

Acides gras tissulaires d'origine laitière et santé cardio-métabolique

Jean-Michel Lecerf

Service de Nutrition - Institut Pasteur de Lille

Les études épidémiologiques prospectives montrent que la consommation de produits laitiers est associée à une diminution du risque cardio-métabolique: moindre risque de survenue de syndrome métabolique¹, forte diminution du risque de survenue de diabète de type 2², réduction du risque d'accident cérébro-vasculaire³ et absence d'augmentation du risque cardiovasculaire⁴. Dans une population de 3452 adultes, les sujets déclarant une intolérance au lactose et ayant réduit leurs apports en produits laitiers avaient un risque d'hypertension artérielle et de diabète augmenté, respectivement de 40 % et 30 %⁵.

Pendant longtemps les graisses laitières ont été discréditées du fait de leur teneur en acides gras saturés. Pourtant, la consommation de produits laitiers entiers est associée à un moindre risque cardio-métabolique dans différentes études^{6a et b}. Et à la suite de la méta-analyse de Siri-Tarino⁷ les acides gras saturés ne sont plus considérés comme responsables d'un risque cardiovasculaire accru⁸. De même l'étude des 7 pays à l'origine du discrédit des acides gras saturés a été revisitée.

grasses carnées est associée à une augmentation de 48 % de ce risque⁹.

Les études épidémiologiques sont basées sur des enquêtes alimentaires dont on connaît les limites. Mais même si de nombreuses questions méthodologiques restent encore posées, l'utilisation de plus en plus fréquente de marqueurs biologiques reflétant les apports alimentaires en acides gras s'avère un outil particulièrement intéressant.

La critique de l'étude des 7 pays

- Choix arbitraire des pays étudiés
- Faible association entre acides gras saturés et mortalité cardiovasculaire si l'on analyse les 16 cohortes ensemble
- Deux îles grecques, Corfou et Crète, avaient les mêmes apports en acides gras saturés et pourtant une mortalité coronarienne beaucoup plus élevée à Corfou
- L'analyse alimentaire n'a été faite que chez 500 des 13 000 hommes
- Les aliments transformés (« processed ») ont été classés en « acides gras saturés » même s'ils étaient essentiellement glucidiques (biscuits, gâteaux, pâtisseries, snacks...)
- En Grèce l'enquête alimentaire a été faite pendant le carême !

Cependant les résultats des études pourraient dépendre de la source alimentaire d'acides gras. Ainsi l'étude MESA montre que la consommation d'acides gras saturés provenant des graisses laitières (soit 5 % de l'apport énergétique total) est associée à une réduction de 38 % du risque cardiovasculaire, tandis que celle provenant des

Acides gras tissulaires

Les acides gras tissulaires sont les acides gras incorporés dans les tissus (tissu adipeux, membrane des éléments figurés du sang...) ou les liquides biologiques (acides gras circulants: acides gras des phospholipides, des esters de cholestérol). Ils proviennent des acides gras alimentaires ou de la synthèse endogène des lipides (lipogenèse hépatique). Selon les tissus ils reflètent les apports sur une très longue période (tissu adipeux), sur une période intermédiaire (3 mois pour les acides gras des phospholipides des membranes érythrocytaires), ou sur une période plus courte (phospholipides circulants).

Les teneurs tissulaires en acides gras indispensables (acide linoléique, acide alpha-linolénique, acide docosahexaénoïque (DHA)...) sont réellement le reflet des apports alimentaires (seule une très faible part du DHA est issue de la biotransformation de l'acide alpha-linolénique).

Les acides gras saturés et mono-insaturés n'étant pas indispensables, leurs teneurs tissulaires reflètent les apports alimentaires mais sont aussi l'expression de la synthèse endogène (lipogenèse hépatique *de novo* à partir des glucides ou de l'alcool), surtout en cas de régime hyperglucidique. C'est également le cas pour l'acide *cis* palmito-

numéro
145
MAI - JUIN
2015

(1) Fumeron F, Lamri A, Abi Khalil C, Jaziri R, Porchay-Baldérelli I, Lantieri O et al. Dairy consumption and the incidence of hyperglycemia and the metabolic syndrome: results from a french prospective study, data from the epidemiological study on the insulin resistance syndrome (desir). *Diabetes Care*.2011;34:813-817.

(2) Chen M, Sun Q, Giovannucci E, Mozaffarian D, Manson JE, Willett WC et al. Dairy consumption and risk of type 2 diabetes: 3 cohorts of US adults and an updated meta-analysis. *BMC Med*.2014;12:215.

(3) Hu D, Huang J, Wang Y, Zhang D, Qu Y. Dairy foods and risk of stroke: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*.2014;24:460-469.

(4) Soedamah-Muthu SS, Ding EL, Al-Delaimy WK, Hu FB, Engberink MF, Willett WC et al. Milk and dairy consumption and incidence of cardiovascular diseases and all-cause mortality: dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Am. J. Clin. Nutr.*.2011;93:158-171.

(5) Nicklas TA, Qu H, Hughes SO, He M, Wagner SE, Foushee HR et al. Self-perceived lactose intolerance results in lower intakes of calcium and dairy foods and is associated with hypertension and diabetes in adults. *Am. J. Clin. Nutr.*.2011;94:191-198.

(6a) Goldbohm RA, Chorus AMJ, Galindo Garre F, Schouten LJ, van den Brandt PA. Dairy consumption and 10-y total and cardiovascular mortality: a prospective cohort study in the netherlands. *Am. J. Clin. Nutr.*.2011;93:615-627.

(6b) Elwood PC, Pickering IE, Givens DI, Gallacher JE. The consumption of milk and dairy foods and the incidence of vascular disease and diabetes: an overview of the evidence. *Lipids* 2010, 45, 925-39

(7) Siri-Tarino PW, Sun Q, Hu FB, Krauss RM. Meta-analysis of prospective cohort studies evaluating the association of saturated fat with cardiovascular disease. *Am. J. Clin. Nutr.*.2010;91:535-546.

(8) Lamarche B, Couture P. It is time to revisit current dietary recommendations for saturated fat. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2014;39:1409-1411.

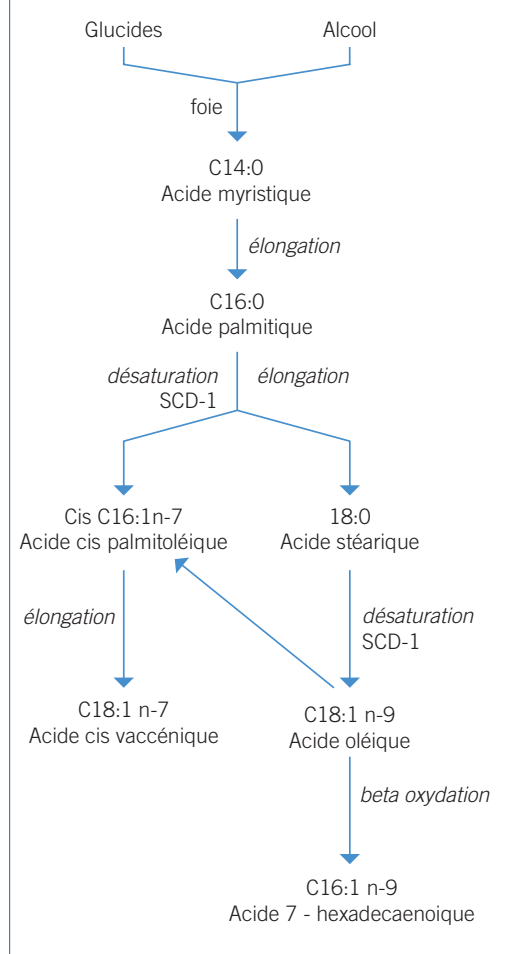
(9) de Oliveira Otto MC, Mozaffarian D, Kromhout D, Bertoni AG, Sibley CT, Jacobs DRJ et al. Dietary intake of saturated fat by food source and incident cardiovascular disease: the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Am. J. Clin. Nutr.*.2012;96:397-404.

(10) Lee JJ, Lambert JE, Hovhannisyany Y, Ramos-Roman MA, Trombold JR, Wagner DA et al. Palmitoleic acid is elevated in fatty liver disease and reflects hepatic lipogenesis. *Am. J. Clin. Nutr.*.2015;101:34-43.

(11) Jaudszus A, Kramer R, Pfeuffer M, Roth A, Jahreis G, Kuhnt K. Trans palmitoleic acid arises endogenously from dietary vaccenic acid. *Am. J. Clin. Nutr.*.2014;99:431-435.

léique (*cis* C16:1 n-7) issu de la désaturation de l'acide palmitique¹⁰, ou l'acide *cis* vaccénique (*cis* C18:1 n-7) issu de l'élongation endogène du pré-cédent (**schéma 1**).

Schéma 1 : Lipogénèse de novo

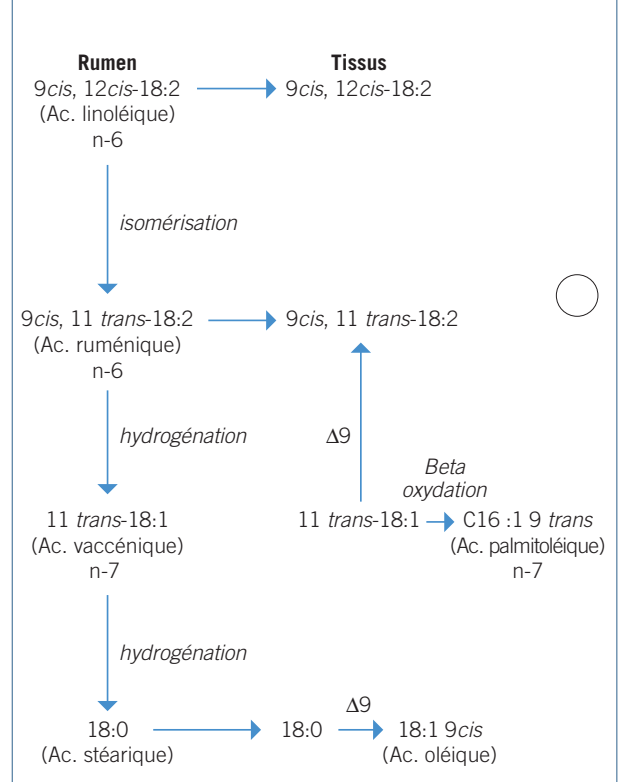


En revanche, certains acides gras saturés très spécifiques de la graisse laitière sont incorporés dans les tissus et sont donc le reflet des apports.

- C'est le cas de deux acides gras saturés impairs, l'acide pentadécaénoïque (C15:0) et l'acide heptadécaénoïque ou acide margarique (C17:0). Plusieurs études ont montré que le C15:0 et le C17:0 étaient de bons marqueurs biologiques de la consommation de matière grasse laitière¹¹⁻¹². L'accroissement expérimental de la consommation de produits laitiers entraîne une augmentation significative du C15:0 et du C17:0 plasmatiques¹³⁻¹⁴.
- C'est aussi le cas d'acides gras issus de la bio-hydrogénation ruminale tels que l'acide ruménique (un acide linoléique conjugué (CLA) (C18:2 *cis*-9, *trans*-11) dérivé de l'acide linoléique) ou l'acide *trans* vaccénique (*trans* C18:1 n-7 ou C18:1 *trans*11). Bien qu'en faible teneur dans la graisse laitière (2 à 4 % pour l'acide *trans* vaccénique et 0,2 % à 1 % pour l'acide ruménique) ils sont très spécifiques.

- L'acide *trans* palmitoléique (*trans* C16:1 n-7 ou 16:1 *trans* 9) provient à la fois des apports alimentaires laitiers et non laitiers et pour une faible part de la bêta oxydation endogène du 18:1 *trans* 11¹⁵ (**schéma 2**). L'acide phytanique, est un acide gras ramifié et cyclique provenant notamment de la dégradation de la chlorophylle dans le rumen. Quant à l'acide butyrique il est caractéristique de la graisse laitière.

Schéma 2 : Biosynthèse ruminale des acides gras laitiers



Acides gras tissulaires et risque de diabète

Récemment, il a été montré que l'acide *cis* palmitoléique était associé à une augmentation du risque de syndrome métabolique¹⁶. En revanche, dans une étude comprenant 3736 adultes de la cohorte Cardiovascular Health Study suivis 10 ans, l'équipe de Mozaffarian¹⁸ a montré que la teneur en acide *trans* palmitoléique des phospholipides plasmatiques était associée à une réduction de 59 % de l'incidence du diabète pour le 4^{ème} quintile et de 62 % pour le 5^{ème} quintile. Dans la cohorte de la Multi Ethnic Study of Atherosclerosis comprenant 2617 sujets suivis 7 ans l'acide *trans* palmitoléique des phospholipides plasmatiques était aussi indépendamment associé à une réduction de 48 % du risque de survenue d'un diabète¹⁹.

Dans l'étude cas-témoin nichée dans l'étude prospective Vasterbotten Intervention Program, Krachler²⁰ montre que le C15:0 et le C17:0 des

phospholipides érythrocytaires sont inversement corrélés au risque de diabète. Plus récemment chez 659 adultes de l'étude IRAS (Insulin Resistance Atherosclerosis Study)²¹ le risque de diabète est diminué de 27 % chez les sujets ayant des teneurs plus élevées de C15:0 plasmatique ($p=0,02$). Très récemment l'étude EPIC – Inter Act cas-cohorte²² comprenant 12 403 cas et 16 154 témoins, le C15:0 et le C17:0 des phospholipides plasmatiques sont inversement corrélés au risque de survenue d'un diabète avec une réduction du risque de 21 % et 33 % respectivement.

Dans une étude cas-témoin menée au Costa Rica, pays d'élevage, l'équipe de Baylin et Campos²³ a montré que le risque de diabète est diminué de 54 % chez les sujets du 5^{ème} quintile d'acide ruménique (9c, 11t) du tissu adipeux comparativement à ceux du 1^{er} quintile.

Lien avec les marqueurs biologiques

Dans une étude d'investigation clinique, Kratz²⁴ a montré que le C17:0 des phospholipides, l'acide *trans* palmitoléique des phospholipides et le C15:0 et le C17:0 des acides gras libres sont inversement corrélés à la glycémie à jeun, à l'aire sous la courbe post-stimulative (après HPO) et à la graisse hépatique. L'acide *trans* palmitoléique des phospholipides plasmatiques est également positivement associé à l'insulino-sensibilité périphérique et hépatique. Biong²⁵ a mis en évidence une corrélation inverse entre le C14:0, le C15:0 du tissu adipeux et le rapport taille/hanche ($r = -0,22$ pour les 2, $p < 0,01$). De même Warensjo²⁶ a montré que les proportions de C15:0 et de C17:0 dans les phospholipides plasmatiques étaient significativement et inversement corrélés à la concentration plasmatique du PAI-1 (plasminogen activator inhibitor -1), du t-PA (tissue-type plasminogen activator), des triglycérides, de l'insulinémie, de la pro-insuline et de la leptine (tous $p < 0,0001$), suggérant une relation inverse avec l'insulino-résistance. Dans l'étude IRAS, le C15:0 plasmatique était corrélé à l'insulino-sensibilité et à la fonction β cellulaire²¹. Dans la Cardiovascular Health Study¹⁸, l'acide *trans* palmitoléique des phospholipides plasmatiques (corrélé à la consommation de lait entier) est associé à une moindre adiposité, une moindre insulino-résistance, une diminution des triglycérides et de la CRP ainsi qu'à une augmentation du cholestérol HDL. L'étude MESA confirme ces effets favorables : on observe que l'acide *trans* palmitoléique est associé à la consommation de produits laitiers entiers¹⁹ et à une diminution des triglycérides, de l'insulinémie à jeun, de la pression artérielle systolique, mais à une augmentation du cholestérol LDL.

Acides gras tissulaires et risque cardio et cérébro-vasculaire

Risque de maladie coronarienne

Une première étude ancienne²⁷ avait conclu que la teneur en C15:0 du tissu adipeux abdominal était comparable chez des sujets ayant présenté un infarctus du myocarde silencieux et leurs témoins. De même dans une large étude cas-témoins (3630 sujets), Aslibekyan²⁸ n'a pas montré d'association entre les C15:0 et C17:0 du tissu adipeux et le risque d'infarctus du myocarde. Biong²⁵ a également mesuré ces acides gras dans le tissu adipeux, reflet à plus long terme de l'apport lipidique, et a mis en évidence une relation inverse persistant après ajustement pour le tour de taille, le tabac et les antécédents coronariens familiaux, entre le C15:0 et le risque de premier infarctus (OR=0,36) dans une petite étude cas-témoins. L'équipe de Baylin et Campos a montré une très forte diminution du risque d'infarctus du myocarde pour le quatrième (-38 %) et le cinquième (-49 %) quintile de teneur en CLA du tissu adipeux³⁰. Une étude suédoise cas-témoin nichée dans une étude prospective a montré une relation inverse entre C15:0 – C17:0 des lipides circulants et marqueurs biologiques de risque cardiovasculaire, et entre C15:0 – C17:0 et premier infarctus, mais cette relation disparaissait après ajustement sur les facteurs de risque cliniques²⁶. En revanche, une seconde étude de la même équipe avec un effectif quatre fois plus grand a montré une relation inverse avec le premier infarctus, chez les femmes (OR=0,74)²⁹. Enfin, une étude cas-témoins nichée dans l'étude prospective des Infirmières américaines³¹ révèle des résultats plus contradictoires : elle montre une relation positive entre le C15:0 plasmatique et le risque de cardiopathie ischémique. La relation était inverse pour l'acide *trans* palmitoléique plasmatique et le C17:0 érythrocytaire, et disparaissait après ajustement multivarié.

Risque d'accident vasculaire cérébral

Warensjo a montré une forte relation inverse entre accident vasculaire cérébral et C15:0 – C17:0 des phospholipides plasmatiques chez les femmes (OR=0,41) d'une étude cas-témoins nichée dans une cohorte³². Dans les études regroupées des Professionnels de santé (51 529 hommes) et des Infirmières américaines (51 051 femmes) il existe une tendance à la baisse du risque d'accident vasculaire cérébral (AVC) pour les plus hauts quintiles du C15:0 et de l'acide *trans* palmitoléique plasmatique et érythrocytaire quels que soient les types d'AVC, ischémique ou hémorragique³³.

(12) Wolk A, Vessby B, Ljung H, Barrefors P. Evaluation of a biological marker of dairy fat intake.

Am. J. Clin. Nutr. 1998;68:291-295.

(13) Smedman AE, Gustafsson IB, Berglund LG, Vessby BO.

Pentadecanoic acid in serum as a marker for intake of milk fat: relations between intake of milk fat and metabolic risk factors.

Am. J. Clin. Nutr. 1999;69:22-29.

(14) Benatar JR, Stewart RAH.

The effects of changing dairy intake on trans and saturated fatty acid levels: results from a randomized controlled study.

Nutr J. 2014;13:32.

(15) Abdullah MMH, Cyr A, Lépine M, Labonté M, Couture P, Jones PJH et al.

Recommended dairy product intake modulates circulating fatty acid profile in healthy adults: a multi-centre cross-over study.

Br. J. Nutr. 2015;113:435-444.

(16) Zong G, Ye X, Sun L, Li H, Yu Z, Hu FB et al.

Associations of erythrocyte palmitoleic acid with adipokines, inflammatory markers, and the metabolic syndrome in middle-aged and older chinese.

Am. J. Clin. Nutr. 2012;96:970-976.

(17) Zong G, Sun Q, Yu D, Zhu J, Sun L, Ye X et al.

Dairy consumption, type 2 diabetes, and changes in cardiometabolic traits: a prospective cohort study of middle-aged and older chinese in Beijing and Shanghai.

Diabetes Care. 2014;37:56-63.

(18) Mozaffarian D, Cao H, King IB, Lemaitre RN, Song X, Siscovick DS et al.

Trans-palmitoleic acid, metabolic risk factors, and new-onset diabetes in u.s. adults: a cohort study.

Ann. Intern. Med. 2010;153:790-799.

(19) Mozaffarian D, de Oliveira Otto MC, Lemaitre RN, Fretts AM, Hotamisligil G, Tsai MY et al.

Trans-palmitoleic acid, other dairy fat biomarkers, and incident diabetes: the multi-ethnic study of atherosclerosis (MESA).

Am. J. Clin. Nutr. 2013;97:854-861.

(20) Krachler B, Norberg M, Eriksson JW, Hallmans G, Johansson I, Vessby B et al.

Fatty acid profile of the erythrocyte membrane preceding development of type 2 diabetes mellitus.

Nutr Metab Cardiovasc Dis. 2008;18:503-510.

(21) Santaren ID, Watkins SM, Liese AD, Wagenknecht LE, Rewers MJ, Haffner SM et al.

Serum pentadecanoic acid (15:0), a short-term marker of dairy food intake, is inversely associated with incident type 2 diabetes and its underlying disorders.

Am. J. Clin. Nutr. 2014;100:1532-1540.

(22) Forouhi NG, Koulman A, Sharp SJ, Imamura F, Kröger J, Schulze MB et al.

Differences in the prospective association between individual plasma phospholipid saturated fatty acids and incident type 2 diabetes: the epic-interact case-cohort study.

Lancet Diabetes Endocrinol. 2014;2:810-818.

(23) Castro-Webb N, Ruiz-Narváez EA, Campos H.

Cross-sectional study of conjugated linoleic acid in adipose tissue and risk of diabetes.

Am. J. Clin. Nutr. 2012;96:175-181.

(24) Kratz M, Marcovina S, Nelson JE, Yeh MM, Kowdley KV, Callahan HS et al. Dairy fat intake is associated with glucose tolerance, hepatic and systemic insulin sensitivity, and liver fat but not β -cell function in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 2014;99:1385-1396.

(25) Biang AS, Veierød MB, Ringstad J, Thelle DS, Pedersen JI. Intake of milk fat, reflected in adipose tissue fatty acids and risk of myocardial infarction: a case-control study. *Eur J Clin Nutr.* 2006;60:236-244.

(26) Warensjö E, Jansson J, Berglund L, Boman K, Åhrén B, Weinehall L et al. Estimated intake of milk fat is negatively associated with cardiovascular risk factors and does not increase the risk of a first acute myocardial infarction: a prospective case-control study. *Br. J. Nutr.* 2004;91:635-642.

(27) Thomas LH, Olpin SO, Scott R, Wilkins M. Coronary heart disease and the composition of adipose tissue taken at biopsy. *Hum Nutr. Food Sci Nutr.* 1987;41:167-172.

(28) Aslibekyan S, Campos H, Baylin A. Biomarkers of dairy intake and the risk of heart disease. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2012;22:1039-1045.

(29) Warensjö E, Jansson J, Cederholm T, Boman K, Eliasson M, Hallmans G et al. Biomarkers of milk fat and the risk of myocardial infarction in men and women: a prospective, matched case-control study. *Am. J. Clin. Nutr.* 2010;92:194-202.

(30) Smit LA, Baylin A, Campos H. Conjugated linoleic acid in adipose tissue and risk of myocardial infarction. *Am. J. Clin. Nutr.* 2010;92:34-40.

(31) Sun Q, Ma J, Campos H, Hu FB. Plasma and erythrocyte biomarkers of dairy fat intake and risk of ischemic heart disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 2007;86:929-937.

(32) Warensjö E, Smedman A, Stegmayr B, Hallmans G, Weinehall L, Vessby B et al. Stroke and plasma markers of milk fat intake—a prospective nested case-control study. *Nutr J.* 2009;8:21.

(33) Yakoob MY, Shi P, Hu FB, Campos H, Rexrode KM, Orav EJ et al. Circulating biomarkers of dairy fat and risk of incident stroke in u.s. men and women in 2 large prospective cohorts. *Am. J. Clin. Nutr.* 2014;100:1437-1447.

(34) Kratz M, Baars T, Guyenet S. The relationship between high-fat dairy consumption and obesity, cardiovascular, and metabolic disease. *Eur J Nutr.* 2013;52:1-24.

(35) Lecerf J, Hebel P, Colin J, Bongard V. Positive association between fresh dairy product consumption and healthy eating indexes in french adults. *The FASEB Journal.* 2014;28,1S:1018.

(36) Lecerf JM, Legrand P. Les effets des aliments dépendent-ils des aliments qui les portent ? l'effet matrice. *Cah Nutr Diet.*;doi.org/10.106/j.cnd.2014.12.003.

(37) Benbrook CM, Butler G, Latif MA, Leifert C, Davis DR. Organic production enhances milk nutritional quality by shifting fatty acid composition: a united states-wide, 18-month study. *PLoS ONE.* 2013;8:e82429.

Conclusion

Les études concernant les acides gras tissulaires sont extrêmement intéressantes même si elles ne résolvent pas tout et posent un certain nombre de questions.

Elles sont très intéressantes car certains acides gras reflètent très bien les apports nutritionnels comme par exemple ceux des produits laitiers, du fait de leur teneur en acides gras très spécifiques. Dans la mesure où les enquêtes alimentaires peuvent être imprécises ou défailtantes, c'est un élément précieux. Il apparaît ainsi que les acides gras de la matière grasse laitière sont associés à une diminution quasi constante et importante du risque de survenue du diabète et du syndrome métabolique; ils ne sont pas associés à une augmentation du risque coronarien et vasculaire cérébral, certaines études étant au contraire en faveur d'une diminution de ce risque. Ceci est en accord avec les données épidémiologiques relatives aux consommations de produits laitiers¹⁻⁴.

Ce qui n'est pas résolu concerne la relation de cause à effet. Certes il existe des corrélations entre les teneurs en acides gras laitiers et un certain nombre de marqueurs du risque cardio-métabolique; certes un certain nombre de données expérimentales chez l'homme, chez l'animal ou *in vitro*, sont en faveur d'un effet bénéfique des graisses laitières (qu'il s'agisse de l'acide butyrique, ruménique, *trans* vaccénique, *trans* palmitoléique, phytanique) sur l'insulino-sensibilité, la tolérance au glucose, le poids, l'athérogénèse³⁴. Mais alors que les acides pentadécaénoïque (C15:0) et heptadécaénoïque (C17:0) ne semblent que des marqueurs d'un apport de graisses lai-

tières, on ne peut déterminer si les acides gras précédents sont des acteurs de ces effets bénéfiques ou aussi de simples marqueurs d'un apport en graisses laitières. Par ailleurs, puisque les acides gras laitiers tissulaires reflètent les apports en graisses laitières, ils reflètent aussi les apports en corps gras d'origine laitière comme le beurre mais ne prennent évidemment pas en considération les apports en produits laitiers non gras. Le bénéfice cardio-métabolique attribué aux produits laitiers est peut-être dû aussi à d'autres nutriments que les acides gras: le calcium, les peptides fonctionnels, dits bioactifs, les ferments lactiques jouent des rôles importants. On ne peut exclure le rôle des styles alimentaires associés à la consommation de certains produits laitiers (tels que les yaourts), styles qui peuvent être favorables³⁵. On est bien là dans la complexité de l'effet matrice des produits laitiers où les nutriments associés jouent des rôles synergiques dans des aliments qui eux-mêmes sont variés et complexes dans la diète alimentaire³⁶.

Enfin si l'on considère que ces graisses laitières non seulement sont associées à un moindre risque cardio-métabolique, mais jouent un rôle dans cet effet, il est particulièrement intéressant de noter que la teneur en acide *trans* palmitoléique, en acide ruménique et en acide phytanique est multipliée par 2,5 à 3 dans la graisse laitière des animaux nourris au pâturage, bio³⁷ ou non, par rapport à celle d'animaux nourris avec des tourteaux³⁴. De quoi faire réfléchir sur ce qui pourrait conduire à une revalorisation des graisses laitières et donc des produits laitiers.

Jean-Michel Lecerf

Service de Nutrition - Institut Pasteur de Lille

Microbiote intestinal 2014-2015

Flint HJ, Duncan SH, Scott KP et al.

Links between diet, gut microbiota composition and gut metabolism
Proc Nutr Soc 2015 ; 74(1) : 13-22.

Maukonen J, Saarela M.

Human gut microbiota: does diet matter?
Proc Nutr Soc 2015 ; 74(1) : 23-36.

Thompson AL, Monteagudo-Mera A, Cadenas MB et al.

Milk- and solid-feeding practices and daycare attendance are associated with differences in bacterial diversity, predominant communities, and metabolic and immune function of the infant gut microbiome
Front Cell Infect Microbiol 2015 ; 5 : 3.

Bruce-Keller AJ, Salbaum JM, Luo M et al.

Obese-type Gut Microbiota Induce Neurobehavioral Changes in the Absence of Obesity
Biological Psychiatry 2015 ; 77(7) : 607-615.

Sela DA, Mills DA.

The marriage of nutrigenomics with the microbiome: the case of infant-associated bifidobacteria and milk
Am J Clin Nutr 2014 ; 99(3) : 697S-703S.

Salonen A, de Vos WM.

Impact of Diet on Human Intestinal Microbiota and Health
Annu Rev Food Sci Technol 2014 ; 5 : 239-62.

Power SE, O'toole PW, Stanton C et al.

Intestinal microbiota, diet and health
Br J Nutr 2014 ; 111(3) : 387-402.

Chen J, He X, Huang J.

Diet Effects in Gut Microbiome and Obesity
J Food Sci 2014 ; 79(4): R442-51.

Caracciolo B, Xu W, Collins S et al.

Cognitive decline, dietary factors and gut-brain interactions
Mech Ageing Dev 2014 ; 136-137 : 59-69.

Candela M, Biagi E, Brigidi P et al.

Maintenance of a healthy trajectory of the intestinal microbiome during aging: A dietary approach
Mech Ageing Dev 2014 ; 136-137 : 70-75.

Marteau P.

Le microbiote et les pathologies intestinales.
Nutrition Endocrinologie 2014 ; 12(64) : 23-6.

Cuervo A, Valdes L, Salazar N et al.

Pilot Study of Diet and Microbiota: Interactive Associations of Fibers and Polyphenols with Human Intestinal Bacteria
J Agric Food Chem 2014 ; 62(23): 5330-6.

Thomas LV, Ockhuizen T, Suzuki K.

Exploring the influence of the gut microbiota and probiotics on health: a symposium report
Br J Nutr 2014 ; 112(SupplementS1) : S1-S18.

Corthier G, Bourlioux P.

Vivre en équilibre avec les bactéries qui nous habitent.
Information Diététique 2014 ; 2 : 46-54.

Gérard P.

Microbiote intestinal et lipides: impact sur la santé humaine.
Nutrition Endocrinologie 2014 ; 12(66) : 72-4.

Gérard P.

Les relations entre microbiote intestinal et lipides
Cah Nutr Diét 2014 ; 49(5) : 213-7.

David LA, Maurice CF, Carmody RN et al.

Diet rapidly and reproducibly alters the human gut microbiome
Nature 2014 ; 505(7484): 559-63.

Cherbuy C, Thomas M, Langella P.

Le microbiote intestinal: une composante santé qui évolue avec l'âge
Innovations Agronomiques 2013 ; 33 : 37-46.

Mulle JG, Sharp WG, Cubells JF.

The gut microbiome: a new frontier in autism research
Curr Psychiatry Rep 2013 ; 15(2) : 337.

Aziz Q, Dore J, Emmanuel A et al.

Gut microbiota and gastrointestinal health: current concepts and future directions
Neurogastroenterol Motil 2013 ; 25(1) : 4-15.

Panwar H, Rashmi HM, Batish VK et al.

Probiotics as the potential biotherapeutics in the management of Type 2 Diabetes -Prospects and Perspectives
Diabetes Metab Res Rev 2013 ; 29(2) : 103-12.

Delzenne NM, Neyrinck AM, Cani PD.

Gut microbiota and metabolic disorders: how probiotic can work?
Br J Nutr 2013 ; 109(Suppl 2) : S81-5.

Lee J, Rheem S, Yun B et al.

Effects of probiotic yoghurt on symptoms and intestinal microbiota in patients with irritable bowel syndrome
Int J Dairy Technol 2013 ; 66(2) : 243-55.

Robles Alonso V, Guarner F.

Linking the gut microbiota to human health
Br J Nutr 2013 ; 109(Suppl 2) : S21-6.

Rothe M, Blaut M.

Evolution of the gut microbiota and the influence of diet
Benef Microbes 2013 ; 4(1) : 31-7.

Whisner CM, Martin BR, Schoterman MH et al.

Galacto-oligosaccharides increase calcium absorption and gut bifidobacteria in young girls: a double-blind cross-over trial
Br J Nutr 2013 ; 110(7) : 1292-303.

Binns N.

Probiotics, prebiotics and the gut microbiota
ILSI Europe 2013 ; : 40p.

Sanders ME, Guarner F, Guerrant R et al.

An update on the use and investigation of probiotics in health and disease
Gut 2013 ; 62(5) : 787-96.

Brusow H.

Microbiota and healthy ageing: observational and nutritional intervention studies
Microb Biotechnol 2013 ; 6(4): 326-34.

Tannock GW, Lawley B, Munro K et al.

Composition of the stool microbiotas of infants fed goat milk-formula in comparison to cow milk-based formula, or breast milk
Appl Environ Microbiol 2013 ; 79(9) : 3040-3048.

Slavin J.

Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits
Nutrients 2013 ; 5(4) : 1417-1435.

Chassard C, Lacroix C.

Carbohydrates and the human gut microbiota
Curr Opin Clin Nutr Metab Care 2013 ; 16(4): 453-60.

den Besten G, van Eunen K, Groen AK et al.

The role of short-chain fatty acids in the interplay between diet, gut microbiota and host energy metabolism
J Lipid Res 2013 ; 54(9): 2325-40.

Karlsson FH, Tremaroli V, Nookaew I et al.

Gut metagenome in European women with normal, impaired and diabetic glucose control
Nature 2013 ; 498(7452) : 99-103.

De Vos WM, Nieuwdorp M.

Genomics: A gut prediction
Nature 2013 ; 498(7452) : 48-9.

Lallès JP.

Effets à long terme de la nutrition et de l'environnement précoces sur la physiologie intestinale
Cah Nutr Diét 2013 ; 48(4) : 191-200.

Normand S, Secher T, Chamailard M.

La dysbiose, une nouvelle entité en médecine
Med Nutr 2013 ; 49(4) : 140-3.

Barrat E.

Le microbiote intestinal au-delà du tube digestif.
Nutrition Endocrinologie 2013 ; 11(62) : 156-7.

Aballay LR, Osella AR, De La Quintana AG et al.

Nutritional profile and obesity: results from a random-sample population-based study in Cordoba, Argentina

Eur J Nutr 2015 ; DOI: 10.1007/s00394-015-0887-0.

Agim ZS, Cannon JR.

Dietary factors in the etiology of Parkinson's disease

Biomed Res Int 2015 ; 2015 : 672838.

Andreeva VA, Salanave B, Castetbon K et al.

Comparison of the sociodemographic characteristics of the large NutriNet-Sante e-cohort with French Census data: the issue of volunteer bias revisited

J Epidemiol Community Health 2015 ; doi: 10.1136/jech-2014-205263

Ano Y, Ozawa M, Kutsukake T et al.

Preventive Effects of a Fermented Dairy Product against Alzheimer's Disease and Identification of a Novel Oleamide with Enhanced Microglial Phagocytosis and Anti-Inflammatory Activity

PLoS One 2015 ; 10(3) : e0118512.

Azeredo CM, De Rezende LF, Canella DS et al.

Dietary intake of Brazilian adolescents

Public Health Nutr 2015 ; 18(7) : 1215-24.

Benelam B, Gibson-Moore H, Stanner S.

Healthy eating for 1-3 year-olds: A food-based guide

Nutr Bull 2015 ; 40(2): 107-17.

Bourlieu C, Michalski MC.

Structure-function relationship of the milk fat globule

Curr Opin Clin Nutr Metab Care 2015 ; 18(2) : 118-27.

Bristow SM, Gamble GD, Stewart A et al.

Acute effects of calcium citrate with or without a meal, calcium-fortified juice and a dairy product meal on serum calcium and phosphate: a randomised cross-over trial

Br J Nutr 2015 ; 113(10):1585-94.

Cohen E, Cragg M, deFonseka J et al.

Statistical review of US macronutrient consumption data, 1965-2011: Americans have been following dietary guidelines, coincident with the rise in obesity

Nutrition 2015 ; 31(5) : 727-732.

Cormier H, Thifault E, Gameau V et al.

Association between yogurt consumption, dietary patterns, and cardio-metabolic risk factors

Eur J Nutr 2015 ; DOI: 10.1007/s00394-015-0878-1.

Davies MC, Phillips SM.

Supplemental protein in support of muscle mass and health: advantage whey

J Food Sci 2015 ; 80(Suppl1) : A8-A15.

Di Girolamo F, Muraca M, Mazzina O et al.

Proteomic applications in food allergy: food allergenomics

Curr Opin Allergy Clin Immunol 2015 ; doi: 10.1097/ACI.0000000000000160.

Drewnowski A, Rehm CD, Maillot M et al.

The feasibility of meeting the WHO guidelines for sodium and potassium: a cross-national comparison study

BMJ Open 2015 ; 5(3) : e006625.

Ekelund U, Ward HA, Norat T et al.

Physical activity and all-cause mortality across levels of overall and abdominal adiposity in European men and women: the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition Study (EPIC)

Am J Clin Nutr 2015 ; 101(3) : 613-21.

Foterek K, Hilbig A, Kersting M et al.

Age and time trends in the diet of young children: results of the DONALD study

Eur J Nutr 2015 ; DOI: 10.1007/s00394-015-0881-6.

Funtikova AN, Subirana I, Gomez SF, Fito M et al.

Soft drink consumption is positively associated with increased waist circumference and 10-year incidence of abdominal obesity in Spanish adults

J Nutr 2015 ; 145(2) : 328-34.

Gille D, Schmid A.

Vitamin B12 in meat and dairy products

Nutr Rev 2015 ; 73(2) : 106-115.

Gregori D, Ballali S, Vogege C et al.

What Is the Value Given by Consumers to Nutritional Label Information? Results from a Large Investigation in Europe

J Am Coll Nutr 2015 ; 34(2) : 120-5.

Guillermo RB, Yang P, Vickers MH et al.

Supplementation with complex milk lipids during brain development promotes neuroplasticity without altering myelination or vascular density

Food Nutr Res 2015 ; 59 : 25765.

Harmon BE, Boushey CJ, Shvetsov YB et al.

Associations of key diet-quality indexes with mortality in the Multiethnic Cohort: the Dietary Patterns Methods Project

Am J Clin Nutr 2015 ; 101(3) : 587-97.

Harris TB, Song X, Reinders I et al.

Plasma phospholipid fatty acids and fish-oil consumption in relation to osteoporotic fracture risk in older adults: the Age, Gene/Environment Susceptibility Study

Am J Clin Nutr 2015 ; 101(5): 947-55.

Hsieh CC, Hernandez-Ledesma B, Fernandez-Tome S et al.

Milk Proteins, Peptides, and Oligosaccharides: Effects against the 21st Century Disorders

Biomed Res Int 2015 ; 2015 : 146840.

Keast D, Gallant K, Albertson A et al.

Associations between Yogurt, Dairy, Calcium, and Vitamin D Intake and Obesity among U.S. Children Aged 8-18 Years: NHANES, 2005-2008

Nutrients 2015 ; 7(3) : 1577-93.

Lemaître RN, Fretts AM, Sittani CM et al.

Plasma phospholipid very-long-chain SFAs and incident diabetes in older adults: the Cardiovascular Health Study

Am J Clin Nutr 2015 ; 101(5): 1047-54.

Lennie TA.

20 Things You Didn't Know About Nutrition and Cardiovascular Disease

J Cardiovasc Nurs 2015 ; 30(3) : 190-191.

Merino J, Guasch-Ferre M, Martinez-Gonzalez MA et al.

Is complying with the recommendations of sodium intake beneficial for health in individuals at high cardiovascular risk? Findings from the PREDIMED study

Am J Clin Nutr 2015 ; 101(3) : 440-8.

Mobley CB, Fox CD, Ferguson BS et al.

Effects of protein type and composition on postprandial markers of skeletal muscle anabolism, adipose tissue lipolysis, and hypothalamic gene expression

J Int Soc Sports Nutr 2015 ; 12 : 14.

Niquet-Leridon C, Jacolot P, Niamba CN et al.

The rehabilitation of raw and brown butters by the measurement of two of the major Maillard products, N(epsilon)-carboxymethyl-lysine and 5-hydroxymethylfurfural, with validated chromatographic methods

Food Chem 2015 ; 177 : 361-368.

Odia OJ, Ofori S, Maduka O.

Palm oil and the heart: A review

World J Cardiol 2015 ; 7(3) : 144-9.

Pouyet V, Giboreau A, Cuvelier G et al.

Les préférences culinaires des personnes âgées vivant en institution : facteurs d'appréciation sensoriels et cognitifs

Cah Nutr Diét 2015 ; doi: 10.1016/j.cnd.2015.03.008.

Qin LQ, Xu JY, Han SF et al.

Dairy consumption and risk of cardiovascular disease: an updated meta-analysis of prospective cohort studies

Asia Pac J Clin Nutr 2015 ; 24(1) : 90-100.

Radnitz C, Beezhold B, DiMatteo J.

Investigation of lifestyle choices of individuals following a vegan diet for health and ethical reasons

Appetite 2015 ; 90 : 31-36.

Rodriguez-Cano A, Mier-Cabrera J, Balas-Nakash M et al.

Dietary changes associated with improvement of metabolic syndrome components in postmenopausal women receiving two different nutrition interventions

Menopause 2015 ; doi: 10.1097/GME.0000000000000400.

Sathyapalan T, Thatcher NJ, Hammersley R et al.

Aspartame sensitivity? A double blind randomised crossover study

PLoS One 2015 ; 10(3) : e0116212.

Scherdel P, Botton J, Rolland-Cachera MF et al.

Should the WHO Growth Charts Be Used in France?

PLoS One 2015 ; 10(3) : e0120806.

Sirichakwal PP, Kamchansupasin A, Akoh CC et al.

Vitamin D Status Is Positively Associated with Calcium Absorption among Postmenopausal Thai Women with Low Calcium Intakes

J Nutr 2015 ; 145(5): 990-5.

Sofer S, Stark AH, Madar Z.

Nutrition targeting by food timing: time-related dietary approaches to combat obesity and metabolic syndrome

Adv Nutr 2015 ; 6(2) : 214-223.