1,8	21 ± 7,4	113 ± 19,6	111 ± 27,5

Des dosages d'AGV effectués dans le sang veineux gastrique et dans le sang artériel (tabl. 4) font ressortir que, contrairement à ce que nous pouvions penser, le

sang veineux est moins riche en AGV que le sang artériel. En fait, cette différence artério-veineuse négative est la résultante :

- d'élément négatif : l'acétate ;
- d'éléments positifs : le butyrate et le propionate.

La paroi gastrique métabolise entièrement l'acétate (BEAUVILLE *et al.*, 1974), il n'est pas exclu que l'utilisation de ces métabolites contribue aux besoins énergétiques nécessités par la sécrétion gastrique acide qui est abondante et continue chez le Lapin (BEAUVILLE et RAYNAUD, 1964).

## 2. — Intestin grêle

Il existe dans la zone duodénale de faibles quantités d'AGV qui vont en augmentant jusqu'à l'iléon, cette élévation du taux des AGV durant le transit (45 p. 100) est due principalement à un enrichissement en butyrate, viennent ensuite les acides propionique et acétique ; nous noterons que, paradoxalement, le pH augmente légèrement (tabl. 2). La teneur en eau ne varie pas significativement.

TABLEAU 5

Concentration des AGV dans le matériel digestif des lapins témoins après incubation

Résultats en (mM/l)

(Z.P. = zones de prélèvements ; AGV = acides gras volatils)

Z.P.		AGV			
		Acide acétique	Acide propionique	Acide butyrique	AGV totaux
Estomac	Fundus	19,1 ± 1,51	1,9 ± 0,20	4,1 ± 0,48	19,2 ± 2,07
	Intermédiaire	7,2 ± 1,09	0,8 ± 0,08	2,1 ± 0,35	10,6 ± 1,60
	Antrum	4,3 ± 0,52	0,5 ± 0,03	1,1 ± 0,26	5,9 ± 0,72
Intestin grêle	Duodénum	3,7 ± 1,39	0,5 ± 0,13	1,8 ± 0,58	6,0 ± 1,99
	Jéjunum	4,0 ± 1,18	0,9 ± 0,38	2,7 ± 0,75	7,7 ± 1,55
	Iléon	9,7 ± 1,98	1,9 ± 0,56	5,4 ± 1,29	17,1 ± 2,86
Cæcum		76,9 ± 6,21	7,7 ± 0,54	29,1 ± 3,56	115,0 ± 8,27
Côlon « type nuit »	Côlon ascendant { 1	71,0 ± 8,65	8,4 ± 1,33	28,3 ± 3,77	107,7 ± 11,96
	2	67,9 ± 7,55	7,8 ± 0,84	27,0 ± 3,10	102,8 ± 10,07
	Côlon transverse : 3	66,1 ± 9,41	7,1 ± 1,30	23,1 ± 2,72	96,4 ± 10,76
	Côlon distal : 4	68,9 ± 8,61	8,5 ± 1,33	27,4 ± 3,70	104,8 ± 12,14
	Ampoule rectale : 5	69,2 ± 7,65	8,3 ± 1,22	27,8 ± 3,49	105,4 ± 10,73
Côlon « type jour »	Côlon ascendant { 1	49,8 ± 13,20	6,5 ± 1,33	19,7 ± 4,84	76,1 ± 18,49
	2	44,8 ± 11,00	5,9 ± 1,32	12,3 ± 3,12	63,1 ± 15,46
	Côlon transverse : 3	46,6 ± 14,20	6,1 ± 1,98	10,3 ± 2,67	63,1 ± 18,18
	Côlon distal : 4	36,0 ± 8,70	4,8 ± 1,30	7,3 ± 1,49	48,2 ± 10,71
	Ampoule rectale : 5	32,1 ± 1,38	5,4 ± 1,76	7,00 ± 2,45	44,6 ± 5,42

BARCROFT *et al.* (1944) chez le Lapin, REMESY (1973) chez le Rat, rapportent que l'absorption des AGV au niveau de l'intestin grêle n'est pas significative. Si l'on se réfère aux travaux effectués chez les Ruminants par AAFJES (1967) et par BUENO (1971), on peut penser que l'élévation du pH, au cours du transit entraîne une diminution de l'absorption des AGV. Durant l'incubation du contenu intestinal, il apparaît une importante quantité d'AGV dans le matériel de l'iléon, et c'est la fermentation butyrique qui est la plus intense (tabl. 5). Cette production plus forte d'AGV peut s'expliquer par une plus grande densité en microorganismes (CATALA, 1972) et aussi par une stimulation du métabolisme bactérien sous l'effet d'une élévation du pH (BONNAFOUS, 1973).

Deux mécanismes concourent donc à élever la concentration du butyrate au cours du transit intestinal : une diminution de son absorption et une augmentation de sa production.

### 3. — *Cæcum*

La stabilité des conditions régnant dans ce compartiment est très favorable à l'installation d'une flore adaptée à l'apport de substrats provenant de l'intestin grêle, ce qui se traduit par une teneur en AGV constante au cours du nyctémère (REMESY, 1973) et également par une stabilité du nombre des microorganismes :  $26 \times 10^{10}$  germes/g de MF (BONNAFOUS et RAYNAUD, 1970).

TABLEAU 6

*Comparaison des rapports  $P_S$  et  $P_M$  pour le cæcum*

AGV	Rapports	
	$P_S$	$P_M$
Acide acétique	71,2	72,9
Acide propionique	10,1	7,5
Acide butyrique	18,3	20,4

La concentration en AGV que nous dosons est en moyenne de 70,5 mM/l, les teneurs en AGV chez le Lapin, rapportées par différents auteurs, sont variables : 208 mM/l pour ALEXANDER et CHOWDHURY (1958), de 20 à 150 mM/l pour COOLS et JEUNIAUX (1961) ; ces variations peuvent être en liaison avec la composition du régime alimentaire (FRIEND *et al.*, 1962-1963). Des valeurs tout à fait comparables sont rencontrées chez les autres Herbivores : 57,3 mM/l pour le Poney (HINTZ *et al.*, 1971), 94 mM/l pour les Bovins (GRIFFITHS, 1967). Autre analogie du Lapin avec les polygastriques, l'absorption des acides est très importante et les différences artério-veineuses sont particulièrement élevées et hautement significatives (tabl. 4). La paroi cæcale métabolise certains AGV, le métabolisme pariétal est mis en évidence par des variations des proportions relatives des AGV (tabl. 6).

Pour un acide déterminé : acétique, propionique ou butyrique, nous appelons :

$\Delta_s$  = concentration de l'AGV du sang veineux — concentration de l'AGV du sang artériel ;

$C_M$  = concentration de l'AGV du matériel digestif

$$P_s = \frac{\Delta_s \text{ de l'AGV}}{\Delta_s \text{ des AGV totaux}} \times 100$$

$$P_M = \frac{C_M \text{ de l'AGV}}{C_M \text{ des AGV totaux}} \times 100$$

La comparaison des proportions relatives de chaque AGV dans le sang efférent ( $P_s$ ) et dans le matériel ( $P_M$ ) fait apparaître une légère augmentation du taux sanguin en propionate et une diminution de celui du butyrate et de celui de l'acétate. La paroi cœcale utilise préférentiellement les acides acétique et butyrique, avec très certainement production de corps cétoniques et de  $CO_2$  ; par contre, le propionate est très peu métabolisé, ce qui explique sa forte proportion dans le sang veineux. Une telle utilisation est rapportée par REMESY (1973) chez le Rat et par PACKETT *et al.* (1966) chez les Ovins. Dans le sang veineux cœcal du Lapin, la proportion d'acide butyrique est très importante, de l'ordre de 18 p. 100 alors qu'elle est toujours inférieure à 5 p. 100 dans le sang efférent du rumen chez les polygastriques (KIDDLE *et al.*, 1951 ; McClymont, 1951). Pour expliquer ce fort pourcentage de butyrate dans le sang veineux cœcal, il faut se référer aux travaux d'HENNING et HIRD (1972 *b*), chez le Lapin, de WORBE et MOTTAZ (1970) chez le Rat et de WEIGAND *et al.* (1972) chez les Bovins, qui ont pu montrer que si l'acide butyrique est bien métabolisé par la paroi du rumen pour donner des corps cétoniques il n'en est pas de même au niveau du cœcum où cette conversion est nettement moins importante aussi bien chez les polygastriques que chez les monogastriques.

#### 4. — Côlon

La valeur moyenne de l'acidité volatile dans ce compartiment est importante : 46 mM/l, il en est de même chez le Poney : 42 mM/l (HINTZ *et al.*, 1973) et chez le Porc : 73 mM/l (ALEXANDER et DAVIES, 1963). Les comparaisons faites au niveau du cœcum et du côlon font apparaître une diminution importante et significative des AGV que n'expliquent pas entièrement les mouvements d'eau (HENNING et HIRD, 1972 *a* ; BONNAFOUS, 1973). Nous noterons que le matériel colique (état physiologique de type jour) et le matériel cœcal présentent des variations significatives ( $P < 0,01$ ) de l'acidité volatile, une différence également significative s'observe au niveau du côlon en fonction de son état physiologique (de type jour ou de type nuit). De l'examen de la figure 2 il ressort que durant le transit colique l'acidité volatile diminue, cette diminution est très importante lors de l'excrétion de type jour et plus discrète lors de l'excrétion de type nuit. Dans les deux cas, c'est l'acide butyrique qui diminue le plus intensément, viennent ensuite dans l'ordre décroissant l'acétate et le propionate.

— Durant l'excrétion de type jour, du fait de l'intervention du facteur lytique colique, la teneur en microorganismes s'effondre au cours du transit :  $26 \times 10^{10}$  germes/g de MF dans le cœcum et  $14 \times 10^{10}$  germes/g de MF dans l'ampoule

rectale (BONNAFOUS et RAYNAUD, 1970). La concentration en AGV présentant la même évolution on pourrait penser qu'elle est due à une diminution de l'activité bactérienne totale. Lors des expériences d'incubation *ex vivo*, nous constatons (tabl. 5) que les fermentations se produisant dans le matériel colique (segment proximal) sont très intenses ; de ce fait, nous ne pouvons plus rattacher l'effondrement du taux des AGV à une diminution de leur production, mais au contraire à une augmentation de leur absorption. L'effondrement de l'acidité volatile s'accompagne d'une élévation du pH qui stimule le métabolisme bactérien ; il s'ensuit une production plus grande d'AGV, l'épuisement des réserves bactériennes s'accélère, rendant celles-ci plus sensibles à l'intervention du facteur lytique (BONNAFOUS, 1973).

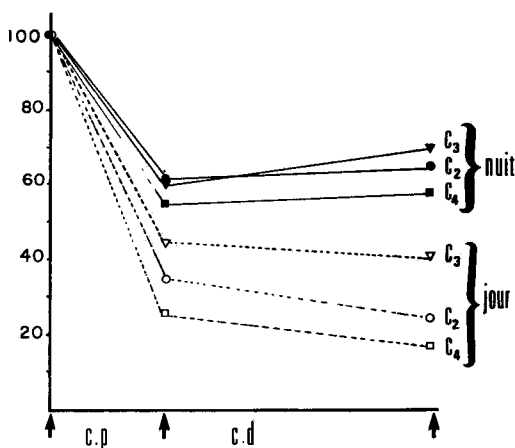


FIG. 1. — Variation du pourcentage des A, G, V, dans le colon en fonction des deux types d'excrétion. La valeur de référence p. 100 est attribuée au cæcum.

— Durant l'excrétion de type nuit, la teneur en AGV diminue plus discrètement dans le côlon proximal pour remonter ensuite dans le côlon distal ; à ce niveau un équilibre s'établit entre la production et l'absorption. Lors de la pratique de la cæcotrophie, le Lapin réingère des « fèces de nuit » qui sont riches en acides volatils, ces acides seront rapidement absorbés dans l'estomac au niveau du cul-de-sac fundique.

Les acides qui disparaissent le plus vite sont, dans l'ordre décroissant : l'acide butyrique, l'acide acétique et enfin l'acide propionique. Il est communément admis que l'absorption des AGV est passive (MYERS, 1967 *a* et *b*) et que les pH alcalins freinent cette absorption ; AAFJES (1967) précise que pour des pH alcalins ou proches de la neutralité, ce sont les acides de faible masse moléculaire qui passent en priorité. Chez le Lapin, il ne semble pas en être de même, nous avons vu que, pendant la phase physiologique de type jour, l'élévation de pH exalte les fermentations et l'absorption, cela est plus particulièrement valable pour l'acide butyrique. L'absorption des AGV dans le côlon du Lapin nous conduit à envisager deux types de passages :

— un passage passif pour les acides acétique et propionique ce qui est en accord avec les résultats obtenus par HENNING et HIRD (1972 *c*) ; ces auteurs montrent

que l'acétate n'est pas absorbé à contre-gradient de concentration au niveau du côlon et que son absorption ne varie pas pour des pH allant de 6,0 à 7,4 ;

— un passage actif pour l'acide butyrique.

On peut penser avec ARMSTRONG *et al.* (1957) que, tout comme chez les Ruminants, l'oxydation des AGV chez le Lapin aboutit à la formation de corps cétoniques et d'énergie utilisable pour le transport actif de certains composés.

En conclusion, chez le Lapin, la teneur en AGV dans les zones postérieures du tube digestif est très importante et comparable à celle qui est trouvée dans la panse du Ruminant. Ces AGV sont rapidement absorbés sur le lieu même de leur production et un équilibre doit s'établir entre la production et l'absorption.

Nous retiendrons que chez aucune autre espèce animale, monogastrique ou polygastrique, on ne trouve un pourcentage aussi élevé d'acide butyrique. Cet acide se trouve à un taux élevé dans le matériel digestif, ceci s'expliquant très certainement par la présence de bactéries spéciales de type *Butyrivibrio*. L'acide butyrique se trouve également à un taux élevé dans le sang veineux, cela résultant à la fois d'une mauvaise métabolisation de cet acide par la paroi digestive et d'une absorption sélective par la paroi colique.

*Reçu pour publication en juin 1975.*

## RÉSUMÉ

La répartition des acides gras volatils dans le matériel digestif est étudiée chez le Lapin par la méthode de chromatographie en phase gazeuse.

La teneur en acides gras volatils (AGV) dans les zones postérieures du tube digestif est très importante et comparable à celle qui est trouvée dans la panse du Ruminant.

La répartition des trois principaux AGV est différente de celle qui est observée non seulement chez les polygastriques, mais également chez les autres monogastriques. Chez le Lapin, la teneur en butyrate est supérieure à celle du propionate.

Nous avons pu mettre en évidence, au niveau du côlon, une absorption sélective du butyrate qui semble relever d'un transport actif.

Mots clés : *acétique, acide butyrique, acides gras volatils, acide propionique, lapin, tube digestif.*

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AAFJES J. H., 1967. The disappearance of volatile fatty acids through the rumen wall. *Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelkde, Dtsch.*, **22**, 69-75.
- ALEXANDER F., CHOWDHURY A. K., 1958. Digestion in the Rabbit's stomach. *Brit. J. Nutrit.*, **12**, 65-73.
- ALEXANDER F., DAVIE M., 1963. Production and fermentation of lactate by bacteria in the alimentary canal of the Horse and Pig. *J. comp. Pathol. Therap.* **73**, 1-8.
- ARMSTRONG D. G., BLAXTER K. L., MCGRAHAM N., 1957. The heat increments of mixtures of steam-volatile F. A. in fasting Sheep. *Brit. J. Nutrit.*, **11**, 392-407.
- ARMSTRONG D. G., ALEXANDER R. H., MCGOWAN M., 1964. The use of *in vitro* digestibilities of dried grasses for the prediction of their energy values for ruminants. *Proc. Nutrit. Soc.* **23** 26-27.
- BARCROFT J., McANALLY R. A., PHILLIPSON A. T., 1944. Absorption of volatile acids from the alimentary tract of the Sheep and other animals. *J. exper. Biol.* **20**, 120-129.
- BEAUVILLE M., RAYNAUD P., 1964. Existence d'une sécrétion gastrique continue chez le Lapin. *J. Physiol.*, **56**, 287-288.

- BEAUVILLE M., 1972. *Recherches sur la sécrétion gastrique chez le Lapin*. Thèse d'État, Université Paul Sabatier, Toulouse.
- BEAUVILLE M., RAYNAUD P., VERNAY M., 1974. Concentration des acides gras volatils plasmatiques chez le Lapin. *Ann. Rech. vétér.*, **5**, 407-411.
- BERGMAN E. N., REID R. S., MURRAY M. G., BROCKWAY J. M., WHITELAW F. G., 1965. Interconversions and production of volatile fatty acids in the Sheep rumen. *Biochem. J.* **97**, 53-58.
- BONNAFOUS R., RAYNAUD P., 1968. Mise en évidence d'une activité lysante du côlon proximal sur les microorganismes du tube digestif du Lapin. *Arch. Sci. Physiol.*, **22**, 57-64.
- BONNAFOUS R., RAYNAUD P., 1970. Recherches sur les variations de la densité des microorganismes dans le côlon du Lapin domestique. *Separatum Experientia*, **26**, 52-53.
- BONNAFOUS R., 1973. *Quelques aspects de la physiologie colique en relation avec la dualité de l'excrétion fécale chez le Lapin*. Thèse d'État, Université Paul Sabatier, Toulouse.
- BUENO L., 1971. *Absorption des acides gras volatils au niveau du rumen isolé in situ*. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Université Paul Sabatier, Toulouse.
- CATALA J., 1972. *Quelques modifications nutritionnelles et digestives consécutives à la suppression de la sécrétion pancréatique exocrine chez le Lapin*. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Université Paul Sabatier, Toulouse.
- COOLS A., JEUNIAUX C., 1961. Fermentation de la cellulose et absorption des acides gras volatils au niveau du cæcum de Lapin. *Arch. internat. Physiol. Biochim.* **69**, 1-8.
- DANIELLI J. F., HITCHCOCK M. W., MARSHALL R. A., PHILLIPSON A. T., 1945. The mechanism of absorption from the rumen as exemplified by the behaviour of acetic, propionic and butyric acids. *J. exper. Biol., G. B.*, **22**, 75-84.
- DARBILLAT C., 1973. Absorption des AGV dans l'omasum de Vache. *Ann. Biol. animale Biochim. Biophys.*, **13**, 793-795.
- ENGELHARDT W. V., EHRLEIN H. J., HORNICKE H., 1968. Absorption of volatile fatty acids, tritiated water and antipyrine from the abomasum of Goats. *Quart. J. exper. Physiol.*, **53**, 282-295.
- FRIEND D. W., CUNNINGHAM H. M., NICHOLSON J. W. G., 1962. The production of organic acids in the Pig. I. The effect of diet on the proportions of VFA in Pig feces. *Canad. J. animal Sci.*, **42**, 55-62.
- FRIEND D. W., CUNNINGHAM H. M., NICHOLSON J. W. G., 1963. The production of organic acids in the Pig. II. The effect of diet on the levels of VFA and lactic acid in sections of the alimentary tract. *Canad. J. animal Sci.*, **43**, 156-168.
- GRIFFITHS T. W., 1967. The evaluation of an improved artificial rumen. Technique for the study of rumen fermentation. *J. agric. Sci.*, **69**, 355-366.
- HENNING S. J., HIRD F. J. R., 1970. Concentrations and metabolism of volatile fatty acids in the fermentative organs of two species of Kangaroo and the Guinea-pig. *Brit. J. Nutr.*, **24**, 145-155.
- HENNING S. J., HIRD F. J. R., 1972 a. Diurnal variations in the concentrations of volatile fatty acids in the alimentary tracts of wild Rabbits. *Brit. J. Nutr.*, **27**, 57-64.
- HENNING S. J., HIRD F. J. R., 1972 b. Ketogenesis from butyrate and acetate by the cæcum and the colon of Rabbits. *Biochem. J.*, **130**, 785-790.
- HENNING S. J., HIRD F. J. R., 1972 c. Transport of acetate and butyrate in the hind-gut of Rabbits. *Biochem. J., G. B.*, **130**, 791-796.
- HINTZ H. F., ARGENZIO R. A., SCHRYVER H. F., 1971. Digestion coefficients, blood-glucose levels and molar percentage of volatile acids in intestinal fluid of Ponies fed varying forage grain ratios. *J. animal Sci.*, **33**, 992-995.
- HOOVER W. H., HEITMANN R. N., 1972. Effects of dietary fiber levels on weight gain; cecal volume and volatile fatty acid production in Rabbits. *J. Nutr.*, **102**, 375-380.
- JOHNSON J. L., MCBEE R. H., 1967. The porcupine cecal fermentation. *J. Nutr.*, **91**, 540-546.
- KIDDLE P., MARSHALL R. A., PHILLIPSON A. T., 1951. A comparison of the mixtures of acetic, propionic acid and butyric acids in the rumen and in the blood leaving the rumen. *J. Physiol.*, **113**, 207-217.
- MCBEE R. H., WEST G. C., 1969. Cecal fermentation in the willow ptarmigan. *Condor*, **71**, 54-58.
- MCCLYMONT G. L., 1951. Identification of the volatile fatty acids in the peripheral blood and rumen, of Cattle and the blood of other species. *Austral. J. agric. Res.*, **2**, 92-103.
- MYERS L. L., JACKSON H. D., PACKETT L. V., 1967 a. Absorption of volatile fatty acids from the caecum of Sheep. *J. animal Sci.*, **26**, 1450-1458.
- MYERS L. L., 1967 b. Gastrointestinal content, mucosal oxidation and caecal absorption of volatile fatty acids in Sheep. *Dissert. Abstr., B.*, **27**, 3778.
- PACKETT L. V., MYERS L. L., JACKSON H. D., 1966. Gastrointestinal content and mucosal oxidation of volatile fatty acids in Sheep. *J. animal Sci.*, **25**, 402-405.
- REMESY C., 1973. *Contribution à l'étude de la production et du métabolisme des acides gras volatils chez le Rat*. Thèse de spécialité, Université de Clermont-Ferrand.
- SLIVICKIJ M. G., 1969. En russe: Absorption des acides gras volatils et de leurs sels par la caillette, chez le Mouton. *Fiziol. Zh., S. S. S. R.*, **55**, 751-756.
- VIALARD V., RAYNAUD P., 1966. Recherches sur l'utilisation de l'urée par les microorganismes de l'estomac de Lapin. *C. R. Soc. Biol.*, **160**, 2478-2483.

- VIALARD V., RAYNAUD P., 1968. Présence d'un agent bactériolytique dans le contenu de l'estomac du Lapin. *J. Physiol.*, 60 suppl. 1, 323.
- WEIGAND E., YOUNG J. W., MCGILLIARD A. D., 1972. Extent of butyrate metabolism by bovine rumino reticulum epithelium and the relationship to absorption rate. *J. dairy Sci.*, 55, 589-597.
- WORBE J. F., MOTTAZ P., 1970. Métabolisme et absorption de l'acide butyrique par le cæcum de Rat. *J. Physiol.*, 62, 465-466.
-