

INFLUENCE DE L'ACIDE CAPRYLIQUE SUR LE MÉTABOLISME DES AUTRES ACIDES GRAS CHEZ LE RAT EN CROISSANCE

B. AUROUSSEAU et L. DE GROOT

avec la collaboration technique de Françoise DUBOISSET et de J. BEJOT

*Laboratoire d'Études des Métabolismes,
Centre de Recherches de Clermont-Ferrand, I. N. R. A.,
Theix 63110 Beaumont*

RÉSUMÉ

L'influence de l'acide caprylique sur le métabolisme des acides gras a été étudiée chez le Rat en croissance, en complément d'une étude de l'utilisation énergétique de cet acide réalisée au moyen de la méthode d'abattage et d'analyse des carcasses (AUROUSSEAU, 1972). L'acide caprylique était incorporé aux régimes par substitution à des quantités isoénergétiques de l'amidon d'un régime témoin comportant par ailleurs 10 p. 100 d'énergie sous forme d'acides gras longs (insaturés dans l'exp. I, en mélange dans l'exp. II). La première expérience a permis de tester l'influence de l'acide caprylique à deux taux différents (25,8 et 28,2 p. 100 de l'énergie métabolisable du régime) et pour 3 niveaux d'alimentation différents (« élevé », « normal » ou « restreint »). La seconde expérience a permis de comparer l'influence de l'acide caprylique à celles des acides laurique et myristique et d'en étudier les interactions.

L'ingestion d'acide caprylique, laurique ou myristique, conformément à des résultats antérieurs, est suivie d'un enrichissement des lipides corporels en acides gras à chaîne moyenne et d'un accroissement relatif des activités de synthèse ou d'élongation d'acides gras par rapport aux activités de désaturation. De plus, l'acide caprylique exerce une action d'« épargne » sur les acides gras à chaîne plus longue et favorise en particulier le dépôt des acides gras à 12, 14 ou 16 atomes de carbone.

L'influence de l'acide caprylique peut être contrebalancée en totalité par des acides gras longs apportés par le régime (exp. II).

Ces résultats sont discutés en fonction des stades intermédiaires du métabolisme et de l'âge physiologique des animaux expérimentaux. Dans ces conditions, il apparaît comme vraisemblable que l'incorporation aux aliments d'allaitement d'acides gras à chaîne moyenne puisse favoriser l'amélioration de la qualité des carcasses des jeunes animaux domestiques.

INTRODUCTION

Dans le cadre des études poursuivies au laboratoire sur la nutrition énergétique du jeune monogastrique en croissance intensive, la connaissance de l'utilisation métabolique des nutriments, et en particulier des acides gras de longueur et de nature

de chaîne différentes, peut contribuer à l'interprétation et à la compréhension de l'effet global qu'ils exercent sur l'utilisation de l'énergie des régimes ainsi qu'à la maîtrise de la qualité des carcasses et des dépôts adipeux des animaux domestiques.

Ainsi, chez le Rat, l'acide caprylique est rapidement métabolisé en éléments à deux carbones (BRADY et GURIN, 1950) et oxydé en CO_2 (METAIS et BACH, 1967). Le catabolisme oxydatif des acides laurique et myristique est également très rapide (KRISCHNER et HARRIS, 1961 ; METAIS *et al.*, 1967). En addition à cet effet, les acides gras à chaîne moyenne semblent accroître chez le Rat la teneur des dépôts adipeux corporels en acides gras saturés (BOLLINGER et REISER, 1865 ; KAUNITZ et JOHNSON, 1968). Or l'accroissement de la teneur en acides gras saturés des dépôts adipeux sous-cutanés s'accompagne, en particulier chez l'Agneau, d'une baisse de leur teneur en eau et d'une amélioration de leur qualité de présentation et de fermeté (AUROUSSEAU *et al.*, 1972).

Au cours d'études sur rats, nous avons d'abord pu mettre en évidence que l'ingestion d'acide caprylique à égalité d'ingestion d'énergie métabolisable (EM) induisait une réduction de la quantité totale de lipides fixés et un accroissement de la teneur des lipides corporels totaux en acides gras à chaîne moyenne et en acides gras saturés (de GROOT *et al.*, 1970).

Dans une seconde phase, la réalisation de bilans précis d'acides gras nous a permis d'observer des phénomènes sensiblement différents au cours d'une expérience où les apports alimentaires d'acide oléique (10 p. 100 de EM) ont masqué l'influence de l'acide caprylique (25 p. 100 de l'EM du régime). Dans ces conditions, l'apport d'acide caprylique a entraîné une réduction de 14 p. 100 de la quantité d'acides gras totaux déposés en 30 jours et cette réduction a affecté diversement les quantités d'acides gras individuels déposés : diminution de 19 p. 100 dans le cas des acides gras saturés et de 10 p. 100 dans les cas de l'acide oléique (AUROUSSEAU *et al.*, 1970). Au cours de cette même expérience un apport inférieur d'acide caprylique (15 p. 100 de EM du régime) a exercé sur le métabolisme lipidique une influence comparable à celle observée au cours de nos premiers essais : dans ces conditions, la quantité d'acides gras totaux déposés en 30 jours a été réduite de 2 p. 100, la quantité d'acides gras longs saturés déposés pendant le même temps accrue de 6 p. 100 et la quantité correspondante d'acide oléique réduite de 4 p. 100. Des mesures complémentaires de catabolisme oxydatif nous ont permis de mettre en évidence une exagération du cycle lipolyse-lipogénèse : pour le régime témoin « glucides » et le régime comportant 15 p. 100 de l'EM sous forme d'acide caprylique, la couverture des besoins en énergie thermique par le catabolisme direct des nutriments est respectivement de 90 et 80 p. 100, et après 30 jours d'essais, on ne retrouve dans les dépôts des animaux ayant reçu ces régimes que 78 et 69 p. 100 de l'acide oléique absorbé, alors que 17 p. 100 seulement sont directement catabolisés (AUROUSSEAU *et al.*, 1970).

En complément de ces premiers travaux, nous avons entrepris l'étude de l'influence du niveau d'ingestion et de la teneur en azote des régimes sur l'utilisation de l'énergie des acides gras à chaîne moyenne (AUROUSSEAU, 1972), et sur le métabolisme lipidique du rat en croissance. Cette étude a été réalisée au cours de deux expériences successives (exp. I et exp. II).

MATÉRIEL, ET MÉTHODES

Des rats mâles de souche *Wistar*, sevrés au poids moyen de 45 g (21 jours d'âge) proviennent du Centre de Sélection et d'Élevage d'animaux de laboratoire du C. N. R. S. Ils reçoivent pendant 4 jours un aliment standard du commerce avant d'être répartis en lots homologues de 15 animaux, sur la base du poids et du gain de poids observé au cours de cette période pré-expérimentale, ils sont mis en expérience à un âge moyen de 30 jours (70 g de poids vif).

En fin d'expérience, on conserve dans chaque lot 9 à 15 animaux dont les ingestions d'énergie métabolisables sont voisines (± 5 p. 100).

L'expérience I a utilisé, sur une période de 25 jours, trois régimes à forte teneur en azote (6,2 mg azote digestible/kcal EM), deux régimes comportant de l'acide caprylique (tricapryline) aux niveaux de 30 p. 100 de EM du régime (régime « Tri C₈ 30 p. 100 », lots A₁ et A₂) et de 25 p. 100 de EM du régime (régime « Tri C₈ 25 p. 100 », lots B₁, B₂ et B₃) et un régime témoin (« glucides », lots C₁, C₂ et C₃). Ces régimes ont été offerts à différents niveaux d'ingestion : 3 lots d'animaux présentant spontanément un haut niveau d'ingestion (lots A₁, B₁, et C₁), 3 lots d'animaux présentant des niveaux d'ingestion normaux (lots A₂, B₂ et C₂) et deux lots soumis à des restrictions alimentaires de 10 p. 100 (lot B₃ et C₃).

L'expérience II a utilisé sur une période de 21 jours, 4 régimes à teneur moyenne en azote (5,4 mg azote digestible/kcal EM.) : un régime témoin « glucides » (lot G), un régime « Tri C₈ 15 p. 100 » (lot F) comportant de l'acide caprylique (tricapryline) au niveau de 15 p. 100 de EM, un régime « Coprah 15 p. 100 » (lot E), dans lequel un mélange d'acides gras à chaîne moyenne (11 p. 100 de C₈, 8 p. 100 de C₁₀, 58 p. 100 de C₁₂ et 22 p. 100 de C₁₄) étaient apportés au niveau de E. M. par de l'huile de Coprah, et, enfin, un régime « Coprah Tri C₈ 20 p. 100 » (lot D) comportant 15 p. 100 de EM sous forme d'acide caprylique et 15 p. 100 de EM sous forme des acides gras à chaîne moyenne de l'huile de Coprah.

Les régimes de l'expérience I comportaient de l'huile d'arachide (de façon à apporter 10 p. 100 de l'EM sous forme d'acides gras). Dans la crainte que l'acide linoléique, fortement catabolisé, ne vienne interférer avec l'utilisation métabolique de l'acide caprylique nous avons utilisé dans l'expérience II de l'huile de palme dont nous avons réduit l'apport pour tenir compte des acides gras longs de l'huile de Coprah des régimes ingérés par les lots D et E. Le détail des régimes ainsi que le détail du mode opératoire utilisé pour le broyage des animaux sont donnés dans une communication précédente (AUROUSSEAU, 1972).

En raison du rôle important que joue le foie dans le métabolisme de l'acide caprylique (BEZARD *et al.*, 1966, CLEMENT *et al.*, 1969), ces deux expériences ont été complétées par l'analyse du contenu en lipides et en acides gras de foies prélevés au cours d'une expérience précédente (AUROUSSEAU *et al.*, 1970).

Pour apprécier le métabolisme lipidique des animaux expérimentaux, nous avons procédé à des bilans d'acides gras : les lipides des aliments, des fèces, des carcasses et des foies ont été extraits après hydrolyse acide, selon la méthode employée par TOULLEC *et al.*, (1968). Les acides gras ont été pesés après purification des extraits lipidiques par saponification. Leur composition centésimale a été déterminée par chromatographie en phase gazeuse de leurs esters méthyliques. La colonne utilisée avait une longueur de 2 m et un diamètre de 4 mm et était garnie d'un support (Anakrom A, 80 mesh) imprégné de 18 p. 100 de succinate de diéthylène glycol (DEGS). La température de la colonne était de 160°C, la mesure de la surface des pics était réalisée par un intégrateur Disc.

Au cours de l'expérience I, une série d'incidents techniques a empêché d'obtenir une bonne précision sur le bilan d'acides gras entaché d'une incertitude consécutive à un séchage déficient des échantillons, ceci s'est traduit par des erreurs atteignant + 10 p. 100. La composition centésimale en acides gras individuels, par contre, a été déterminée avec une meilleure précision : les résultats obtenus sont la moyenne de quatre chromatographies de 2 échantillons différents et la reproductibilité est de 0,6 point.

Au cours de la seconde expérience, le bilan d'acides gras a été déterminé dans de bonnes conditions ($\pm 0,4$ p. 100) de même que la composition centésimale en acides gras (reproductibilité $\pm 0,6$ point).

RÉSULTATS

Au cours de l'expérience I, les régimes comportant de l'acide caprylique ont été moins bien acceptés que les régimes témoins. De ce fait les consommations des lots A₁ et B₁ (niveau d'ingestion élevé) ont été du même ordre de grandeur que celles du lot

C₂ (niveau d'ingestion normal). De même, les consommations du lot B₂ (niveau d'ingestion normal) ont été du même ordre de grandeur que celles du lot C₃ (niveau d'ingestion « restreint »), reproduisant ainsi les conditions dans lesquelles nous comparons habituellement l'utilisation des régimes expérimentaux à celle des régimes témoins.

Au cours de cette expérience, l'ingestion d'acide caprylique a eu sur la quantité d'acides gras fixés un effet variable et comparable à celui sur la quantité d'énergie fixée (AUROUSSEAU, 1972). Ainsi, pour des quantités de EM ingérée sensiblement égales (tabl. 1) la fixation de lipides ou d'acides gras a été accrue de 11 à 14 p. 100

TABLEAU I

Bilans d'énergie et d'acides gras observés au cours de l'expérience I

Niveau relatif d'ingestion (%)	Lots expérim.	Régimes	E fixée (kcal)	E fixée sous forme de protéines ⁽¹⁾ (kcal)	E fixée sous forme de lipides ⁽¹⁾ (kcal)	E fixée sous forme d'AG ⁽²⁾ (kcal)
90	A ₂	« Tri C ₈ 30 % »	292	148	144	127
	B ₃	« Tri C ₈ 25 % »	297	144	153	132
100	B ₂	« Tri C ₈ 25 % »	332	168	164	140
	C ₃	« Glucides »	352	173	179	150
107	A ₁	« Tri C ₈ 30 % »	372	173	199	173
	B ₁	« Tri C ₈ 25 % »	383	175	208	179
	C ₂	« Glucides »	372	182	190	158
117	C ₁	« Glucides »	452	193	269	221

⁽¹⁾ L'énergie fixée sous forme de protéines est obtenue par calcul à partir du bilan d'azote. Par différence avec le bilan énergétique on en déduit l'énergie fixée sous forme de lipides.

⁽²⁾ La quantité d'acides gras fixés a été déterminée par extraction et l'énergie correspondante calculée en adoptant une valeur de 9,5 kcal/g d'acides gras.

environ, respectivement chez les animaux des lots A₁ (régime « Tri C₈ 30 p. 100 ») et B₁ (régime « Tri C₈ 25 p. 100 ») par comparaison aux animaux homologues du lot C₂ (régime « Glucides »). Par contre, elle a été réduite de 7 p. 100 chez les animaux du lot B₂ (régime « Tri C₈ 25 p. 100 ») par comparaison à ceux du lot C₃ (régime « Glucides ») et de 4 p. 100 chez les animaux du lot A₂ (régime « Tri C₈ 30 p. 100 ») par comparaison à ceux du lot B₃ (régime « Tri C₈ 25 p. 100 »).

L'acide caprylique induit, par ailleurs, une légère modification de la teneur des lipides corporels en acides gras saturés qu'elle accroît faiblement (tabl. 2) de 1,9 à 2,7 points. Cet accroissement de la teneur des lipides corporels en acides gras saturés est entièrement imputable à l'accroissement de leur teneur en acides gras à chaîne moyenne (2,6 à 3 points) et en particulier en acide caprylique (2,4 à 3,5 points). Toutefois, com-

Composition centésimale de lipides corporels et bilans d'acides gras individuels observés au cours de l'expérience I

Lots expérim.	Régimes	Données expérimentales	AG totaux (mg)	Acides gras individuels (mg) (1)						
				C ₈	C ₁₄	C ₁₆	C _{16:1}	C ₁₈	C _{18:1}	C _{18:2}
A ₃	« Tri C ₈ 30 % »	AG absorbés (mg).....	20 700 (2)	45 000	370	2 790	200	700	11 200	4 220
		AG déposés (mg) (3).....	13 400	570	290	3 900	650	1 120	6 510	—
		AG corporels % pondéral...	—	3,5	2,6	28,8	4,8	7,8	46,3	2,7
B ₃	« Tri C ₈ 25 % »	AG absorbés (mg).....	20 300 (2)	41 300	360	2 740	280	690	10 980	4 140
		AG déposés (mg) (3).....	13 900	450	250	3 090	670	780	6 480	1 810
		AG corporels % pondéral...	—	2,7	2,3	23,2	4,8	6,2	44,9	12,9
B ₂	« Tri C ₈ 25 % »	AG absorbés (mg).....	22 500 (2)	45 800	360	2 740	220	690	12 150	4 580
		AG déposés (mg) (3).....	14 800	450	250	3 470	730	950	6 820	1 670
		AG corporels % pondéral...	—	2,5	2,2	23,9	4,8	6,7	43,8	12,0
C ₃	« Glucides »	AG absorbés (mg).....	22 200 (2)	—	400	3 030	310	760	12 000	4 530
		AG déposés (mg) (3).....	15 900	—	330	3 910	970	930	7 370	1 940
		AG corporels % pondéral...	—	—	2,4	25,1	5,9	6,2	45,0	12,3
A ₁	« Tri C ₈ 30 % »	AG absorbés (mg).....	24 000 (2)	52 300	400	2 990	310	750	12 980	4 900
		AG déposés (mg) (3).....	18 400	610	300	4 510	810	1 070	8 560	2 100
		AG corporels % pondéral...	—	2,8	2,1	24,7	4,4	6,1	44,4	12,7
B ₁	« Tri C ₈ 25 % »	AG absorbés (mg).....	23 700 (2)	48 400	430	3 240	340	810	12 880	4 860
		AG déposés (mg) (3).....	18 900	530	330	4 760	980	1 090	9 070	1 660
		AG corporels % pondéral...	—	2,4	2,2	25,2	5,0	6,1	45,7	10,4
C ₂	« Glucides »	AG absorbés (mg).....	23 800 (2)	—	430	3 210	330	810	12 880	4 860
		AG déposés (mg) (3).....	16 600	—	310	4 230	970	890	7 960	1 900
		AG corporels % pondéral...	—	—	2,3	25,5	5,7	5,8	46,1	12,1
C ₁	« Glucides »	AG absorbés (mg).....	26 300 (2)	—	470	3 550	370	890	14 230	5 970
		AG déposés (mg) (3).....	23 300	—	430	5 800	1 630	1 450	11 360	2 360
		AG corporels % pondéral...	—	—	2,5	26,4	6,5	5,4	45,7	11,0

(1) Pour simplifier le tableau, les résultats relatifs aux proportions de certains acides gras ne figurant qu'en petites quantités dans les lipides corporels ont été éliminés.

(2) A l'exclusion de l'acide caprylique absorbé.

(3) Compte tenu de l'incertitude sur la quantité d'acides gras totaux déposés, les quantités de chaque acide gras individuels déposés sont indiqués à 10 mg près.

parativement aux résultats observés pour les animaux du lot B₃, la teneur des dépôts corporels en acides gras saturés est accrue significativement (+ 8,3 points) dans le cas des animaux du lot A₂ ingérant le régime « Tri C₈ 30 p. 100 », par accroissement de la teneur des dépôts en acides gras à chaîne moyenne (+ 1,1 points) en acide palmitique (+ 5,6 points) et en acide stéarique (+ 1,6 points), en compensation d'une diminution de la teneur des dépôts en acide linoléique (- 10,2 points).

A cette exception près, dans les conditions de l'expérience, l'acide caprylique n'a apparemment aucune influence sur la teneur des dépôts en acides gras longs saturés. Cependant, si on rapporte la quantité de chaque acide gras déposée pendant la période expérimentale à la quantité absorbée dans le même temps, on peut mettre en évidence l'induction par l'acide caprylique d'un accroissement du dépôt d'acides palmitique et stéarique relativement au dépôt d'acide palmitoléique et oléique (tabl. 5). A cet égard, l'acide stéarique a un comportement particulier et le dépôt de cet acide est nettement accru dans tous les cas par l'acide caprylique. Pour l'ensemble des quatre acides l'influence de l'acide caprylique est particulièrement nette. Pour les lots A₂ et B₃, le rapport est en effet inchangé pour l'ensemble des deux acides gras insaturés (C_{16:1} et C_{18:1}) et accru de 30 points environ pour l'ensemble des deux acides gras saturés (C₁₆ et C₁₈) lorsque la teneur de l'aliment en acide caprylique s'accroît de 5 points. Si l'on compare le lot témoin C₃ au lot expérimental B₃, l'influence de l'acide caprylique est moins nette : le rapport des quantités déposées aux quantités absorbées est réduit de 7 points environ pour les insaturés et inchangés pour les saturés. Il en est de même si l'on compare le lot témoin C₃ respectivement aux lots expérimentaux B₁ et A₁, le rapport des quantités déposées aux quantités absorbées est accru respectivement de 8 et 4 points seulement pour les insaturés et de 17 et de 22 points pour les saturés.

Au cours de la seconde expérience (tabl. 3) la quantité d'acides gras déposés pendant la période expérimentale est réduite de 16 p. 100 par l'introduction d'acide capry-

TABLEAU 3

Bilans d'énergie et d'acides gras observés au cours de l'expérience II

Lots	Régimes	EM ingérée (kcal)	E fixée (kcal)	E fixée sous forme de protéines ⁽¹⁾ (kcal)	E fixée sous forme de lipides ⁽¹⁾ (kcal)	E fixée sous forme d'AG ⁽²⁾ (kcal)
D	« Coprah Tri C ₈ 30 % »	1 214	293	131	162	135
E	« Coprah 15 % »	1 217	285	135	151	121
F	« Tri C ₈ 15 % »	1 200	283	140	143	121
G	« Glucides »	1 207	318	136	182	144

⁽¹⁾ L'énergie fixée sous forme de protéines est obtenue par calcul à partir du bilan d'azote. Par différence avec le bilan énergétique on en déduit l'énergie fixée sous forme de lipides.

⁽²⁾ La quantité d'acides gras fixés a été déterminée par extraction et l'énergie correspondante calculée en adoptant une valeur de 9,5 kcal/g d'acide gras.

TABLEAU 4

Composition centésimale des lipides corporels et bilans d'acides gras individuels observés au cours de l'expérience II

Régimes	Données expérimentales	AG totaux	Acides gras individuels (1)																		
			C ₈	C ₁₀	C ₁₂	C ₁₄	C ₁₆	C _{16:1}	C ₁₈	C _{18:1}	C _{18:2}										
« Glucides » (Lot G)	AG absorbés (mg)	11 850	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	AG déposés (mg)	15 660 (2)	—	—	—	310	—	—	—	—	1 580	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	AG corporels % pondéral.....	—	—	—	0,5	2,6	—	—	—	—	9,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
« Tri C ₈ 15 % » (Lot F)	AG absorbés (mg)	11 490 (2)	22 070	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	AG déposés (mg)	13 200 (3)	150	30	—	280	—	—	—	—	1 220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	AG corporels % pondéral.....	—	0,9	0,2	0,5	2,8	—	—	—	—	8,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
« Coprah » (Lot E)	AG absorbés (mg)	26 800 (2)	2 230	1 680	11 500	4 450	3 310	3 310	3 310	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	AG déposés (mg)	13 180 (2)	—	130	2 300	4 400	3 670	3 670	3 670	820	820	500	500	3 710	3 710	3 710	3 710	3 710	3 710	3 710	3 710
	AG corporels % pondéral.....	—	—	0,8	15,1	9,8	29,0	29,0	29,0	6,2	6,2	4,8	4,8	28,9	28,9	28,9	28,9	28,9	28,9	28,9	28,9
« Coprah Tri C ₈ » (Lot D)	AG absorbés (mg)	26 300 (2)	24 300	1 650	11 280	4 370	3 250	3 250	3 250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	AG déposés (mg)	14 620 (2)	150	190	2 650	1 610	3 920	3 920	3 920	810	810	660	660	3 930	3 930	3 930	3 930	3 930	3 930	3 930	3 930
	AG corporels % pondéral.....	—	0,9	4,1	16,0	10,2	28,1	28,1	28,1	5,6	5,6	5,3	5,3	27,8	27,8	27,8	27,8	27,8	27,8	27,8	27,8

(1) Pour simplifier le tableau, les résultats relatifs aux proportions de certains acides gras ne figurant qu'en petites quantités dans les lipides corporels ont été éliminés.

(2) A l'exception des acides caprylique et caprique absorbés.

(3) Compte tenu de la précision, les quantités d'acides gras individuels déposés sont indiquées à 10 mg près.

TABLEAU 5
Acides gras individuels déposés p. 100 des quantités absorbées pendant la période expérimentale

Expériences	EM ing. (kcal)	Lots	Régimes	C ₁₈	C _{16:1}	C _{18:1}	C ₁₆ + C ₁₈	C _{16:1} + C _{18:1}	AG totaux (1)
I	1 520	A ₁	« Tri C ₈ 30 % »	151	261	143	149	71	77
		B ₁	« Tri C ₈ 25 % »	147	288	135	144	76	80
		C ₂	« Glucides »	132	294	110	127	68	70
	1 420	B ₂	« Tri C ₈ 25 % »	127	332	138	129	61	66
		C ₃	« Glucides »	129	312	122	128	68	72
		A ₂	« Tri C ₈ 30 % »	140	325	160	144	63	65
II	1 300	B ₃	« Tri C ₈ 25 % »	113	239	113	113	63	68
		D	« Coprah Tri C ₈ »	121	—	194	128	128	56
		E	« Coprah »	111	—	143	114	120	49
	1 200	F	« Tri C ₈ 15 % »	129	—	280	139	147	115
		G	« Glucides »	149	—	234	157	175	132

(1) A l'exclusion des acides caprylique et caproïque.

TABLEAU 6

Influence de l'ingestion d'acide caprylique sur la composition centésimale et la teneur en acides gras du foie de rats en croissance
(AURUSSEAU *et al.*, 1970)

Régimes	Données expérimentales	AG totaux de la carcasse (mg)	AG totaux du foie (mg)	Acides gras individuels des foies (1)					
				C ₁₄	C ₁₆	C ₁₆ : 1	C ₁₈	C ₁₈ : 1	C ₁₈ : 2
« Glucides »	AG % pondéral	—	—	0,6	20,6	4,1	11,9	27,6	41,7
	AG (mg)	30 300	350	2,1	72,5	14,3	41,9	97,3	41,4
« Tri C ₈ 15 % »	AG % pondéral	—	—	0,7	20,5	4,6	13,6	30,0	10,9
	AG (mg)	29 700	400	2,9	82,9	18,5	54,6	121,3	44,0
	Accroissement par rapport au régime témoin (%) .	— 2	+ 14	+ 38	+ 14	+ 29	+ 30	+ 25	+ 6
« Tri C ₈ 25 % »	AG % pondéral	—	—	0,6	18,3	3,5	15,9	30,4	10,3
	AG (mg)	26 000	489	2,8	88,1	16,6	76,5	146,1	49,5
	Accroissement par rapport au régime témoin (%) .	— 14	+ 37	+ 33	+ 21	+ 16	+ 82	+ 50	+ 19

(1) A l'exception des acides gras polyinsaturés, non pris en considération dans la discussion.

lique ou des acides gras à chaîne moyenne de l'huile de coprah au niveau de 15 p. 100 de l'EM (lots E et F) et de 7 p. 100 environ par l'introduction du mélange de ces acides gras au niveau de 30 p. 100 de l'EM du régime (lot D). Dans ces conditions on peut remarquer (tabl. 4) que la teneur en acides gras saturés des lipides corporels passe de 42,3 p. 100 chez les animaux recevant le régime témoin « glucides » (lot G) à 43,8 p. 100 chez les animaux recevant le régime « Tri C₈ 15 p. 100 » (lot F) à 59,5 p. 100 chez les animaux recevant le régime « coprah 15 p. 100 » (lot E) et à 61,6 p. 100 chez les animaux du lot D. Pour ces deux derniers lots, l'accroissement de la teneur des lipides corporels en acides gras saturés est dû en majeure partie au dépôt d'acides laurique et myristique, ce qui confirme les résultats de LONGENECKER (1939) et de R. W. HARKINS, et H. P. SARRETT (1968) : 24,9 p. 100 chez les animaux du lot E et 26,2 p. 100 chez les animaux du lot D.

Au cours de cette expérience, l'acide caprylique (lot F) n'exerce aucune influence sur la composition en acides gras des lipides corporels (tabl. 4 et 5). Les acides gras moyens de l'huile de coprah (lot E), par contre, réduisent davantage les synthèses d'acides insaturés que celles d'acides saturés (tabl. 4 et 5) : le rapport des quantités déposées aux quantités absorbées est réduit de 55 points pour les premiers et de 33 points pour les seconds. L'adjonction d'acide caprylique aux acides gras moyens de l'huile de coprah (lot D) a pour effet d'accroître les synthèses apparentes d'acides gras (9 p. 100), la fixation d'acides gras saturés (+ 13 p. 100) étant accrue davantage que la fixation d'acides gras insaturés (+ 5 p. 100).

Dans les deux expériences, les régimes apportaient des quantités importantes d'acide linoléique (25 p. 100 environ des acides gras longs) : on ne retrouve que de faibles quantités de cet acide dans les lipides corporels (10 à 35 p. 100 des quantités ingérées).

Enfin, l'acide caprylique accroît le poids du foie des animaux (+ 20 p. 100) et leur contenu en acides gras de + 14 et + 37 p. 100 respectivement pour les régimes « Tri C₈ 15 p. 100 » et « Tri C₈ 25 p. 100 ». La quantité totale d'acide palmitique contenue dans le foie des animaux est accrue, mais non sa teneur relative dans les lipides hépatiques.

DISCUSSION

Les résultats contradictoires concernant l'influence de l'acide caprylique sur la lipogénèse observés au cours de l'expérience I peuvent s'expliquer comme il est discuté dans la précédente communication (AUROUSSEAU, 1972) par les différences de niveau de consommation (élevé, normal ou restreint). Dans ces conditions, en effet, le niveau de consommation modifie le rendement de l'utilisation de l'énergie des régimes pour l'ensemble des fonctions entretien et croissance ce qui se traduit par une modification des quantités d'énergie et de lipides fixés par les animaux expérimentaux.

L'influence favorable de l'acide caprylique sur le dépôt d'acides gras saturés relativement au dépôt d'acides gras insaturés peut être due en partie à l'accroissement des synthèses (KAUNITZ, 1968 ; KRITCHEVSKY, 1966-1967, BOLLINGER, 1965),

mais semble principalement due à une action d'épargne exercée par l'acide caprylique sur les acides gras saturés à chaîne plus longue par diminution de leur catabolisme (BACH *et al.*, 1967), cette action d'épargne ne s'exerçant apparemment pas pour les acides gras insaturés (AUROUSSEAU *et al.*, 1970).

L'accroissement particulier des quantités d'acide stéarique retrouvées dans les lipides corporels consécutivement à l'ingestion de cet acide, montre que l'acide caprylique favorise les activités d'élongation relativement aux activités de synthèse, conformément aux observations de LEVEILLE *et al.*, (1967) ou de DUCHEMIN et FAVARGER (1963).

Au cours de l'expérience I, l'effet de l'acide caprylique est moins marqué pour les hauts niveaux d'ingestion : on peut rapprocher cette observation des travaux de GELLHORN et BENJAMIN (1965) qui montrent que la proportion d'acides insaturés formés croît avec l'intensité des synthèses d'acide gras.

L'absence à peu près totale d'influence de l'acide caprylique sur la composition en acides gras des lipides corporels, au cours de l'expérience II, peut s'expliquer par l'inhibition de la synthèse d'un acide gras par des apports exogènes de cet acide gras (BOLLINGER, 1965 ; BOTTINO et REISER, 1965 ; ZAKIM 1965 ; BORTZ et LYNEN, 1963).

L'accroissement du contenu en acide gras du foie de rats ayant ingéré des régimes comportant de l'acide caprylique, peut témoigner de synthèses lipidiques accrues et souligne le rôle important de cet organe dans le métabolisme des acides gras à chaîne moyenne. L'absence d'accroissement de la teneur en acide palmitique des lipides hépatiques relativement à leur teneur en acides insaturés entre en contradiction avec les résultats d'autres auteurs, mais peut s'expliquer par l'accumulation dans le foie de l'acide oléique alimentaire (BOLLINGER, 1965). Par ailleurs, le rapport entre les contenus des foies en acides palmitoléique et palmitique subit des variations faibles, mais tend à témoigner d'un accroissement des désaturations apparentes au niveau de cet organe avec le régime « Tri C₈ 15 p. 100 » et d'une réduction des désaturations apparentes avec le régime « Tri C₈ 25 p. 100 ». Les variations de la composition en acides gras des lipides corporels totaux indiquent une tendance inverse, les désaturations apparentes sont accrues du régime « Tri C₈ 15 p. 100 » au régime « Tri C₈ 25 p. 100 » (AUROUSSEAU *et al.*, 1970). Or les acides gras insaturés des tissus adipeux semblent avoir en grande partie une origine hépatique (CHRISTOPHE *et al.*, 1969) : ces contradictions s'expliquent vraisemblablement par la succession de désaturations accrues et de remobilisation ou d'utilisation à des fins énergétiques d'intensité variable en fonction de la nature des acides gras (NAKAGAWA et UCHIYAMA, 1968, 1969, ; DI GIORGIO *et al.*, 1962 ; ELOVSON, 1965). De plus, l'acide caprylique (observations non publiées) ou les acides gras à chaîne moyenne (AUROUSSEAU *et al.*, 1972) exercent sur le métabolisme lipidique du Rat ou de l'Agneau, des influences notablement différentes, vraisemblablement en raison de différences d'âge physiologique. Ces contradictions et ces différences soulignent les limites de la méthode de mesure de bilans d'acides gras chez le Rat et montrent que les « tendances » observées au cours de nos essais témoignent d'activités métaboliques dont l'importance peut varier selon l'espèce ou l'intensité de la croissance.

CONCLUSION

La composition en acides gras des lipides corporels est la résultante de l'équilibre entre les apports exogènes d'acides gras et la succession de dégradations, de synthèses et interconversions intervenant dans divers organes au cours de la captation ou de la libération d'acides gras, de triglycérides ou de lipoprotéines. En conséquence, elle ne renseigne qu'imparfaitement sur le métabolisme lipidique des animaux.

Toutefois, la mesure du bilan d'acides gras au cours d'expériences mettant en jeu différents facteurs (âge des animaux, restrictions alimentaires, teneur des régimes en acides gras à chaîne moyenne, équilibre entre nutriments...) nous conduisent aux conclusions suivantes :

- Une part importante de l'acide linoléique alimentaire est utilisée à des fins énergétiques.
- L'acide caprylique favorise le dépôt d'acide stéarique (élongation de l'acide palmitique).
- L'acide caprylique peut accroître l'importance des activités de synthèse relativement aux activités de désaturation, ou exercer une action d'épargne sur les acides laurique, myristique et palmitique. Ces effets peuvent être contrebalancés par de hauts niveaux d'alimentation ou par l'ingestion d'acides gras longs.
- Une part importante des acides caprique, laurique et myristique alimentaires est utilisée à des fins énergétiques. Toutefois ces acides se déposent dans les lipides corporels du rat en proportions plus importantes en présence d'acide caprylique. De plus ces acides favorisent l'accroissement de la quantité d'acide palmitique déposée dans les lipides corporels relativement à l'acide oléique.

Dans ces conditions, la présente étude du métabolisme lipidique de rats en croissance confirme l'intérêt que semblent présenter les acides gras à chaîne moyenne pour l'amélioration de la qualité des dépôts adipeux des jeunes animaux domestiques.

Reçu pour publication en juin 1972.

SUMMARY

EFFECT OF CAPRYLIC ACID ON THE METABOLISM OF OTHER FATTY ACIDS,
IN THE GROWING RAT

A study of lipid metabolism as affected by caprylic acid has been done on male rats of the *Vistar* strain taken at 70 g. body weight and previously employed to study energy utilization of this acid by the slaughter technique (AUROUSSEAU, 1972).

Experimental diets were built by substitution of caprylic acid for isocaloric quantities of the starch of a basal diet taken as a reference. Two levels of caprylic acid were tested in a first trial (25.8 and 28.2 p. 100 of metabolizable energy of the diet) as well as three levels of intake (« high », « normal », or « restricted »). In a second trial, caprylic acid or lauric and myristic acid were introduced in the diet at the level of 15 p. 100 of metabolizable energy and their interactions were tested by introducing each group of acids at this same level but together in the same diet.

Caprylic acid intake, as already described, is followed by an increase of deposition in the carcass of medium-chain fatty acid, an increase of fatty acid synthesis and especially of fatty acid elongation relative to fatty acid desaturation. Moreover, caprylic acid favors the deposition of longer chain dietary fatty acids, apparently by protecting them from oxidative catabolism. In addition, caprylic acid effect may be over-shadowed by dietary long-chain fatty acids.

These findings are discussed in reference to intermediary metabolism and physiological age of experimental animals. Caprylic acid appears likely to favor the carcass quality of young growing domestic animals.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUROUSSEAU B., de GROOT L., BOUVIER J. C., VERMOREL M., 1970. Utilisation métabolique des acides gras courts, moyens et longs par le rat en croissance. In « Energy metabolism of farm animals », *Proc. 5th Symp. held at Vitznau Switzerland* (ed. A. Schurch and C. Wenk), p. 189.
- AUROUSSEAU B., 1972. Utilisation énergétique et azotée de régimes comportant des acides caprylique, laurique et myristique par le rat en croissance. Influence du niveau d'alimentation. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **12** (263-280).
- AUROUSSEAU B., THÉRIEZ M., DANIEL Maryvonne, 1972. Influence de la nature des matières grasses incorporées dans l'aliment d'allaitement sur le métabolisme lipidique de l'agneau de boucherie. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.* (publication en cours).
- BACH A., METAIS P., WARTER J. Comparaison par l'étude du $^{14}\text{CO}_2$ de l'air expiré, de l'utilisation de graines à acides gras longs, moyens et courts. Influence du support. *C. R. Soc. Biol.*, **162**, 247-251.
- BEZARD J., MONNERET-BOQUILLON M., 1966. Captation par le foie en perfusion des acides gras à chaînes courtes et moyennes. *Arch. sci. Physiol.*, **20**, 359-379.
- BOLLINGER J. N., 1963. *The metabolism of fatty acids derived from dietary triglycerides*. The graduate school of the agricultural and mechanical college of Texas in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy (August 1963).
- BOLLINGER J. N., REISER R., 1965. The metabolic fate of fatty acids derived from dietary triglycerides. *J. A. O. C. S.*, **42**, 1130-1133.
- BORTZ W. M., LYNENF, 1963. Elevation of long chain acyl CoA derivatives in livers of fasted rats. *Biochem. Ztsch.*, **339**, 77-82.
- BOTTINO N. R., ANDERSON R. E., REISER R., 1965. Dietary fatty acids : their metabolic fate and influence on fatty acid biosynthesis. *J. A. O. C. S.*, **42**, 1124-1129.
- BRADY R. O., GURIN S., 1950. The biosynthesis of radioactive fatty acids and cholesterol. *J. Biol. Chem.*, **186**, 461-469.
- CLEMENT J., COUREL E., KLEPPING J., BRIET S., 1964. Étude de la répartition chyloportale des acides gras à chaînes courtes et moyennes. *J. Physiol.*, **18**, 453-467.
- CHRISTOPHE J., WINAND J., FURNELLE J., 1969. Distribution of newly synthesized fatty acids and metabolic heterogeneity of NEFA and glycerides within adipose tissue. *Excepta Medica International Congress series n. 213. Proc. 8th intern. Congr. nutrition*, Prague, Czechoslovakia.
- DE GROOT L., AUROUSSEAU B., VERMOREL M., 1970. Influence de l'ingestion d'acide caprylique et d'acide oléique sur le métabolisme lipidique du rat en croissance. *C. R. Acad. Sc.*, **270**, 721-724.
- DI GIORGIO J., BONANNO R. A., HEGSTED D. M., 1962. Effect of diet upon the *in vitro* metabolism of rat epididymal adipose tissue. *J. Nutr.*, **78**, 384-391.
- DUCHEMIN A., FAVARGER P., 1963. Recherches sur la synthèse des acides gras. XI. Mode de synthèse de l'acide palmitique à partir de ses homologues inférieurs *in vivo*. *Helv. Physiol. Acta*, **21**, 1-9.
- ELOVSON J., 1965. Conversion of palmitic acid and stearic acid in the intact rat. *Biochem. Biophys. Acta.*, **106**, 201-203.
- GELLHORN A., BENJAMIN N., 1965. Fatty acid biosynthesis and RNA function in fasting aging and diabetes. *Adv. enz. Regul.*, **4**, 19-26.
- HARKINS R. W., SARETT H. P., 1968. Nutritional evaluation of medium chain triglycerides in the rat. *J. A. O. C. S.*, **45**, 23-26.
- KAUNITZ, JOHNSON R. E., 1968. Nutritional properties of MCT. *J. A. O. C. S.*, **45**, 19-22.
- KIRSCHNER S. L., HARRIS R. S., 1966. The influence of dietary fat on fatty acid biosynthesis in the rat. *Biochem. Biophys. Acta.*, **116**, 185-188.
- KRITCHEVSKY O., SHIRLEY A., TEPPER, 1967. The influence of MCT on cholesterol metabolism in rats. *J. Nutr.*, **86**, 67-72.
- LEVELLE G. A., PARDINI R. S., TILLOTSON J. A., 1967. Influence of medium chain triglycerides on lipid metabolism in the chick. *Lipids*, **2**, 461-466.

- LONGENECKER M; E., 1939. Deposition and utilization of fatty acids of low molecular weight, and a fatty acid analysis of coconut oil. *J. Biol. Chem.*, **130**, 167-177.
- METAIS P., BACH A., 1967. Vitesse d'oxydation relative des graines à acides gras à chaînes moyennes et courtes. Données préliminaires. *Cahiers Nutr. Diététique*, **2**, 77-78.
- METAIS P., BACH A., WARTER J., 1967. Comparaison par l'étude du $^{14}\text{CO}_2$ de l'air expiré de l'utilisation de graines à acides gras longs, moyens ou courts. *C. R. Soc., Biol.*, **161**, 1372.
- NAGAKAWA M., UCHIYAMA M., 1968. Comparison of desaturation of palmitic and stearic acids in rat liver preparation. *J. Biochem.*, **63**, 684-687.
- NAGAKAWA M., UCHIYAMA M., 1969. Esterification reaction affecting the pattern of mono-insaturated fatty acids in rat liver. *J. Biochem.*, **6**, 673-677.
- TOULEC R., FLANZY J., RIGAUD J., 1968. Dosage des lipides des fèces. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **8**, 181-289.
- ZAKIM D., 1965. The effect of ethanol on hepatic fatty acid synthesis. *Life Sci.*, **4**, 209-214.
-