

Le beurre ne compte plus pour du beurre !

Professeur Frédéric TESSIER

**Chimie Analytique, Nutrition & Réaction de Maillard
INSERM U995 LIRIC Faculté de Médecine - Université Lille2**

Le beurre est de retour dans nos assiettes. En effet, les travaux scientifiques les plus récents montrent qu'une consommation raisonnable de beurre, cru ou cuit, est sans danger pour la santé si, bien sûr, elle se fait dans le cadre d'une alimentation variée.

Produits laitiers, acides gras saturés et santé: quelles relations?

Il est encore trop souvent considéré que la consommation de produits laitiers conduit à une prise de poids et participe au développement de pathologies dégénératives. Cette croyance n'est généralement fondée que sur la teneur en lipides de certains produits laitiers (le beurre, la crème et les fromages) et sur la proportion importante d'acides gras saturés (AGS), 60 à 65 % des acides gras totaux, qui seraient de mauvais lipides « athérogènes ».

Même si les conclusions de certaines études de cohorte très médiatisées sont encore dans tous les esprits⁽¹⁻²⁾, les avancées scientifiques des vingt dernières années permettent aujourd'hui de relativiser le lien entre AGS alimentaires et maladies cardiovasculaires (MCV)⁽³⁻⁴⁾. Ce qui est généralement admis est qu'une substitution partielle d'AGS de l'alimentation par des acides gras polyinsaturés (AGPI) permet de réduire le taux de LDL-cholestérol sanguin (LDL-c) et de réduire le ratio cholestérol total/HDL-cholestérol⁽⁵⁾. Cependant le bénéfice de cette substitution sur la morbi-mortalité cardiovasculaire est controversé: deux méta-analyses récentes d'essais d'intervention concluent soit à un effet favorable⁽⁶⁾ soit à une absence d'effet⁽⁷⁾. Il faut préciser que la deuxième analyse ne porte que sur la substitution d'AGS par des AGPI n-6 (acide linoléique) alors que la première concerne les AGPI en général, sans distinction n-6 et n-3. Enfin, les calculs réalisés à partir de deux cohortes américaines tendent à confirmer l'effet bénéfique d'une substitution partielle d'AGS par des AGPI sur la mortalité⁽⁸⁾.

La substitution d'AGS par d'autres nutriments tels que les glucides ou les acides gras mono-insaturés n'a pas montré le même bénéfice⁽⁶⁻⁹⁾. Cette dernière observation montre bien à quel point les interprétations dépendent du choix des nutriments comparés.

Certaines études recensées présentent des limites méthodologiques qui ne permettent pas de conclure quant aux effets cardiovasculaires qui pourraient être associés à la consommation

de produits laitiers. En effet, il ne serait pas raisonnable d'attribuer à un groupe d'aliments, et *a fortiori* à un seul aliment, un effet délétère (ou bénéfique) sur la santé, sur la base de sa simple teneur en un ou plusieurs nutriments. Par ailleurs, le suivi d'un seul biomarqueur sanguin du risque de MCV, tel que le LDL-c, ne peut être suffisant pour valider une relation causale entre la consommation d'un nutriment et l'incidence de MCV.

Au moins deux méta-analyses récentes et indépendantes indiquent que la consommation de produits laitiers est inversement associée au risque de syndrome métabolique⁽¹⁰⁻¹¹⁾. Chaque portion supplémentaire de produit laitier consommée par jour semble pouvoir réduire le risque de syndrome métabolique de 6 à 12 %. Bien que peu contredit, cet effet mériterait d'être confirmé par des études cliniques randomisées.

De même, une autre méta-analyse portant sur 426 000 individus montre que le risque relatif de diabète de type 2 diminue lorsque la consommation de produits laitiers augmente, avec un bénéfice qui ne semble pas augmenter au-delà de 400 g de produits laitiers par jour⁽¹²⁾. Une revue détaillée de cette association négative entre diabète et produits laitiers a été présentée récemment dans *Cholédoc* N° 136.

Enfin, le lien entre consommation de produits laitiers et corpulence est aussi étudié depuis de nombreuses années. Le regroupement de 19 études de cohorte réalisées soit chez des adolescents, soit chez des adultes n'a pas permis de mettre en évidence une véritable tendance⁽¹³⁾. Il semble cependant se dégager un effet protecteur des produits laitiers contre le surpoids et l'obésité. Une autre méta-analyse toute récente conclut que la consommation de produits laitiers n'est pas associée à la prise de poids et que la consommation de yaourt semblerait bénéfique⁽¹⁴⁾. Enfin la ré-analyse de 4 études longitudinales réalisées chez des enfants suggère que la consommation de produits laitiers est inversement associée au risque de surpoids et d'obésité infantile⁽¹⁵⁾.

numéro

151

JUILLET - AOÛT
2016

(1) *Medecine: The fat of the land*
Time Magazine
13 janvier 1961.

(2) *Kromhout D, Menotti A, Bloemberg B, et al.*
Dietary saturated and trans fatty acids and cholesterol and 25-year mortality from coronary heart disease: the Seven Countries Study.
Prev. Med. 1995; 24: 308-315.

(3) *Ascherio A, Rimm EB, Giovannucci EL, et al.*
Dietary fat and risk of coronary heart disease in men: cohort follow up study in the United States.
BMJ. 1996; 313: 84-90.

(4) *Chowdhury R, Warnakula S, Kunutsor S, et al.*
Association of dietary, circulating, and supplement fatty acids with coronary risk: a systematic review and meta-analysis.
Ann. Intern. Med. 2014; 160: 398-406.

(5) *Mensink RP*
Effects of saturated fatty acids on serum lipids and lipoproteins: a systematic review and regression analysis.
Geneva: World Health Organization, 2016.

(6) *Mozaffarian D, Micha R, Wallace S.*
Effects on coronary heart disease of increasing polyunsaturated fat in place of saturated fat: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials.
PLoS Med. 2010; 7: e1000252.

(7) *Ramsden CE, Zamora D, Majchrzak-Hong S et al.*
Re-evaluation of the traditional diet-heart hypothesis: analysis of recovered data from Minnesota Coronary Experiment (1968-73).
BMJ. 2016; 353: i1246.

(8) *Wang DD, Li Y, Chiuve SE, Stampfer MJ et al.*
Association of Specific Dietary Fats With Total and Cause-Specific Mortality.
JAMA Intern. Med. 2016; 176: 1134-1145.

(9) *Siri-Tarino PW, Sun Q, Hu FB, et al.*
Saturated fat, carbohydrate, and cardiovascular disease.
Am. J. Clin. Nutr. 2010; 91: 502-509.

(10) *Kim Y, Je Y.*
Dairy consumption and risk of metabolic syndrome: a meta-analysis.
Diabet. Med. 2016; 33: 428-440.

(11) *Chen G-C, Szeto IMY, Chen L-H, et al.*
Dairy products consumption and metabolic syndrome in adults: systematic review and meta-analysis of observational studies.
Sci. Rep. 2015; 5: 14606.

(12) *Dagfinn Aune D, Norat T, Romundstad P, et al.*
Dairy products and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies.
Am. J. Clin. Nutr. 2013; ajcn.059030

(13) *Louie JC, Flood VM, Hector DJ, et al.*
Dairy consumption and overweight and obesity: a systematic review of prospective cohort studies.
Obes. Rev. 2011; 12: e582-592.

(14) *Schwingshackl L, Hoffmann G, Schwedhelm C, et al.*
Consumption of Dairy Products in Relation to Changes in Anthropometric Variables in Adult Populations: A Systematic Review and Meta-Analysis of Cohort Studies.
PLoS One 2016; 11: e0157461.

(15) *Lu L, Xun P, Wan Y, et al.*
Long-term association between dairy consumption and risk of childhood obesity: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies.
Eur. J. Clin. Nutr. 2016; 70: 414-423.

(16) *Bittman M.*
Butter is back.
The New York Times, 25 mars 2014.

Les nutriments et mécanismes impliqués dans les effets protecteurs des produits laitiers sont étudiés depuis plusieurs années et ne seront pas repris dans cette revue qui se concentre plutôt sur le beurre.

Les bénéfices santé associés à la consommation des produits laitiers peuvent-ils être extrapolés à la consommation de beurre? Les scientifiques ont-ils eu raison ou tort de vouloir l'exclure de notre alimentation?

La consommation de beurre a-t-elle un impact sur le développement des maladies dégénératives?

Le beurre est peut-être le plus décrié des corps gras. Il est souvent considéré comme l'un des aliments les plus gras. Le beurre contient 82 % de matière grasse laitière et 16 % d'eau. Il a une valeur énergétique de 745 kcalories pour 100 g. Mais on oublie souvent que les huiles végétales sont constituées exclusivement de lipides (100 %) et apportent donc beaucoup plus de calories que le beurre, soit 900 kcalories pour 100 g.

Il est intéressant de constater que la presse outre-atlantique cherche aujourd'hui à réhabiliter le beurre: le *New York Times* titre « *Butter is back* »⁽¹⁶⁾, le *Time* propose en couverture du numéro du 23 juin 2014 une photographie de beurre accompagnée du titre « *Eat Butter. Scientists labeled fat the enemy. Why they were wrong* »⁽¹⁷⁾ et Nina Teicholz a publié un livre qui révèle de manière historique pourquoi le gras, et en particulier le beurre, a été l'ennemi numéro un des nutritionnistes aux Etats-Unis⁽¹⁸⁾. Tout porte à croire ainsi que nous avons fait fausse route pendant plus de 40 ans. En France, c'est le Figaro qui nous indiquait, il y a deux ans, que la consommation de beurre repartait à la hausse après 30 années de déclin⁽¹⁹⁾. Enfin, James Gallagher, journaliste à la BBC, rapporte des points de vue plus nuancés sur la rédemption du beurre dans un article appelé « *Diet debate: Is butter back and is sat fat good?* »⁽²⁰⁾.

Cette réhabilitation est-elle un phénomène de mode, une lubie de journalistes qui cherchaient à faire le buzz, ou est-elle véritablement fondée sur de nouvelles découvertes scientifiques?

Avant d'analyser la littérature scientifique sur le sujet, il est important de rappeler que la consommation de beurre varie d'un pays à l'autre, voire d'une région à l'autre, et que près d'un Européen sur deux n'en consomme pas: 48 % de la population de l'étude EPIC⁽²¹⁾. D'après cette même étude, la consommation médiane de beurre par les Françaises était de 4 g/jour dans les années 90, avec une

consommation de 21 g/jour pour les plus fortes consommatrices (95^{ème} percentile). Des valeurs au 95^{ème} percentile relativement élevées ont été relevées sur la même période pour l'Allemagne, le Royaume Uni et le Danemark (respectivement 33; 25 & 22 g/jour) alors que des valeurs faibles ont été trouvées pour l'Italie et l'Espagne (7 & 1 g/jour). Plus récemment (2006-2007), la consommation médiane de beurre par les adultes français a été estimée à 8 g/jour⁽²²⁾. Selon cette dernière étude, le beurre apporte 15 % des AGS de l'alimentation des Français. Et il ne contribuerait qu'à 7 % des AGS pour la population Hollandaise⁽²³⁾.

La plupart des études cliniques qui se sont intéressées aux effets du beurre sur la santé ont comparé la consommation de beurre à celle d'une ou plusieurs autres sources de matière grasse. Les comparaisons beurre/fromage, beurre/margarine et beurre/huile végétale sont parmi les plus courantes. Dans toutes ces situations, le beurre a très souvent été administré à des quantités exagérées (environ 35 à 100 g/jour pendant plusieurs semaines), non représentatives de la consommation de nos populations.

Les effets d'une consommation de beurre sont généralement observés sur la base de mesures comparées de profils lipidiques plasmatiques avec, en premier lieu, des mesures de variation de cholestérolémie (total, LDL-c, HDL-c et total/HDL-c) comme facteur de risque cardiovasculaire.

Parmi toutes les comparaisons étudiées, celle qui porte sur le beurre et la margarine est la plus fréquente. Elle possède l'avantage méthodologique de pouvoir comparer deux matrices alimentaires relativement semblables avec une composition en acides gras différente. Une première étude a montré qu'il n'y avait pas de différence de profil lipidique sanguin entre la consommation d'une portion de beurre (AGS & AGPI: 66 & 4 % de calories) et celle d'une portion de margarine (AGS & AGPI: 22 & 46 % de calories)⁽²⁴⁾. Mais cette étude était limitée à l'observation d'une réponse métabolique aiguë. D'autres études réalisées sur une plus longue période de 5 semaines ont montré qu'une substitution du beurre par une margarine riche en AGPI permettait de baisser le cholestérol total, et le LDL-c sans affecter le HDL-c⁽²⁵⁻²⁶⁾. Enfin une étude comparative de 5 semaines, réalisée sur des volontaires atteints de syndrome métabolique qui ont consommé en quantité raisonnable soit du beurre (15 g/jour dont 13 g de lipides), soit une margarine (36 g/jour dont 13 g de lipides) ne montre ni changement de profil lipidique ni variation de marqueurs inflammatoires⁽²⁷⁾. La composition lipidique de la margarine testée (AGS & AGPI: 25 & 53 %) était pourtant différente de celle du beurre (AGS & AGPI: 67 & 2 %).

D'autres scientifiques semblent avoir utilisé le beurre dans leur protocole d'étude afin de

revaloriser la consommation du fromage. Les fromages sélectionnés étaient généralement des fromages à pâte dure (cheddar, emmental...) avec une consommation journalière allant de 120 à plus de 300 g/jour. Dans plusieurs études d'intervention, les deux périodes de régimes (beurre et fromage) étaient non seulement comparées entre elles mais aussi avec une période d'adaptation alimentaire (PAA) plus pauvre en AGS et lipides totaux. Selon les comparaisons effectuées (beurre/fromage, PAA/beurre et PAA/fromage) les interprétations varient et une lecture attentive de données brutes est nécessaire pour tenter d'en extraire la moindre conclusion objective. Si nous nous intéressons uniquement à la comparaison beurre/fromage, une première étude montre qu'une consommation de fromage pendant 6 semaines baisse le cholestérol total, le LDL-c et le HDL-c sans faire varier le ratio total/HDL-c (à noter que par rapport à la PPA, le beurre ne modifie pas non plus ce rapport) (28). Mais une deuxième étude réalisée sur 4 semaines ne confirme pas cet effet bénéfique de la consommation de fromage par rapport au beurre (29). Il est alors difficile de conclure !

Une autre étude croisée réalisée sur 47 volontaires sains a finalement comparé la consommation de beurre à celle d'huile d'olive sur des périodes de 5 semaines (30). Cette étude récente a été réalisée avec des apports raisonnables en beurre et en huile correspondant à une substitution énergétique du régime habituel de l'ordre de 4,5 %, soit un apport médian respectif de 16,6 de beurre et 13,3 g d'huile par jour. Si l'on compare uniquement les marqueurs lipidiques à la fin des périodes de consommation du beurre et de l'huile, on observe une augmentation statistiquement significative du cholestérol total ($p < 0,05$), du LDL-c ($p < 0,05$), et du rapport total/HDL-c ($p < 0,01$). Il faut cependant préciser que les variations de teneur en cholestérol total et LDL-c, bien que significative, sont modestes : delta respectif de 0,09 et 0,07 g/L entre les deux régimes. Enfin en ce qui concerne le HDL-c aucune différence n'a été observée.

En résumé, la mauvaise réputation du beurre semble donc essentiellement associée à son rôle potentiel dans l'élévation de la cholestérolémie. Les études épidémiologiques qui distinguent la consommation du beurre dans leurs enquêtes nutritionnelles sont peu nombreuses. Une étude cas-contrôle de 2007 semble indiquer un risque supérieur d'infarctus du myocarde chez les consommateurs de beurre et margarine (31). Mais les auteurs ont admis que la non-distinction des deux matières grasses ne permettait pas de conclure quant à un effet propre du beurre, et ce d'autant plus que les margarines consommées sur la période de l'étude étaient probablement riche en acides gras *trans*.

Une étude prospective récente indique aussi que les non-consommateurs de beurre auraient un risque plus faible de développer un syndrome métabolique (32). Mais là encore de nombreux biais peuvent masquer l'effet réel d'une consommation de beurre. Il apparaît par exemple que les forts consommateurs de beurre de cette étude étaient aussi de forts consommateurs d'huiles végétales hydrogénées riches en acides gras *trans*. Un ajustement statistique aurait été souhaitable pour corriger la mesure de l'effet du beurre de l'effet propre des acides gras *trans*.

Enfin, une méta-analyse combinant les données de 9 études prospectives publiées sur les 10 dernières années permet de se faire une idée plus précise du rôle potentiel du beurre dans le développement de deux maladies dégénératives majeures : les MCV et le diabète de type 2 (33). Cette étude conclut que chaque portion de 14 g de beurre par jour est associée à une baisse de 4 % du risque de diabète de type 2 et à une augmentation de 1 % du risque de MCV. Enfin cette même faible augmentation de 1 % est observée pour le risque de mortalité toutes causes confondues. Les auteurs de cette méta-analyse rappellent que le beurre n'est pas composé uniquement d'AGS et concluent qu'il est associé très faiblement (positivement ou négativement) à la mortalité, au développement de MCV et au diabète. Toute recommandation de baisse ou d'augmentation de la consommation de beurre à la population n'est, selon eux, pas justifiée.

Le beurre cuit est-il toxique ?

Une autre croyance sur le beurre concerne son utilisation pour cuisiner. Il est souvent affirmé que le beurre n'est pas une bonne matière grasse pour cuire des aliments et que son brunissement au cours de la cuisson le rend « toxique ». Une équipe de scientifiques américains l'a même récemment classé comme étant l'un des aliments les plus riches en carboxyméthyl-lysine (CML), composé de la réaction de Maillard potentiellement toxique (34).

Entre des méthodes analytiques non adaptées pour le dosage des produits de Maillard dans le beurre (32) et des idées reçues non scientifiques, difficile de s'y retrouver. Que se passe-t-il lorsque le beurre cuit ? A quoi doit-on le brunissement ? De la CML et d'autres produits néoformés sont-ils formés au cours de la cuisson du beurre ?

Pour répondre à ces questions des travaux ont été menés conjointement par l'Institut Polytechnique Lasalle Beauvais et l'unité Inserm U995 LIRIC de l'université Lille2, et ont été publiés très récemment dans la revue *Food Chemistry* (35).

(17) Walsk B.
Eat butter. Scientists labeled fat the enemy. Why they were wrong.
Time Magazine, 23 juin 2014.

(18) Teicholz N.
The big fat surprise: Why butter, meat and cheese belong in a healthy diet.
Kindle edition, Simon & Schuster, New York, 2014.

(19) De la Cesnais E.
La consommation de beurre repart à la hausse en France
Le Figaro, 06 mai 2014

(20) Gallagher J.
Diet debate : Is butter back and is sat fat good ?
BBC News website, 6 janvier 2016.

(21) Buijsse B, Boeing H, Drogan D, et al.
Consumption of fatty foods and incident type 2 diabetes in populations from eight European countries.
Eur. J. Clin. Nutr. 2015; 69: 455-461.

(22) Étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires 2 (INCA2) 2006-2007.

(23) Praagman J, Beulens JW, Alsema M, et al.
The association between dietary saturated fatty acids and ischemic heart disease depends on the type and source of fatty acid in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Netherlands cohort.
Am. J. Clin. Nutr. 2016; 103: 356-365.

(24) Rusha JWE, Jantzia PS, Dupaka K, et al.
Acute metabolic responses to butter, margarine, and a monoglyceride gel-structured spread.
Food Res. Int. 2009; 42: 1034-1039.

(25) Wardlaw GM, Snook JT.
Effect of diets high in butter, corn oil, or high-oleic acid sunflower oil on serum lipids and apolipoproteins in men.
Am. J. Clin. Nutr. 1990; 51: 815-821.

(26) Judd JT, Baer DJ, Clevidence BA, et al.
Effects of margarine compared with those of butter on blood lipid profiles related to cardiovascular disease risk factors in normolipemic adults fed controlled diets.
Am. J. Clin. Nutr. 1998; 68: 768-777.

(27) Gagliardi AC, Maranhão RC, de Sousa HP, et al.
Effects of margarines and butter consumption on lipid profiles, inflammation markers and lipid transfer to HDL particles in free-living subjects with the metabolic syndrome.
Eur. J. Clin. Nutr. 2010; 64: 1141-1149.

(28) Hjerpested J, Leedo E, Tholstrup T.
Cheese intake in large amounts lowers LDL-cholesterol concentrations compared with butter intake of equal fat content.
Am. J. Clin. Nutr. 2011; 94: 1479-1484.

(29) Nestel PJ, Chronopoulos A, Cehun M.
Dairy fat in cheese raises LDL cholesterol less than that in butter in mildly hypercholesterolaemic subjects.
Eur. J. Clin. Nutr. 2005; 59: 1059-1063.

(30) Engel S, Tholstrup T.
Butter increased total and LDL cholesterol compared with olive oil however resulted in higher HDL cholesterol than habitual diet.
Am. J. Clin. Nutr. 2015; 102: 309-315.

(31) Lockheart MS, Steffen LM, Rebnord HM, et al.
Dietary patterns, food groups and myocardial infarction: a case-control study.
Br. J. Nutr. 2007; 98: 380-387.

(32) Hosseini-Niazi S, Mirmiran P, Hosseini-Esfahani F, et al.
Is the metabolic syndrome inversely associated with butter, non-hydrogenated- and hydrogenated-vegetable oils consumption: Tehran lipid and glucose study.
Diabetes Res. Clin. Pract. 2016; 112: 20-29.

(33) Pimpin L, Wu JH, Haskelberg H, et al. Is Butter Back? A Systematic Review and Meta-Analysis of Butter Consumption and Risk of Cardiovascular Disease, Diabetes, and Total Mortality. *PLoS One* 2016; 11: e0158118.

(34) Goldberg T, Cai W, Peppas M, et al. Advanced glycoxidation end products in commonly consumed foods. *J. Am. Diet. Assoc.* 2004; 104: 1287-1291.

(35) Niquet-Léridon 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(ε)-carboxymethyllysine and 5-hydroxymethylfurfural, with validated chromatographic methods. *Food Chem.* 2015; 177: 361-368.

(36) Tessier FJ, Birlouez-Aragon I. Health effects of dietary Maillard reaction products: the results of ICARE and other studies. *Amino Acids* 2012; 42: 1119-1131.

(37) Capuano E, Fogliano V. Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural (HMF): A review on metabolism, toxicity, occurrence in food and mitigation strategies. *LWT - Food Sci. Technol.* 2011; 44: 793-810.

(38) Ramirez-Jimenez A, Garcia-Villanova B, Guerra-Hernandez E. Hydroxymethylfurfural and methylfurfural content of selected bakery products. *Food Res. Int.* 2000; 33: 833-838.

(39) Quilez J, Salas-Salvado J. Salt in bread in Europe: potential benefits of reduction. *Nutr. Rev.* 2012; 70: 666-678.

(40) Jiang Y, Hengel M, Pan C, et al. Determination of toxic α-dicarbonyl compounds, glyoxal, methylglyoxal, and diacetyl, released to the headspace of lipid commodities upon heat treatment. *J. Agr. Food Chem.* 2013; 61: 1067-1071.

Rappelons que le beurre contient des traces de lactose et de protéines en milieux aqueux. Ce sont ces deux composants qui donnent lieu à deux réactions chimiques responsables du brunissement: la réaction de Maillard (réaction entre les sucres et les protéines) et la caramélisation (dégradation des sucres). Les cuisiniers qui utilisent le beurre clarifié (beurre dans lequel le lactose et les protéines ont été supprimés) observent très bien que cette matière grasse ne brunit plus au cours de la cuisson, comme si le beurre devenait soudainement plus stable.

Pour notre étude, plusieurs conditions de cuisson de différents beurres ont été testées dont une cuisson jusqu'au brunissement et une cuisson fortement exagérée en doublant ce temps de cuisson. Pour chaque échantillon deux composés néoformés ont été dosés après validation des méthodes analytiques (LC-MS/MS): la CML qui est représentative de la réaction de Maillard entre les sucres et la lysine (acide aminé des protéines) et le 5-hydroxyméthylfurfural (HMF) qui témoigne plutôt de la modification des sucres.

Le modèle de chauffage excessif utilisé dans cette étude montre que la CML et l'HMF se forment bien dans le beurre au cours de sa cuisson et qu'une partie de la lysine se dégrade. Lorsque le beurre clarifié est chauffé, aucun brunissement et aucune formation de composés néoformés n'est observé. Enfin les différents beurres crus analysés ne contiennent que des traces de CML et pas d'HMF.

Compte-tenu des habitudes alimentaires, on estime qu'un adulte consomme environ 5 mg de CML/jour (36). D'après nos analyses, une portion de 20 g de beurre chauffé à 150 °C pendant 3 minutes n'apporterait pas plus de 0,06 mg de CML, soit environ 1 % de la CML totale apportée par l'alimentation. Ce résultat remet en cause la classification de 2004, faite par Goldberg et coll. (34), qui concluait à tort que le beurre et les huiles végétales étaient riches en CML.

De la même façon, nous avons tenté d'évaluer la contribution d'une portion de beurre cuit à l'exposition totale à l'HMF. Cependant, il faut admettre qu'il n'y a pas de consensus sur le niveau d'exposition moyen à l'HMF trouvé dans un régime alimentaire occidental (37). Si la valeur de 9,7 mg/jour est prise comme dose journalière moyenne, on peut alors estimer qu'une portion de beurre cuit n'apporterait pas plus de 6 % de l'HMF total. Nos données indiquent aussi que le beurre chauffé contient autant d'HMF que le pain lorsque les teneurs sont comparées en mg/kg d'aliment (38). Toutefois, il convient de souligner que la consommation quotidienne de beurre par rapport à celle des produits céréaliers doit être prise en compte dans le calcul d'exposition à l'HMF. En raison de sa forte consommation, environ 170 g/jour en

Europe (39), le pain est donc l'un des principaux contributeurs à l'exposition à l'HMF.

Notre étude démontre que le beurre, même fortement chauffé, contribue très faiblement à l'exposition à la CML et à l'HMF. De plus, une étude sur la stabilité des acides gras du beurre au cours de sa cuisson réalisée dans les mêmes conditions exagérées montre que l'oxydation des différents beurres est très faible (<3 méq de O₂/kg de beurre) et qu'il n'y a pas d'augmentation de la quantité d'oxydes de cholestérol. La proportion élevée d'acides gras saturés dans le beurre est certainement responsable de la stabilité de cette matière grasse au cours du chauffage. Et c'est finalement essentiellement la phase aqueuse du beurre (protéines, sucres...) qui est sensible à la cuisson et qui conduit au brunissement.

Les composés volatils formés au cours de la cuisson du beurre n'ont pas été mesurés dans notre étude. Bien que certains d'entre eux soient appréciés pour leurs propriétés organoleptiques, d'autres ont été décrits comme toxiques en cas d'inhalation lors de la préparation des aliments. Une étude récente a cependant montré que la quantité totale de composés α-dicarbonylés volatils trouvée dans le beurre chauffé à 100 °C était bien inférieure à celle de ceux qu'on pouvait trouver dans la margarine, l'huile de carthame et la graisse de bœuf chauffées dans les mêmes conditions (40).

Conclusion

Du fait de sa teneur importante en acides gras saturés stables et de sa faible proportion en composés néoformés, le beurre est parfaitement adapté à la cuisson. De manière plus générale, rien n'indique dans la littérature scientifique qu'il faille recommander une baisse de la consommation de beurre, cru ou cuit, et qu'il faille le diaboliser.

Au moment où le lien entre les graisses saturées et le risque de maladies cardiovasculaires est remis en question (4) il ne faudrait pas, cependant, reproduire les mêmes erreurs avec d'autres groupes d'aliments. Il est toujours plus simple de trouver un bouc émissaire unique aux maladies de pléthores et d'en tirer des recommandations simples pour la population. Mais ayons le courage et l'honnêteté d'expliquer que la nutrition et la science des aliments sont des disciplines scientifiques en pleine évolution, et qu'en attendant de pouvoir remplacer des croyances par des évidences, la diversité alimentaire est le meilleur rempart contre les déséquilibres nutritionnels.

Professeur Frédéric TESSIER

Chimie Analytique, Nutrition & Réaction de Maillard
LIRIC-U995 - Faculté de Médecine - Université Lille2

Alimentation de la femme enceinte

World Health Organization (Regional Office for Europe),
Good Maternal Nutrition - The best start in life
2016 (100p).

Muhlhausler BS, Yelland LN et al.

DHA supplementation during pregnancy does not reduce BMI or body fat mass in children: follow-up of the DHA to Optimize Mother Infant Outcome randomized controlled trial
Am J Clin Nutr 2016 ; 103(6) : 1489-96.

Brei C, Stecher L, Much D et al.

Reduction of the n-6:n-3 long-chain PUFA ratio during pregnancy and lactation on offspring body composition: follow-up results from a randomized controlled trial up to 5 y of age
Am J Clin Nutr 2016 ; 103(6) : 1472-81.

Olmedo-Requena R, Amezcua-Prieto C, Luna-Del-Castillo JD et al.

Association Between Low Dairy Intake During Pregnancy and Risk of Small-for-Gestational-Age Infants
Matern Child Health J 2016 ; 20(6): 1296 -304 .

Kovacs CS.

Maternal Mineral and Bone Metabolism During Pregnancy, Lactation, and Post-Weaning Recovery
Physiol Rev 2016 ; 96(2) : 449-547.

Bianchi CM, Mariotti F, Verger EO et al.

Pregnancy Requires Major Changes in the Quality of the Diet for Nutritional Adequacy: Simulations in the French and the United States Populations
PLoS One 2016 ; 11(3) : e0149858.

Cawley S, Mullaney L, McKeating A et al.

A review of European guidelines on periconceptional folic acid supplementation
Eur J Clin Nutr 2016 ; 70(2) : 143-54.

Makrides M.

Understanding the effects of docosahexaenoic acid (DHA) supplementation during pregnancy on multiple outcomes from the DOMInO trial
OCL 2016 ; 23(1) : D105.

Tuokkola J, Luukkainen P, Tapanainen H et al.

Maternal dietary folate, folic acid and vitamin D intakes during pregnancy and lactation and the risk of cows' milk allergy in the offspring
Br J Nutr 2016 ; 116(4) : 710-8.

Hill AJ, Cairnduff V, McCance DR.

Nutritional and clinical associations of food cravings in pregnancy
J Hum Nutr Diet 2016 ; 29(3) : 1-9.

Shin D, Lee KW, Song WO.

Dietary Patterns during Pregnancy Are Associated with Risk of Gestational Diabetes Mellitus
Nutrients 2015 ; 7(11) : 9369-82.

Grieger J, Clifton V.

A Review of the Impact of Dietary Intakes in Human Pregnancy on Infant Birthweight
Nutrients 2015 ; 7(1) : 153.

Buppasiri P, Lumbiganon P, Thinkhamrop J et al.

Calcium supplementation (other than for preventing or treating hypertension) for improving pregnancy and infant outcomes
Cochrane Database Syst Rev 2015 ; 25 (2) : CD007079.

Marchi J, Berg M, Dencker A et al.

Risks associated with obesity in pregnancy, for the mother and baby: a systematic review of reviews
Obes Rev 2015 ; 16(8) : 621-38.

Schoenaker DA, Soedamah-Muthu SS, Callaway LK et al.

Prepregnancy dietary patterns and risk of developing hypertensive disorders of pregnancy: results from the Australian Longitudinal Study on Women's Health
Am J Clin Nutr 2015 ; 102(1) : 94-101.

Foster M, Herulah UN, Prasad A et al.

Zinc Status of Vegetarians during Pregnancy: A Systematic Review of Observational Studies and Meta-Analysis of Zinc Intake
Nutrients 2015 ; 7(6) : 4512-25.

Skreden M, Bere E, Sagedal LR et al.

Changes in beverage consumption from pre-pregnancy to early pregnancy in the Norwegian Fit for Delivery study
Public Health Nutr 2015 ; 18(7) : 1187-96.

Miyake Y, Tanaka K, Okubo H et al.

Intake of dairy products and calcium and prevalence of depressive symptoms during pregnancy in Japan: a cross-sectional study
BJOG 2015 ; 122(3) : 336-343.

Piccoli G, Clari R, Vigotti F et al.

Vegan-vegetarian diets in pregnancy: danger or panacea? A systematic narrative review
BJOG 2015 ; 122(5): 623-33.

Jung ME, Stork MJ, Stapleton J et al.

A systematic review of behavioural interventions to increase maternal calcium intake
Matern Child Nutr 2015 ; 12(2) : 193-204.

Miles EA, Calder PC.

Maternal diet and its influence on the development of allergic disease
Clin Exp Allergy 2015 ; 45(1) : 63-74.

Asemi Z, Samimi M, Tabassi Z et al.

The effect of DASH diet on pregnancy outcomes in gestational diabetes: a randomized controlled clinical trial
Eur J Clin Nutr 2014 ; 68(4) : 490-5.

O'neil A, Itsiopoulos C, Skouteris H et al.

Preventing mental health problems in offspring by targeting dietary intake of pregnant women
BMC Med 2014 ; 12(1) : 208.

Larsen PS, Andersen AM, Uldall P et al.

Maternal vegetarianism and neurodevelopment of children enrolled in The Danish National Birth Cohort
Acta Paediatr 2014 ; 103(11) : e507-9.

Leung AM, Pearce EN, Braverman LE et al.

AAP recommendations on iodine nutrition during pregnancy and lactation
Pediatrics 2014 ; 134(4) : e1282.

Maslova E, Rytter D, Bech BH et al.

Maternal protein intake during pregnancy and offspring overweight 20 y later
Am J Clin Nutr 2014 ; 100(4) : 1139-48.

Miyake Y, Tanaka K, Okubo H et al.

Maternal consumption of dairy products, calcium, and vitamin D during pregnancy and infantile allergic disorders
Ann Allergy Asthma Immunol 2014 ; 113(1) : 82-87.

Hofmeyr GJ, Lawrie TA, Atallah AN et al.

Calcium supplementation during pregnancy for preventing hypertensive disorders and related problems
Cochrane Database Syst Rev 2014 ; 6 : 1-132.

Lewis ED, Subhan FB, Bell RC et al.

Estimation of choline intake from 24 h dietary intake recalls and contribution of egg and milk consumption to intake among pregnant and lactating women in Alberta
Br J Nutr 2014 ; 112(1) : 112-21.

Bunyavanich S, Rifas-Shiman SL, Platts-Mills TA et al.

Peanut, milk, and wheat intake during pregnancy is associated with reduced allergy and asthma in children
J Allergy Clin Immunol 2014 ; 133(5) : 1373-1382.

Bertelsen RJ, Brantsæter AL, Magnus MC et al.

Probiotic milk consumption in pregnancy and infancy and subsequent childhood allergic diseases
J Allergy Clin Immunol 2014 ; 133(1) : 165-71.

Azad MB, Coneys JG, Kozyrskyj AL et al.

Probiotic supplementation during pregnancy or infancy for the prevention of asthma and wheeze: systematic review and meta-analysis
BMJ 2013 ; 347 : f6471.

Bernard JY, De Agostini M, Forhan A et al.

The Dietary n6:n3 Fatty Acid Ratio during Pregnancy Is Inversely Associated with Child Neurodevelopment in the EDEN Mother-Child Cohort
J Nutr 2013 ; 143(9) : 1481-8.

d'Ascoli TA, Mursu J, Voutilainen S et al.

Association between serum long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acids and cognitive performance in elderly men and women: The Kuopio Ischaemic Heart Disease Risk Factor Study

Eur J Clin Nutr 2016 ; 70(8) : 970-5.

Astrup A, Rice Bradley B, Brenna J et al.

Regular-Fat Dairy and Human Health: A Synopsis of Symposia Presented in Europe and North America (2014-2015)

Nutrients 2016 ; 8(8) : 463.

Berryman CE, Agarwal S, Lieberman HR et al.

Diets higher in animal and plant protein are associated with lower adiposity and do not impair kidney function in US adults

Am J Clin Nutr 2016 ; Jul 27. pii: ajcn133819.

Bidat E, Tressol C, Benoist G et al.

Immunothérapie orale au lait de vache cuit, aspects pratiques

Rev Fr Allergol 2016 ; 56(4) : 372-7.

Brown MA, Green BP, James LJ et al.

The Effect of a Dairy-Based Recovery Beverage on Post-Exercise Appetite and Energy Intake in Active Females

Nutrients 2016 ; 8(6) : 355.

Camps G, Mars M, de Graaf C et al.

Empty calories and phantom fullness: a randomized trial studying the relative effects of energy density and viscosity on gastric emptying determined by MRI and satiety

Am J Clin Nutr 2016 ; 104(1) : 73-80.

Chowdhury EA, Richardson JD et al.

The causal role of breakfast in energy balance and health: a randomized controlled trial in obese adults

Am J Clin Nutr 2016 ; 103(3) : 747-56.

Cifelli C, Houchins J, Demmer E et al.

Increasing Plant Based Foods or Dairy Foods Differentially Affects Nutrient Intakes: Dietary Scenarios Using NHANES 2007-2010

Nutrients 2016 ; 8(7) : 422.

Georges M, Mouillot T, Lombard S et al.

La privation de sommeil fait grossir : mythe ou réalité ?

Nutr Clin Métabol 2016 ; 30(2) : 142-153.

Harcombe Z, Baker J S, Davies B.

Evidence from prospective cohort studies did not support the introduction of dietary fat guidelines in 1977 and 1983: a systematic review

Br J Sports Med 2016 ; Jun 29. doi: 10.1136/bjsports-2016-096409.

Hernell O, Timby N, DomellOf M et al.

Clinical Benefits of Milk Fat Globule Membranes for Infants and Children

J Pediatr 2016 ; 173 : S60-S65.

Jacome-Sosa M, Parks E J, Bruno R S et al.

Postprandial Metabolism of Macronutrients and Cardiometabolic Risk: Recent Developments, Emerging Concepts, and Future Directions

Adv Nutr 2016 ; 7(2) : 364-374.

Kinsey AW, Cappadona SR, Panton LB et al.

The Effect of Casein Protein Prior to Sleep on Fat Metabolism in Obese Men

Nutrients 2016 ; 8(8) : 4.

Lopez-Minguez J, Gomez-Abellan P, Garaulet M.

Circadian rhythms, food timing and obesity

Proc Nutr Soc 2016 ; Jun 24 : 1-11.

Mejean C, Si Hassen W, Lecossais C et al.

Socio-economic indicators are independently associated with intake of animal foods in French adults

Public Health Nutr 2016 ; FirstView : 1-12.

Menchetti L, Traina G, Tomasello G et al.

Potential benefits of colostrum in gastrointestinal diseases

Front Biosci (Schol Ed) 2016 ; 8 : 331-351.

Mensink RP.

Effects of saturated fatty acids on serum lipids and lipoproteins: a systematic review and regression analysis.

Geneva: World Health Organization;OMS 2016 (72p).

Mente A, O'Donnell M, Rangarajan S et al.

Associations of urinary sodium excretion with cardiovascular events in individuals with and without hypertension: a pooled analysis of data from four studies

Lancet 2016 ; 388(10043) : 465-75.

Miguel-Berges ML, Santaliestra-Pasias AM, Mouratidou T et al.

Associations between food and beverage consumption and different types of sedentary behaviours in European preschoolers: the ToyBox-study

Eur J Nutr 2016 ; Jun 16.

Moreira NCF, Krausch-Hofmann S, Matthys C et al.

Risk Factors for Malnutrition in Older Adults: A Systematic Review of the Literature Based on Longitudinal Data

Adv Nutr 2016 ; 7(3) : 507-522.

O'Brien E.

Salt-too much or too little?

Lancet 2016 ; 388(10043) : 439-440.

Orvani S, Haghghatdoost F, Surkan PJ et al.

Dairy products, satiety and food intake: A meta-analysis of clinical trials

Clin Nutr 2016 ; Feb 13. pii: S0261-5614(16)00044-3. doi: 10.1016/j.clnu.2016.01.017.

Opstelten JL, Leenders M, Dik VK et al.

Dairy Products, Dietary Calcium, and Risk of Inflammatory Bowel Disease: Results From a European Prospective Cohort Investigation

Inflamm Bowel Dis 2016 ; Jun;22(6):1403-11. doi: 10.1097/MIB.0000000000000798.

Perez-Cornago A, Sanchez-Villegas A, Bes-Rastrollo M et al.

Intake of High-Fat Yogurt, but Not of Low-Fat Yogurt or Prebiotics, Is Related to Lower Risk of Depression in Women of the SUN Cohort Study

J Nutr 2016 ; Jul 27. pii: jn233858.

Pimpin L, Wu JH, Haskelberg H et al.

Is butter back? A Systematic Review and Meta-Analysis of Butter Consumption and Risk of Cardiovascular Disease, Diabetes, and Total Mortality

PLoS One 2016 ; 11(6) : e0158118.

Praagman J, de Jonge EA, Kieffe-de Jong JC et al.

Dietary Saturated Fatty Acids and Coronary Heart Disease Risk in a Dutch Middle-Aged and Elderly Population

Arterioscler Thromb Vasc Biol 2016 ; Jul 14. pii: ATVBAHA.116.307578.

Siri-Tarino PW, Krauss RM.

Diet, lipids, and cardiovascular disease

Curr Opin Lipidol 2016 ; 27(4) : 323-8.

Stanton RA.

Dietary fats: debate should consider foods rather than nutrients

BMJ 2016 ; 353 : i2884.

Stonehouse W, Wycherley T, Luscombe-Marsh N et al.

Dairy Intake Enhances Body Weight and Composition Changes during Energy Restriction in 18-50-Year-Old Adults-A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials

Nutrients 2016 ; 8(7) : 394.

Szilagy A, Galiatsatos P, Xue X.

Systematic review and meta-analysis of lactose digestion, its impact on intolerance and nutritional effects of dairy food restriction in inflammatory bowel diseases

Nutr J 2016 ; 15(1) : 67.

Vors C, Lecomte M, Michalski MC.

Impact de la structure émulsionnée des lipides sur le devenir métabolique des acides gras alimentaires

Cah Nutr Diét 2016 ; Doi : 10.1016/j.cnd.2016.06.003.