

## PREMIERS RESULTATS CONCERNANT LES QUANTITES D'ACIDES GRAS VOLATILS ET D'ACIDE LACTIQUE PRESENTES DANS LE TUBE DIGESTIF DU PORC

M. ETIENNE

*Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs*

*C.N.R.Z. - Jouy-en-Josas*

---

Il est actuellement reconnu que les acides gras volatils et l'acide lactique, qui proviennent en particulier de la dégradation de la cellulose par les bactéries, occupent une place de choix dans les études nutritionnelles concernant les ruminants. Par contre, peu de travaux relatifs à ces acides organiques ont été conduits chez le porc. Aussi avons nous entrepris une première expérience dans le but de situer les lieux et les types de fermentations de la cellulose et éventuellement de l'amidon, en mesurant les quantités de ces acides présentes à différents niveaux du tube digestif, et de voir si ces quantités variaient en fonction du temps écoulé après le repas.

### I - CONDITIONS EXPERIMENTALES

Dix porcs Large White de 80 kg, placés en loges individuelles, recevaient durant 4 semaines un régime semi-synthétique dont la composition est donnée dans le tableau 1, et qui contient 15 % de cellulose de bois purifiée. Une expérience préalable avait montré que l'utilisation digestive apparente de cette cellulose était de 50 % pour des porcs de 80 kg recevant ce même régime (HENRY, non publié). Ces animaux recevaient 3 kg d'aliment par jour, distribués en 2 repas, à 6 h 45 et 18 h 45. A l'issue de la période expérimentale, ces porcs, qui pesaient alors environ 100 kg, étaient abattus à la porcherie 0, 3, 6, 9 ou 12 h après le repas du matin, à raison de 2 animaux choisis au hasard à chaque heure d'abattage. Afin de connaître le transit de l'aliment, le dernier repas, ainsi que celui qui le précédait de 36 h, avaient été marqués à l'oxyde de chrome à raison de 1 %. Le tube digestif était aussitôt dégagé et ligaturé, afin de fractionner les contenus intestinaux en plusieurs sections : estomac, 6 premiers mètres d'intestin grêle suivant le pylore, reste de l'intestin grêle, caecum, colon proximal et colon distal.

Les différents contenus étaient ensuite pesés et échantillonnés, puis conservés à -15° C. Sur chacun de ces échantillons, les concentrations en acides gras volatils étaient mesurées par chromatographie en phase gazeuse, celle de l'acide lactique par la méthode de DAVIDSON (1949), et celle de l'oxyde de chrome par la méthode de BOLIN (1952). La matière sèche était déterminée à 75 - 78° C pendant 48 h, tandis que le pH était mesuré sur les produits frais.

.../...

Tableau 1  
COMPOSITION DU REGIME EXPERIMENTAL

Matières premières	Composition %
Cellulose de bois	15
Amidon de maïs	62
Huile d'arachide raffinée	3
Farine de poisson de Norvège	16
Mélange minéral	3
Prémélange vitaminique	1
-----	
Résultats moyens d'analyse	
M. sèche %	90,02
M. organique % M. sèche	95,47
Energie brute (Kcal/M. sèche)	4360
N % M. sèche	2,158
Cellulose % M. sèche (insoluble formique)	15,34

## II - RESULTATS ET DISCUSSION

### A - TRANSIT DIGESTIF

La pesée des contenus frais montre que la vidange stomacale est très rapide au cours des 6 premières heures suivant le repas. Selon AUFFRAY *et al.* (1967), elle s'effectue de façon discontinue, mais les temps d'abattages choisis ici sont trop espacés pour que cela ait pu être observé. Sauf dans le caecum, pour lequel le poids de contenu augmente à partir de 3 h après le repas, on n'observe pas de variation systématique de ce critère.

L'analyse de la variation de concentration en oxyde de chrome des différents contenus en fonction du temps écoulé après le repas permet de suivre le transit de la matière sèche, compte tenu du fait que le marqueur reste lié à cette fraction. Elle atteint le caecum à partir de 3 h après la distribution du repas, le colon proximal après 6 h, et le colon distal après 12 h. C'est dans cette dernière partie que le transit est le plus lent (12 h), un essai préliminaire nous ayant montré que l'apparition des premières fèces colorées se produisait 24 h après l'ingestion d'un repas marqué à l'oxyde de chrome.

### B - MATIERE SECHE ET PH DES CONTENUS

La teneur en matière sèche diminue entre l'estomac et le caecum (25,1 à 8,8 %), probablement en raison des sécrétions de sucs digestifs et de mucus, alors qu'au contraire, la résorption d'eau au niveau du cœlon l'augmente (21,6 % dans le colon distal). Au cours des 6 premières heures suivant le repas, elle augmente de 23,8 à 29,4 % dans l'estomac, ce qui semblerait indiquer une évacuation préférentielle des liquides, en accord avec les résultats de AUFFRAY *et al.* (1967).

Le pH des contenus augmente entre l'estomac et le caecum où il se fixe aux environs de 7 : il y aurait une neutralisation des sécrétions acides par les sucs digestifs. Puis, entre le caecum et le rectum, il reste stable, avec néanmoins, dans quelques cas, une légère diminution, probablement

due aux fermentations microbiennes qui aboutissent à des productions acides. Il diminue en fonction du temps au niveau de l'estomac, passant de 5,5 aussitôt après le repas à 2,8 douze heures plus tard. Dans le reste du tube digestif, et comme pour la teneur en matière sèche, les variations de pH, liées au temps écoulé après le repas, sont tamponnées.

## C - ACIDE LACTIQUE ET ACIDES GRAS VOLATILS DANS LES CONTENUS DIGESTIFS

### \* Proportions des différents acides organiques

Les pourcentages moyens des acides organiques trouvés aux différents niveaux du tube digestif sont rapportés dans le tableau 2. L'acide lactique domine dans l'estomac et l'intestin grêle, puisqu'il y représente 45 à 60 % des acides organiques présents. Ce sont au contraire les acides gras volatils (A.G.V.) qui sont les plus importants à partir du caecum, l'acide lactique n'entrant plus que pour 5 à 7 % des acides organiques. Cela peut s'expliquer par le type des microorganismes présents, les lactobacilles qui produisent de l'acide lactique se développant à un pH assez bas (début du tube digestif), tandis qu'ils avoisinent la neutralité pour ceux qui forment les A.G.V.

Parmi les A.G.V., c'est toujours l'acide acétique qui domine (il est d'ailleurs pratiquement le seul présent dans l'intestin grêle), suivi par ordre d'importance de l'acide propionique et de l'acide butyrique. L'acide valérique, et les isomères (acides isobutyrique et isovalérique) n'apparaissent qu'à partir du caecum.

Tableau 2

#### POURCENTAGES MOLAIRES DES DIFFERENTS ACIDES ORGANIQUES DANS LE TUBE DIGESTIF DU PORC (Moyenne de 10 animaux)

Acides	Estomac	Intestin grêle 1ère partie	Intestin grêle 2ème partie	Caecum	Colon proximal	Colon distal
Acétique	35,1	38,2	45,3	70,8	73,0	70,8
Propionique	13,8	1,0	2,3	15,8	14,9	14,4
Isobutyrique	-	-	-	1,2	1,1	0,7
Butyrique	5,8	0,8	1,9	3,8	4,5	5,9
Isovalérique	-	-	0,3	1,0	0,8	0,8
Valérique	0,5	-	-	1,3	1,1	0,5
Lactique	44,9	60,0	50,1	6,1	4,6	6,9

### \* Concentration en acides organiques dans les diverses parties du tube digestif rapportées au poids de contenu frais (tableau 3)

Les concentrations molaires par rapport au contenu frais sont relativement élevées pour l'acide acétique, et surtout pour l'acide lactique dans l'estomac et l'intestin grêle, ce qui semble indiquer des fermentations de ce type. Elles sont beaucoup plus élevées pour les A.G.V. à partir du caecum, augmentant du caecum au rectum, surtout pour les acides acétique, propionique et butyrique : des fermentations qui aboutissent à ces A.G.V. ont donc lieu dans tout le gros intestin. D'ailleurs, on observe que la concentration totale en acides organiques reste relativement constante jusqu'à la

terminaison de l'intestin grêle, et augmente ensuite dans le caecum jusqu'au rectum. Si des fermentations, notamment lactiques, se produisent dès le début du tube digestif, c'est donc surtout dans sa partie terminale qu'elles sont importantes. Ce fait peut être mis en relation avec le transit qui, considérablement ralenti à partir du caecum, permettrait alors aux bactéries un temps d'attaque plus long des matières fermentescibles.

Tableau 3

CONCENTRATIONS EN MILLIMOLÉES/KG DE CONTENU FRAIS DES DIFFÉRENTS ACIDES ORGANIQUES DANS LE TUBE DIGESTIF DU PORC (Moyenne de 10 animaux)

Acides	Estomac	Intestin grêle 1ère partie	Intestin grêle 2ème partie	Caecum	Colon proximal	Colon distal
Acétique	15,2 (5,3)	17,2 (0,8)	16,9 (4,1)	47,4 (3,8)	61,1 (8,5)	77,9 (24,4)
Propionique	6,0 (2,6)	0,5 (0,4)	0,9 (0,4)	10,6 (3,4)	12,5 (2,3)	15,9 (4,4)
Isobutyrique	0	0	0	0,8 (0,4)	0,9 (0,4)	0,8 (0,2)
Butyrique	2,5 (1,9)	0,4 (0,2)	0,7 (0,4)	2,5 (0,8)	3,8 (0,8)	6,4 (1,4)
Isovalérique	0	0	0,1 (0,1)	0,7 (0,6)	0,7 (0,5)	0,8 (0,3)
Valérique	0,2 (0,2)	0	0	0,9 (0,5)	1,0 (0,3)	0,6 (0,1)
Lactique	19,5 (3,8)	27,0 (3,8)	18,7 (3,4)	4,1 (1,5)	3,8 (0,9)	7,7 (5,4)
<b>TOTAL</b>	<b>43,4</b>	<b>45,1</b>	<b>37,3</b>	<b>67,0</b>	<b>83,8</b>	<b>110,1</b>
Concentrations totales rapportées à la matière sèche	172,7	361,3	352,2	765,7	596,8	509,7

(Entre parenthèses figure l'écart-type de la moyenne de chacune des 10 valeurs recueillies)

Lorsqu'on rapporte les concentrations totales en acides organiques à la matière sèche, on constate que c'est dans le caecum qu'elle est la plus élevée, suivie par celle du gros intestin. Ceci vient confirmer l'importance des fermentations dans l'extrémité du tube digestif. Tous ces résultats sont en accord avec ceux de ELSDEN *et al.* (1946), FRIEND *et al.* (1962, 1963) et MICHEL (1961).

L'influence du temps écoulé après le repas semble avoir peu d'effet sur les valeurs trouvées : dans l'estomac, on n'observe un effet significatif que pour l'acide lactique, sa concentration augmentant

jusqu'à 9 h après le repas. Dans l'intestin grêle, celle de l'acide acétique diminue jusqu'à 6 h après le repas, puis augmente. On peut supposer que cela provient de la vidange stomacale, rapide au début, de matériaux qui n'ont pas eu le temps de fermenter, et à celle beaucoup plus tardive du reste du repas qui lui, a pu être attaqué par les bactéries. Dans le caecum et le colon proximal, la concentration en acide acétique s'élève à partir de 3 h après la consommation du repas, c'est-à-dire au moment où il atteint ces organes. Ce résultat est en accord avec LUDVIGSEN et THORBEC qui, en 1961, ont observé le même phénomène grâce à une technique de fistulation. Mais les variations individuelles sont trop importantes pour que la technique des abattages permette à elle seule de suivre l'évolution des concentrations en acides organiques.

★ Quantités d'acides organiques présentes dans le tube digestif du porc (tableau 4)

Les quantités d'acides organiques présentes sont les plus importantes dans l'estomac et chacune des 2 parties du colon. Cela résulte du fait que les concentrations y sont élevées, et les contenus abondants. Par contre, dans l'intestin grêle et le caecum, elles sont relativement faibles (dans le caecum, il n'y a que 300 à 500 g de contenu). En analysant ces résultats, il ne faut pas de toute façon perdre de vue que les quantités qui ont été trouvées ne correspondent pas à leur production, mais à la différence de ce qui est produit et de ce qui est absorbé, ou métabolisé par les bactéries elles-mêmes.

Tableau 4

QUANTITES EN MILLIMOLES DES DIFFERENTS ACIDES ORGANIQUES DANS  
LE TUBE DIGESTIF DU PORC (Moyenne de 10 animaux)

Acides	Estomac	Intestin grêle 1ère partie	Intestin grêle 2ème partie	Caecum	Colon proximal	Colon distal
Acétique	42,2	6,6	17,3	21,3	79,5	62,0
Propionique	15,6	0,2	0,9	4,8	15,7	14,1
Isobutyrique	0	0	0	0,4	1,0	0,7
Butyrique	6,9	0,2	0,8	1,1	4,7	4,7
Isovalérique	0	0	0,1	0,3	0,6	0,7
Valérique	0,5	0	0	0,4	1,1	0,4
Lactique	52,3	12,0	18,8	1,7	4,9	5,8
<b>TOTAL</b>	<b>117,5</b>	<b>19,0</b>	<b>37,9</b>	<b>30,0</b>	<b>107,5</b>	<b>88,4</b>

## CONCLUSION

Cette expérience nous montre que des fermentations importantes ont lieu dans le tube digestif, produisant surtout de l'acide lactique dans l'estomac, et des A.G.V. dans le gros intestin. Les quantités trouvées (300 à 450 millimoles) sont relativement faibles par rapport à celles observées chez les ruminants, mais cet écart provient surtout de la différence d'importance du contenu digestif entre ces espèces. En effet, les concentrations et les proportions d'acides mesurés dans le gros intestin du porc sont voisines de celles du rumen des polygastriques. Dès lors, il nous semble intéressant de poursuivre ce type d'études sur le porc, afin de voir qu'elle est l'importance des acides organiques dans le métabolisme de cet animal.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUFFRAY P., MARTINET J., RERAT A., 1967 - Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 7, 261  
ELSDEN J.R., HITCHCOCK M.W.S., MARSHALL R.A., PHILLIPSON A.T., 1946 - J. Expl. Biol., 191  
FRIEND D.W., CUNNINGHAM H.M., NICHOLSON J.W.G., 1962 - Can. J. anim. Sci., 42, 55  
FRIEND D.W., CUNNINGHAM H.M., NICHOLSON J.W.G., 1963 - Can. J. anim. Sci., 43, 156  
LUDVIGSEN J.B., THORBEK G., 1961 - 8e Congrès international de Recherche animale Hambourg, 211