

## INFLUENCE DES LIPIDES ALIMENTAIRES SUR LA SÉCRÉTION DES ACIDES GRAS PAR LA MAMELLE DE CHÈVRE

I. — INFLUENCE DE LA TENEUR DU RÉGIME EN LIPIDES  
SUR LE TAUX BUTYREUX DU LAIT  
ET SA COMPOSITION EN ACIDES GRAS

J. DELAGE et P.-M. FEHR

*Laboratoire de Recherches annexé à la Chaire de Zootechnie,  
Institut national agronomique, 16, rue Claude-Bernard, 75 - Paris 5<sup>e</sup>*

---

### SOMMAIRE

Au cours d'une expérience sur seize chèvres en lactation, l'influence d'un régime pauvre en lipides sur la sécrétion et la composition en acides gras de la matière grasse du lait a été étudiée comparativement à un régime témoin.

La production laitière, le taux butyreux et la matière grasse sécrétée quotidiennement ont diminué. Le taux butyreux a été rétabli par l'addition d'huile au régime pauvre en lipides.

La composition en acides gras de la matière grasse du lait a sensiblement été modifiée : le pourcentage de tous les acides gras en C<sub>18</sub> a diminué alors que celui des acides gras à chaîne plus courte a augmenté.

---

### INTRODUCTION

L'influence de la fraction lipidique du régime sur la sécrétion de matières grasses par la mamelle des ruminants a été étudiée depuis fort longtemps. L'addition de matières grasses à la ration de vaches laitières a conduit encore récemment à des résultats souvent divergents (BROWN *et al.* ; 1962, PARRY *et al.* ; 1964, ORTH et KAUFMANN 1957 ; MOHAMMED *et al.*, 1964 ; ORTH *et al.*, 1966, entre autres). Ce désaccord entre les auteurs est dû à des conditions expérimentales très différentes en rapport avec la composition des régimes, le niveau énergétique des rations, la quantité et la nature des graisses alimentaires, la forme sous laquelle cet apport de graisses est

consommé. Même le nombre de repas est un facteur non négligeable (MOORE et *al.*, 1945).

Plusieurs auteurs ont montré qu'en dessous d'une certaine quantité de graisses contenues dans la ration, la production lipidique de la vache laitière diminue très sensiblement. LEROY et BONNET (1947) situent ce seuil à 350 g environ de matières grasses digestibles par jour, DIJKSTRA et *al.*, (1953) entre 300 et 400 g de matières grasses. Par ailleurs, MORGEN (1905) estime qu'une chèvre en lactation doit recevoir 1 g de matières grasses par jour et par kg de poids vif dans son régime. De plus, MAYNARD (1932) a observé un double effet quantitatif et qualitatif d'un régime pauvre en lipides sur les matières grasses du lait de vache. Leur sécrétion journalière diminue et leur composition est modifiée. De même avec un régime synthétique délipidé, VIRTANEN (1966) a montré que la teneur des acides gras du lait à dix-huit atomes de carbone est très sensiblement abaissée.

Pour aboutir à des conclusions de portée générale dans l'étude de l'influence des lipides alimentaires sur la sécrétion de matières grasses par la mamelle de ruminant, il nous est apparu souhaitable de préciser en premier lieu les caractéristiques d'une ration dont les effets sur la production lipidique de la mamelle soient déterminés avec précision et reproductibles d'une expérience à une autre. Une ration pauvre en lipides nous a semblé répondre le mieux à ces besoins expérimentaux.

Nous avons voulu aussi préciser si les répercussions d'une alimentation carencée en lipides sur la production de matières grasses par la mamelle était due à la diminution de l'apport lipidique ou à la nature des différents constituants de cette ration. A cette fin, nous avons étudié l'effet du rétablissement de la teneur lipidique du régime par l'addition d'huile à la ration carencée.

En outre, pour examiner dans quelle mesure les variations de la quantité des matières grasses sécrétées par la mamelle pouvaient être liées aux modifications de leur composition, nous avons analysé la composition des lipides du lait.

Cette première étude traite de l'influence d'une ration pauvre en matières grasses sur la production lipidique de la mamelle et sur la composition en acides gras du lait.

## MATÉRIEL, ET MÉTHODES

L'essai est conduit sur chèvres suivant la méthode dite « par périodes successives et groupes comparables ». Deux lots homogènes de huit chèvres sont constitués en considérant l'âge, la race, le poids et la production des animaux. Un des lots sert de témoin, l'autre est soumis aux différents régimes expérimentaux.

L'expérience comprend quatre périodes de vingt huit jours, comme l'indique le tableau 1, les sept premiers jours de chaque période étant considérés comme durée d'adaptation.

Les rations sont établies en assurant la couverture des besoins des chèvres estimés sur les bases suivantes : les besoins d'entretien sont respectivement de 0,59 UF et de 0,65 UF pour des chèvres de 50 et 60 kg, et de 0,6 g de matières azotées digestibles par kg de poids vif. Les besoins pour produire un kg de lait à 4 p. 100 de matières grasses sont de 0,4 UF et de 65 g de matières azotées digestibles.

Le régime témoin A et le régime pauvre en graisse B mais enrichi en huile, apportent 1 g de matières grasses digestibles par kg de poids vif, le régime expérimental B pauvre en lipides n'en fournit que 0,4 g par kg de poids vif.

Le régime témoin A et le régime expérimental B comportent la même ration de base : 0,4 kg de pulpes de betteraves séchées et 0,8 à 1,2 kg de foin suivant le poids de l'animal.

Le régime B est complété par un mélange d'aliments concentrés à base de manioc et de levure. L'aliment concentré du régime témoin A, est composé d'orge, de tourteaux de lin et d'arachide, et, de graines de lin. Les quantités distribuées varient de 0,3 à 1,6 kg suivant la production laitière de chaque chèvre.

L'huile utilisée au cours de la période III pour compléter le régime B est une huile du commerce composée principalement d'huile d'arachide. Sa composition en acides gras figure au tableau 2.

Les animaux reçoivent leur ration journalière en deux repas identiques, même en ce qui concerne l'ingestion de l'huile.

Tous les animaux sont soumis aux contrôles suivants :

- pesées hebdomadaires à heure fixe ;
- pesée des aliments distribués et des refus afin de connaître ce qui est réellement consommé par l'animal ;

TABLEAU I

*Plan expérimental*

Période	Lot témoin	Lot expérimental
I	Régime témoin A	Régime témoin A
II	Régime témoin A	Régime pauvre en matières grasses B
III	Régime témoin A	Régime pauvre en matières grasses B + huile
IV	Régime témoin A	Régime témoin A

— enregistrement de la production laitière individuelle à chacune des deux traites journalières et du taux butyreux journalier déterminé par la méthode Gerber à partir d'un prélèvement moyen proportionnel à la quantité de lait récolté à chaque traite. Des échantillons identiques à ceux qui servent à l'obtention du taux butyreux sont collectés trois fois par période en vue de l'analyse des acides gras au laboratoire.

TABLEAU 2

*Composition en acides gras de l'huile*

Composition en p. 100 des acides gras de l'huile

Acides de C <sub>10:0</sub> à C <sub>14:0</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>16:1</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub>
0,2	9,3	0,4	3,5	63,2	21,4	2,3

La matière grasse de nos échantillons, extraite par la méthode ROSE-GOTTLIEB (1926) est méthyliée suivant la méthode de CRAIG et MURTY (1959). La séquence d'esters méthyliques d'acides de C<sub>10</sub> à C<sub>18:3</sub> est chromatographié sur un appareil Aerograph Hy-FI, modèle A 600 B, muni d'un détecteur à ionisation de flamme. L'azote est utilisé comme gaz vecteur. La colonne était constituée par un support de chromosorb W (80-100 mesh) chargé de 15 p. 100 de succinate de diéthylène glycol (longueur 3,05 m ; diamètre 3 mm). Les pourcentages des acides gras de C<sub>10</sub> à C<sub>18:3</sub> sont calculés à l'aide d'un intégrateur mécanique couplé sur un enregistreur Honeywell.

## RÉSULTATS

*Productions*

Les productions et le poids des animaux sont rapportés dans le tableau 3. Au cours de la première période, les productions du lot témoin et du lot expérimental sont identiques. En revanche, lorsque les chèvres du lot expérimental consomment un régime carencé en lipides, leur production laitière, leur taux butyreux et leur sécrétion journalière de matières grasses sont significativement inférieurs à ceux des

TABLEAU 3

*Production des deux lots de chèvres*

Période		I	II	III	IV
Lot expérimental	Poids (kg)	53,9	54,3	55,6	56
	Production laitière (kg/j)	2,05	1,66*L	1,40**	1,34*
	Taux butyreux p. 1 000	30,4	27,1**	29,7	26,9
	Matières grasses (g/j)	62,4	45,0*	41,9*	36,0*
Lot témoin	Poids (kg)	54,4	55,8	57,9	59
	Production laitière (kg/j)	1,96	1,88	1,84	1,67
	Taux butyreux p. 1 000	30,9	30,1	29,5	28,7
	Matières grasses (g/j)	60,6	56,6	54,3	48,0

Valeur significative à la limite du seuil de 95 p. 100 (\*L), au seuil de 95 p. 100 (\*), au seuil de 99 p. 100 (\*\*)  
par rapport à la valeur du lot témoin.

chèvres du lot témoin, mais leur poids se maintient. Alors que le taux butyreux des animaux du lot expérimental est rétabli quand de l'huile est ajoutée à la ration pauvre en lipides, les productions de lait et de matières grasses restent significativement inférieures à celles du lot témoin pendant la troisième et la quatrième période.

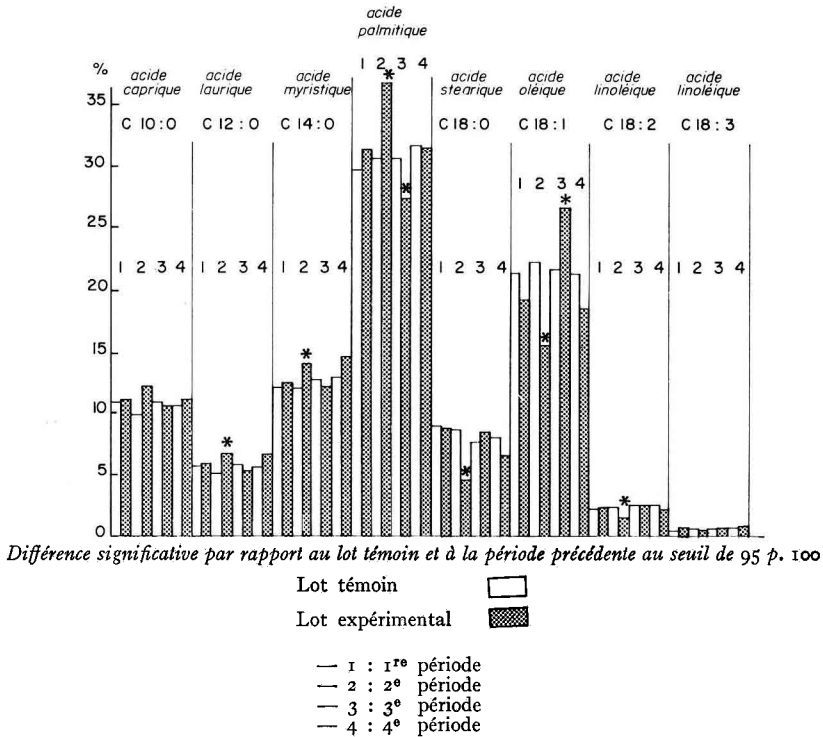
*Composition en acides gras du lait*

Les variations de la composition en acides gras du lait en fonction des régimes précédemment définis ressortent de la figure 1.

Nous observons que :

1° les deux lots soumis au même régime témoin présentent une composition semblable en acides gras pendant la période I.

2° le régime carencé en matières grasses s'accompagne d'une diminution significative par rapport au lot témoin et au régime témoin A précédent, des acides stéarique, oléique et linoléique et d'un accroissement significatif des acides palmitique, myristique et laurique. L'acide caprique semble varier dans le même sens que ces acides et l'acide linoléique dans le sens inverse comme les autres acides en C<sub>18</sub>.



3° l'addition d'huile au régime pauvre en matières grasses provoque une augmentation significative des pourcentages des acides gras en C<sub>18:0</sub>, C<sub>18:1</sub>, C<sub>18:2</sub>, tandis que les acides en C<sub>12</sub>, C<sub>14</sub>, C<sub>16</sub>, ont au contraire des teneurs significativement plus faibles. L'acide caprique varie dans le même sens que l'acide laurique. Ainsi la distribution d'huile en complément du régime carencé rétablit le pourcentage des différents acides gras au niveau qu'il représente avec le premier régime témoin à l'exception d'un accroissement significatif en acide oléique et d'une diminution correspondante et significative en acide palmitique.

4° le retour du lot expérimental au régime témoin s'accompagne de compositions en acides gras non significativement différentes entre les deux lots. Par rapport à la période III, les variations enregistrées dans le lot expérimental sont inverses de celles constatées lors du passage de la période II à la période III, seules les variations des acides stéarique, linoléique et caprique ne sont pas significatives.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Cette expérience en confirmant nos premiers résultats (DELAGE et FEHR, 1967) montre que chez la chèvre comme chez la vache, le niveau lipidique de la ration influence la production des matières grasses par la mamelle. Un régime pauvre en matières grasses abaisse la production laitière et la sécrétion lipidique de la mamelle qui ne sont pas rétablies quand la ration recouvre sa teneur normale en graisses. Cette diminution de production peut difficilement s'expliquer par une carence énergétique car le poids des animaux a plutôt tendance à augmenter tout au long de l'expérience.

Le taux butyreux qui diminue nettement en carence lipidique est rétabli par l'addition d'huile au régime. Il est donc vraisemblable que le faible niveau lipidique de la ration est le seul responsable de la chute du taux butyreux quand le régime carencé en matières grasses remplace le régime témoin.

La variation de la sécrétion lipidique la mamelle s'accompagne de modifications sensibles de la composition en acides gras des matières grasses du lait.

Les pourcentages des acides caprique, laurique, myristique et palmitique dans la matière grasse du lait varient dans le même sens au cours des différentes périodes; ce qui suggère que ces acides ont une origine commune. Ces observations sont en accord avec les travaux de FRENCH et *al.* (1951), POPJAK et *al.* (1951), et KUMAR et *al.* (1959), selon lesquels des acides gras jusqu'en C<sub>16</sub> sont synthétisés à partir d'acétate et de  $\beta$ -hydroxy-butyrate formés au cours des fermentations du rumen.

D'autre part les pourcentages des acides gras à dix-huit atomes de carbone du lait et ceux des acides à poids moléculaire plus faible varient en sens inverse. Nos résultats confirment que les acides en C<sub>18</sub> ont une origine différente de celle des acides plus courts et que ces acides à longue chaîne proviennent principalement de l'alimentation comme le croient aussi GLASCOCK et *al.* (1956), VIRTANEN et *al.* (1966). Cependant DECAEN et ADDA (1966), DECAEN et JOURNET (1967) indiquent qu'au début de la lactation chez la vache, une partie des acides gras en C<sub>18</sub> du lait peuvent provenir des réserves lipidiques. Dans l'expérience que nous avons rapportée, cette origine des acides gras en C<sub>18</sub> semble assez peu importante car les chèvres avaient mis bas depuis trois mois au début de l'essai.

L'addition d'huile riche en acides oléique et linoléique au régime pauvre en lipides relève la teneur des acides gras en C<sub>18</sub> en particulier celles des acides stéarique et oléique dans la matière grasse du lait. D'autres auteurs : HILDITCH (1956), BROWN et *al.* (1962), TOVE et MOCHRIE (1963), PARRY et *al.* (1964), KUZZDAL-SAVOIE (1964) ont fait des observations semblables en ajoutant à des rations non carencées des huiles contenant essentiellement des acides insaturés à dix-huit atomes de carbone. Les acides gras de l'huile donc sont retrouvés dans le lait sous forme plus saturée. En effet, d'après REISER et REDDY (1956), SHORLAND et *al.* (1957), GARTON et *al.* (1961), les acides gras insaturés des aliments subissent une saturation dans le rumen.

Ainsi, il apparaît que le lait d'une chèvre qui reçoit dans son alimentation peu de graisses est caractérisé par un faible taux butyreux et un bas pourcentage en acides gras à dix-huit atomes de carbone.

*Reçu pour publication en juillet 1967.*

## SUMMARY

## EFFECT OF DIETARY FAT ON THE PRODUCTION OF FATTY ACIDS IN GOAT MILK

I — EFFECT OF THE RATE OF DIETARY FAT ON BUTTERFAT CONTENT  
AND FATTY ACID COMPOSITION OF THE MILK

An experiment was undertaken on 16 dairy goats in order to study the effect of a low-fat diet on fat secretion and fatty acids composition of the milk.

Milk yield, fat percentage and butterfat daily production decreased. Fat percentage only was re-balanced when oil was added to the diet.

The fatty acid composition of butterfat altered considerably. The percentage of  $C_{18}$  fatty acids decreased whereas the percentage of shorter-chain acids increased.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BROWN W. H., STULL J. W., STOTT G. H., 1962. Fatty acid composition of milk : 1. Effect of rouhage and dietary fat. *J. dairy Sci.*, **45**, 191-196.
- CRAIG B. M., MURTY N. L., 1959. Quantitative fatty acid analysis of vegetable oil by gas-liquid chromatography. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **36**, 549-554.
- DECAEN C., ADDA J., 1966. Évolution de la sécrétion des acides gras des glycérides du lait de vache au cours de la lactation. *XVII<sup>e</sup> Congr. Intern. Laiterie*, A 161-171.
- DECAEN C., JOURNET M., 1967. Évolution au début de la lactation, de la sécrétion des principaux acides gras du lait et de la concentration en acides gras libres du sang chez la vache. *Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys.*, **7**, 137-44.
- DELAGE J., FEHR P. M., 1967. Influence de la composition lipidique du régime sur le taux butyreux du lait de chèvre. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **264**, 981-984, série D.
- DIJKSTRA M. D., DAMMERS J., FRENS A. M., 1953. *Hoorn Verslag. Landbouwk. Onderzoek*, n° 59, 6.
- FRENCH T. H., HUNTER G. D., MARTIN A. J. P., POPJAK G., 1951. Mode of formation of milk fatty acids with the aid of  $CH_3^{14}COONa$  (abstr.). *Biochem. J.*, **48**, VI.
- GARTON C. A., LOUGH A. K., VIOQUE E., 1961. Glycerid hydrolysis and glycerol fermentation by sheep rumen contents. *J. gen. Microbiol.*, **25**, 215-225.
- GLASCOOK R. F., DUNCOMBE W. G., REINIUS L. R., 1956. Studies on the origin of milk fat : 2. The secretion of dietary long chain fatty acid in milk fat by ruminants. *Biochem. J.*, **62**, 535-554.
- HILDITCH T. P., 1956. *The chemical Constitution of natural fats*. London Chapman and Hall Ltd 3rd ed.
- KUMAR S., LAKSHMANAN S., SHAW J. C., 1959.  $\beta$ -hydroxy-butyrate and acetate metabolism of the perfused bovine udder. *J. Biol. Chem.*, **234**, 754-757.
- KUZDZAL-SAVOIE S., 1964. *Influence de la composition de la ration sur la composition chimique du beurre de vache*. Thèse Fac. Sci. Paris.
- LEROUY A. M., BONNET J., 1947. Influence de la teneur en matière grasse de la ration sur la production de matière grasse des vaches laitières. *Ann. agron.*, **27**, 455-476.
- MAYNARD L. A., 1932. *Contribution à la physiologie du métabolisme de la matière grasse dans la lactation*. Volume en l'honneur du Dr PORCHER, p. 419-34. Imprimeries Réunies-Chambéry.
- MOHAMMED K., BROWN W. H., RILEY P. W., STULL J. W., 1964. Effect of feeding coconut oil meal on milk production and composition. *J. dairy Sci.*, **47**, 1208-1212.
- MOORE L. A., HOFFMAN G. T., BERRY M. H., 1945. The effect of two different methods of feeding cod-liver oil on fat test in milk. *J. dairy Sci.*, **28**, 161-172.
- MORGEN, 1905. *Landw. Versuchst.*, **62**, 251. Cité par ZELTER S. Thèse Fac. des Sci. Paris 1953.
- ORTH A., KAUFMANN W., 1957. Die Ursachen der unterschiedlichen Konsistenz des Milchlvettes. *Kieler Milchw. Forscher.*, **2**, 241-252.
- ORTH A., KAUFMANN W., ROHR K., 1966. Beitrag zur Frage des Einflusses höherer und verschiedenartiger Fettgaben auf die Leistung von Milchkühen und die Verdauungsvorgänge im Pansen. *Z. Tierphys. Tierernähr. u. Futtermittelk.*, **21**, 83-96.
- PARRY R. M., SAMPUGNA J., JENSEN R. G., 1964. Effect of feeding safflower oil on the fatty acid composition of milk. *J. Dairy Sci.*, **47**, 37-40.

- POPJAK G., FRENCH T. H., HUNTER G. D., MARTIN A. J. P., 1951. Mode of formation of milk fatty acids from acetate in the goat. *Biochem. J.*, **58**, 612-618.
- REISER R., REDDY H. G. R., 1956. The hydrogenation of dietary insaturated fatty acids by the ruminant. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, **33**, 155-156.
- ROSE-GOTTLIEB, 1926. Méthodes officielles américaines d'analyses du lait. *Le Lait*, **6**, 54-74.
- SHORLAND F. B., WEENINK R. O., JOHNS A. T., McDONALD I. R. C., 1957. The effect of sheep rumen contents on insaturated fatty acids. *Biochem. J.*, **67**, 328-333.
- TOVE S. B., MOCHRIE R. D., 1963. Effect of dietary and injected fat on the fatty acid composition of bovine depot fat and milk fat. *J. dairy Sci.*, **16**, 686-689.
- VIRTANEN A. I., 1966. Milk-production of cows on protein-free-feed. *Science*, **153**, 1603-1614.
-