

Le pouvoir antioxydant des produits laitiers une propriété méconnue de leur potentiel protecteur

Anthony Fardet

**INRA, UMR 1019, UNH, CRNH Auvergne,
& Clermont Université, Université d'Auvergne,
Unité de Nutrition Humaine**

Le pouvoir protecteur de l'alimentation est la résultante complexe de l'action synergique de l'ensemble de ses composants qui peuvent avoir des propriétés anti-inflammatoires, anti-carcinogéniques, antioxydantes, hypolipémiantes, hypoglycémiantes, prébiotiques, etc. Si les mécanismes ont été bien identifiés et décrits pour les produits végétaux cela est moins vrai pour les produits animaux, et notamment pour les produits laitiers. Ces derniers, lorsque consommés régulièrement en quantité raisonnable, sont pourtant associés avec une prévalence significativement moindre d'obésité, de diabète de type 2, de syndrome métabolique, de maladies cardiovasculaires et de certains cancers. Dans cet effet protecteur il est surprenant de constater que leur potentiel antioxydant n'a jamais été mis en avant alors que c'est systématiquement le cas pour les produits végétaux. Aussi s'avère-t-il particulièrement intéressant d'examiner la littérature scientifique concernant le pouvoir antioxydant des produits laitiers, *i.e.* laits, yaourts et fromages. Les résultats montrent clairement que ce potentiel n'est pas négligeable et doit probablement être un des mécanismes de protection, parmi d'autres, des produits laitiers au regard de certaines maladies chroniques.

Le pouvoir antioxydant : rappels

L'organisme humain est sans cesse soumis à un stress oxydatif, principalement sous l'action des radicaux libres. Si certains sont nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme, comme le monoxyde d'azote (NO●), un excès de radicaux libres entraîne une dégradation accélérée des protéines, de l'ADN et des lipides, notamment ceux des membranes des cellules. On parle alors d'un vieillissement accéléré des cellules. Ainsi, une augmentation du stress oxydatif est impliqué dans le déclenchement de plus d'une centaine de pathologies, et plus particulièrement de celles où une mauvaise alimentation entre souvent en jeu (comme l'obésité, le diabète de type 2, les maladies cardiovasculaires et certains cancers)⁽¹⁾.

Pour faire simple, les radicaux libres possèdent un ou plusieurs électrons célibataires non appariés sur leur couche externe. Ils sont donc très réactifs car très instables, et vont rechercher chez d'autres molécules l'électron qui leur manque afin de se stabiliser. En effet, les deux électrons ainsi appariés ont un mouvement de spin en sens contraire qui permet la stabilité de la molécule. L'électron est donc arraché (par oxydation) à d'autres cellules importantes constitutives de l'organisme provoquant des dérégulations au niveau notam-

ment de la réplication de l'ADN, de la fonctionnalité de la bicouche lipidique des cellules et du fonctionnement de nombreuses protéines. L'alimentation apporte, selon sa qualité, soit des antioxydants soit des pro-oxydants. On trouve de nombreux antioxydants dans les produits d'origine végétale comme les vitamines, minéraux, polyphénols et caroténoïdes. Mais il en existe aussi dans les produits d'origine animale, notamment les produits laitiers.

Les antioxydants des produits laitiers

Aussi paradoxal que cela puisse paraître, aucune étude n'a évalué le potentiel antioxydant des produits laitiers comparé à celui d'autres aliments. Pourtant la littérature scientifique montre clairement que les produits laitiers sont une source significative d'antioxydants, notamment du fait de leur fraction protéique. Ainsi les résultats de deux études utilisant le même test antioxydant (voir encadré) montrent que les produits laitiers ont une capacité antioxydante du même ordre de grandeur que celle des céréales, des légumineuses et des jus de fruits^(2,3). Des laits commerciaux UHT ont une capacité antioxydante totale de l'ordre d'environ 13 μmol Trolox Equivalent/mL⁽³⁾ alors que celle des produits végétaux,

numéro
155
MARS - AVRIL
2017

(1) Ames B.N, Shigenaga M.K, Hagen T.M. Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. 1993. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 90:7915-22.

(2) Wu X, Beecher G.R, Holden J.M et al. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. 2004. *J. Agric. Food Chem.* 52:4026-37.

(3) Cloetens L, Panee J, Akesson B. The antioxidant capacity of milk - The application of different methods in vitro and in vivo. 2013. *Cell. Mol. Biol.* 59:43-57.

(4) Ranjan Ray P, Kanti Ghatak P. Lactoferrin: a potential bioactive antioxidant of milk. 2014. *Ind. Food Ind.* 33:30-4.

(5) Tsen S.Y, Siew J, Lau E.K.L et al. Cow's milk as a dietary source of equal and phenolic antioxidants: differential distribution in the milk aqueous and lipid fractions. 2014. *Dairy Sci. Technol.* 94:625-32.

(6) Østdal H, Andersen H.J, Nielsen J.H. Antioxidative activity of urate in bovine milk. 2000. *J. Agric. Food Chem.* 48:5588-92.

(7) Lindmark-Månsson H, Åkesson B. Antioxidative factors in milk. 2000. *Brit. J. Nutr.* 84:103-10.

(8) Fardet A, Rock E, Rémésy C. Is the in vitro antioxidant potential of whole-grain cereals and cereal products well reflected in vivo? 2008. *J. Cereal Sci.* 48:258-76.

(9) Perez-Jimenez J, Saura-Calixto F. Literature data may underestimate the actual antioxidant capacity of cereals. 2005. *J. Agric. Food Chem.* 53:5036-40.

(10) Oner Z, Sanlidere-Aloglu H, Dedebas T. Determination of antioxidant capacity in milk from various animals and humans. 2011. *Milchwissenschaft-Milk Sci. Int.* 66:133-5.

(11) Perna A, Intaglietta I, Simonetti A et al. Effect of genetic type and casein haplotype on antioxidant activity of yogurts during storage. 2013. *J. Dairy Sci.* 96:3435-41.

(12) Perna A, Intaglietta I, Simonetti A et al. Effect of genetic type on antioxidant activity of Caciocavallo cheese during ripening. 2015. *J. Dairy Sci.* 98:3690-4.

(13) Aguiar S.C, Cottica S.M, Boeing J.S et al. Effect of feeding phenolic compounds from propolis extracts to dairy cows on milk production, milk fatty acid composition, and the antioxidant capacity of milk. 2014. *Anim. Feed Sci. Technol.* 193:148-54.

(14) Castillo C, Pereira V, Abuelo A et al. Effect of supplementation with antioxidants on the quality of bovine milk and meat production. 2013. *Sci. World J.* 2013:616098-Article ID

(15) Aoki N, Furukawa S, Sato K et al. Supplementation of the diet of dairy cows with trehalose results in milk with low lipid peroxide and high antioxidant content. 2010. *J. Dairy Sci.* 93:4189-95.

(16) Kusche D, Kuhn K, Ruebesam K et al. Fatty acid profiles and antioxidants of organic and conventional milk from low- and high-input systems during outdoor period. 2015. *J. Sci. Food Agric.* 95:529-39.

(17) Kuhnen S, Moacyr J.R, Mayer J.K et al. Phenolic content and ferric reducing-antioxidant power of cow's milk produced in different pasture-based production systems in southern Brazil. 2014. *J. Sci. Food Agric.* 94:3110-7.

(18) La Terra S, Marino V.M, Manenti M et al. Increasing pasture intakes enhances polyunsaturated fatty acids and lipophilic antioxidants in plasma and milk of dairy cows fed total mix ration. 2010. *Dairy Sci. Technol.* 90:687-98.

épices et fruits secs mis à part (avec une capacité antioxydant très élevée due notamment à leur plus faible teneur en eau), varie de 1,2 à 179,4 $\mu\text{mol Trolox Equivalent/g}$ (2, 3). Les fruits et légumes montrent un potentiel globalement supérieur aux produits laitiers pour une teneur en eau assez proche entre généralement 80 et 95% (donc sur la base d'un poids frais plutôt similaire) (2).

Mesure du pouvoir antioxydant par le test ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity)

Cette méthode est fondée sur la capacité de l'échantillon testé (l'aliment) à neutraliser un radical libre introduit dans la solution. Les résultats sont exprimés en Trolox qui est l'équivalent hydrosoluble de la vitamine E par gramme d'échantillon testé. Il s'agit donc de comparer le pouvoir antioxydant d'un aliment à celui de l'équivalent hydrosoluble de la vitamine E qui constitue la valeur de référence.

Tous les produits laitiers contiennent des composés antioxydants dans des proportions variées dépendant des matrices et des procédés technologiques appliqués. Ces composés incluent la fraction protéique (plus spécifiquement la caséine), des enzymes antioxydantes (la superoxyde dismutase, la catalase et la glutathion peroxydase), la lactoferrine (4), les vitamines C, E, A et D3 ; L'acide linoléique conjugué ; la coenzyme Q ; l'équol* (5), l'acide urique (6) et certains caroténoïdes (7). Le potentiel antioxydant des produits laitiers a été étudié, surtout *in vitro* avec très peu d'études *in vivo* chez l'homme et l'animal. Ce qui est aussi le cas pour d'autres aliments comme par exemple les céréales complètes dont le potentiel antioxydant est systématiquement mesuré *in vitro* mais assez peu confirmé chez l'homme (8). Pourtant, il existe une différence importante entre les potentiels antioxydants *in vitro* et *in vivo* (8) sauf si le potentiel *in vitro* est mesuré directement sur des extraits digestifs (cela a été bien démontré avec des produits céréaliers (9)). Par ailleurs, il faut aussi souligner que le potentiel antioxydant des produits laitiers dépend aussi de l'origine de l'animal (10), de son type génétique (11, 12), de son alimentation (composition, quantité et complémentarité) (13-15) et des conditions de pâturage (variations saisonnières...) (16-20).

Pouvoir antioxydant du lait

La capacité antioxydante des laits diffère selon l'espèce : des valeurs de 1,0/ 1,7/ 1,7/ 2,1/ 2,8 $\mu\text{m Trolox Equivalent/mL}$ ont ainsi été rapportées respectivement pour le lait maternel, de

vache, de jument, de bufflonne et de chèvre (10). Ces différences s'expliquent principalement par des compositions différentes des laits en composés antioxydants. La capacité antioxydante plus élevée du lait de chèvre pourrait aussi être attribuée à une possible plus grande accessibilité en cours de digestion, comme suggéré chez des rats sevrés où la peroxydation lipidique s'avère plus élevée avec le lait de vache qu'avec le lait de chèvre (21).

Concernant la fraction protéique du lait, certains peptides bioactifs ont une capacité antioxydante. Ces peptides bioactifs sont inactifs dans le lait d'origine et exercent leur effet antioxydant une fois libérés de la matrice « mère » du lait après protéolyse durant la digestion (22). En effet, des digestions *in vitro* montrent que le potentiel antioxydant du lait augmente jusqu'à 2,5 fois durant la digestion (23). La β -lactoglobuline et l' α -lactalbumine semblent peu contribuer au potentiel antioxydant du lait, notamment en comparaison avec la caséine (24, 25). Le potentiel antioxydant de la caséine est lié à ses acides aminés constitutifs alors que pour le lactosérum les groupements thiols de la β -lactoglobuline joueraient un rôle majeur (25) (en effet, leur blocage réduit leur pouvoir antioxydant (26)). Parmi les différentes sous-unités de la caséine, les caséines α présentent le potentiel antioxydant le plus élevé comparé aux caséines β et κ , particulièrement en raison de la présence de résidus phosphosérine (27).

Les laits cru, pasteurisé et stérilisé semblent présenter une capacité antioxydante proche (23, 28) et le chauffage du lait à 63°C pendant une heure n'affecte pas la capacité antioxydante (24). Si les traitements thermiques peuvent dénaturer certains antioxydants du lait comme le rétinol (l'une des trois formes de la vitamine A), les tocophérols, la lactoperoxydase et la β -lactoglobuline (29), des temps plus longs et/ou des températures plus élevées peuvent générer de nouveaux antioxydants en relation avec la réaction de Maillard, comme les mélanoidines (30). Par conséquent, la combinaison temps-température des traitements thermiques joue un rôle important sur la capacité antioxydante du lait. Par ailleurs, durant le stockage la capacité antioxydante du lait tend à diminuer (31).

La littérature montre également que les laits entiers ont une capacité antioxydante plus élevée que les laits moins riches en matière grasse (demi-écrémés et écrémés), probablement en raison de la présence d'antioxydants lipophiles piégés dans les globules gras après homogénéisation (32). Pour les laits allégés en matière grasse c'est la fraction protéique qui joue un rôle prépondérant dans la capacité antioxydante du lait.

Les quelques études réalisées chez les rongeurs tendent à montrer que le lait et ses protéines peuvent jouer un rôle protecteur contre une augmentation du stress antioxydant. Le lait

* Composé phénolique secondaire bioactif dérivé de la daïdzéine du soja (consommée par les bovins).

contient aussi des inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine capables de diminuer le niveau de stress oxydant chez la souris⁽³³⁾. Et chez l'homme des niveaux augmentés de glutathion dans les cellules sont significativement corrélés avec la quantité de protéines de lactosérum consommées⁽³⁴⁾.

Pouvoir antioxydant des yaourts et autres laits fermentés

Comme pour le lait, les produits fermentés à base de lait de chèvre ont une capacité antioxydante plus élevée que ceux fabriqués à partir de lait de vache⁽³⁵⁾ et le yaourt demi-écrémé a une capacité antioxydante supérieure à celle du yaourt 0%⁽³⁶⁾. Par ailleurs, les yaourts avec ajout de nouvelles souches de probiotiques et autres laits fermentés, y compris le kéfir, ont généralement une capacité antioxydante plus élevée que le yaourt et le lait conventionnels^(37, 38), principalement en raison de l'activité protéolytique des probiotiques qui permettent la libération de peptides bioactifs, d'acides aminés, d'enzymes antioxydantes et d'autres composés⁽³⁹⁾; la production de peptides et le potentiel antioxydant total étant corrélés au degré de protéolyse par les probiotiques^(40, 41). De plus, la fermentation augmente également la biodisponibilité des antioxydants du yaourt et des autres laits fermentés et le taux de survie des ferments en cours de digestion semble également jouer un rôle dans cette bio-accessibilité⁽⁴²⁾. Enfin, une étude a révélé que la fermentation entraîne bien une augmentation de la capacité antioxydante des laits frais, pasteurisés et UHT, l'effet étant significatif seulement avec le lait frais⁽³⁷⁾.

Bien que toutes les souches de ferments augmentent le potentiel antioxydant, parmi les probiotiques *Lactobacillus casei* et *Lactobacillus acidophilus* semblent conduire à un potentiel antioxydant plus élevé dans le produit final que d'autres comme *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*^(40, 41, 43). *Lactobacillus acidophilus* apparaît plus efficace que *Lactobacillus casei* pour augmenter la capacité antioxydante⁽⁴³⁾ et *Bifidobacterium longum* ne modifie pas la capacité antioxydante du lait⁽⁴²⁾. Il semble également que l'effet synergique de plusieurs probiotiques augmente encore la capacité antioxydante comparé à une seule souche isolée⁽⁴⁴⁾, tout comme la combinaison d'une levure avec un *lactobacillus*⁽³⁷⁾. Parmi les peptides antioxydants générés par les ferments, ceux de poids moléculaire 3-20 kDa sont les plus antioxydants et pourraient contribuer jusqu'à 60-70% de la capacité antioxydante totale⁽⁴⁵⁾. Cependant, dans toutes ces études la caractérisation de la séquence en acides aminés des peptides antioxydants n'a pas été réalisée. Ils contiennent en particulier une teneur plus élevée en acides aminés hydro-

phobes. À noter enfin que des yaourts traditionnels faits à la maison (avec donc une fabrication moins standardisée) présenteraient une activité antioxydante plus élevée que des yaourts commerciaux⁽⁴⁶⁾.

Concernant les kéfirs de lait, la teneur en matière grasse et la nature de la fermentation (ensemencement « grains de kéfir »** *versus* « culture de bactéries ») ne semble pas influencer leurs propriétés antioxydantes⁽⁴⁷⁾.

En ce qui concerne l'influence du stockage à froid sur la capacité antioxydante du yaourt, les résultats sont hétérogènes : soit aucun effet, soit une légère augmentation après 14 jours de stockage via la libération de peptides bioactifs antioxydants suite à l'augmentation de la protéolyse pendant le stockage^(46, 48).

La plupart des études *in vivo* confirment les résultats *in vitro* montrant un statut antioxydant amélioré (augmentation des niveaux d'enzymes antioxydantes, de la capacité antioxydante globale et de la résistance des LDL à l'oxydation et diminution des niveaux de malondialdéhydes/TBARS) chez des souris^(34, 49-53), des rats^(34, 49-53) et chez l'homme^(34, 49-53) après consommation de lait fermenté/yaourt par rapport au lait non fermenté. Cependant une étude chez des femmes enceintes consommant du yaourt n'a montré aucun effet significatif sur le statut antioxydant⁽⁵⁴⁾, et une autre étude chez des jeunes femmes en bonne santé consommant également du yaourt montre une augmentation du stress oxydatif (niveaux de malondialdéhydes et de diènes conjugués)⁽⁵⁵⁾.

Pouvoir antioxydant des fromages

Les données sont moins nombreuses avec les fromages qu'avec le lait, les yaourts et autres laits fermentés, les résultats doivent donc être considérés avec prudence.

Dans une étude réalisée sur 224 fromages, la capacité antioxydante totale est significativement corrélée avec la saisonnalité (pâturage d'été *versus* hiver) de la fabrication et le temps de maturation. Des corrélations significatives avec le contenu en rétinol, le pourcentage de matières grasses et le pourcentage de protéines sont également rapportées⁽⁵⁶⁾. Globalement les fromages présentent une très grande diversité de composition et de structure, pouvant moduler leur potentiel antioxydant. Aussi, les effets respectifs de la composition du lait et des procédés de fabrication sur le potentiel antioxydant ont été évalués sur cinq variétés de fromages français à base de lait de vache (Abondance,

** Amalgames de micro-organismes formant des « grains » plus ou moins friables qui servent à ensemercer la boisson. Le grain est composé de bactéries et levures actives ancrées dans une matrice de polysaccharides et de protéines de lait.

(19) Pattono D, Battaglini L.M, Barberio A et al. Presence of synthetic antioxidants in organic and conventional milk. 2009. *Food Chem.* 115:285-9.

(20) Butler G, Nielsen J.H, Slots T et al. Fatty acid and fat-soluble antioxidant concentrations in milk from high- and low-input conventional and organic systems: seasonal variation. 2008. *J. Sci. Food Agric.* 88:1431-41.

(21) Diaz-Castro J, Perez-Sanchez L.J, Ramirez Lopez-Frias M et al. Influence of cow or goat milk consumption on antioxidant defence and lipid peroxidation during chronic iron repletion. 2012. *Brit. J. Nutr.* 108:1-8.

(22) Power O, Jakeman P, FitzGerald R.J. Antioxidative peptides: enzymatic production, *in vitro* and *in vivo* antioxidant activity and potential applications of milk-derived antioxidative peptides. 2013. *Amino Acids* 44:797-820.

(23) Şanlıdere Aלוגלו H. The effect of various heat treatments on the antioxidant capacity of milk before and after simulated gastrointestinal digestion. 2013. *Int. J. Dairy Technol.* 66:170-4.

(24) Chen J, Lindmark-Mansson H, Gorton L et al. Antioxidant capacity of bovine milk as assayed by spectrophotometric and amperometric methods. 2003. *Int. Dairy J.* 13:927-35.

(25) Clausen M.R, Skibsted L.H, Stagsted J. Characterization of major radical scavenger species in bovine milk through size exclusion chromatography and functional assays. 2009. *J. Agric. Food Chem.* 57:2912-9.

(26) Liu H.C, Chen W.L, Mao S.J.T. Antioxidant nature of bovine milk beta-lactoglobulin. 2007. *J. Dairy Sci.* 90:547-55.

(27) Cervato G, Cazzola R, Cestaro B. Studies on the antioxidant activity of milk caseins. 1999. *International J. Food Sci. Nutr.* 50:291-6.

(28) Zulueta A, Maurizi A, Frigola A et al. Antioxidant capacity of cow milk, whey and deproteinized milk. 2009. *Int. Dairy J.* 19:380-5.

(29) Andrei S, Pintea A, Bunea A. Influence of processing methods on milk antioxidant activity (in Romanian). 2007. *Lucrari Stiintifice - Medicina Veterinara, Universitatea de Stiinte Agricole si Medicina Veterinara "Ion Ionescu de la Brad" Iasi* 51:585-9.

(30) Calligaris S, Manzocco L, Anese M et al. Effect of heat-treatment on the antioxidant and pro-oxidant activity of milk. 2004. *Int. Dairy J.* 14:421-7.

(31) Amamcharla J.K, Metzger L.E. Modification of the ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay to determine the susceptibility of raw milk to oxidation. 2014. *Int. Dairy J.* 34:177-9.

(32) Cekic S.D, Demir A, Baskan K.S et al. Determination of total antioxidant capacity of milk by CUPRAC and ABTS methods with separate characterisation of milk protein fractions. 2015. *J. Dairy Res.* 82:177-84.

(33) Zemel M.B, Sun X.C. Dietary calcium and dairy products modulate oxidative and inflammatory stress in mice and humans. 2008. *J. Nutr.* 138:1047-52.

(34) Rohit S, Rajeek K, Meena K et al. Dietary supplementation of milk fermented with probiotic *Lactobacillus fermentum* enhances systemic immune response and antioxidant capacity in aging mice. 2014. *Nutr. Res.* 34:968-81.

(35) Balakrishnan G, Agrawal R. Antioxidant activity and fatty acid profile of fermented milk prepared by *Pediococcus pentosaceus*. 2014. *J. Food Sci. Technol.-Mysore* 51:4138-42.

(36) Unal G. Antioxidant activity of commercial dairy products. 2012. *Agro Food Industry Hi-Tech* 23:39-42.

(37) Parrella A, Caterino E, Cangiano M et al. Antioxidant properties of different milk fermented with lactic acid bacteria and yeast. 2012. *Int. J. Food Sci. Technol.* 47:2493-502.

(38) Najgebauer-Lejko D, Sady M. Estimation of the antioxidant activity of the commercially available fermented milks. 2015. *Acta Sci. Pol. - Technol. Aliment.* 14:387-96.

(39) Gobetti M, Minervini F, Rizzello C.G. Angiotensin I-converting-enzyme-inhibitory and antimicrobial bioactive peptides. 2004. *Int. J. Dairy Technol.* 57:173-88.

(40) Solieri L, Rutella G.S, Tagliacozzi D. Impact of non-starter lactobacilli on release of peptides with angiotensin-converting enzyme inhibitory and antioxidant activities during bovine milk fermentation. 2015. *Food Microbiol.* 51:108-16.

(41) Virtanen T, Pihlanto A, Akkanen S et al. Development of antioxidant activity in milk whey during fermentation with lactic acid bacteria. 2007. *J. Appl. Microbiol.* 102:106-15.

(42) Gagnon M, Savard P, Riviere A et al. Bioaccessible antioxidants in milk fermented by *Bifidobacterium longum* subsp. *longum* strains. 2015. *BioMed Res. Int.*

(43) Gjorgjevska N, Tomovska J, Dimitrovska G et al. Determination of the antioxidant activity in yogurt. 2014. *J. Hyg. Engineer. Design* 8:88-92.

(44) Sah B.N.P, Vasijevic T, McKechnie S et al. Effect of probiotics on antioxidant and antimutagenic activities of crude peptide extract from yogurt. 2014. *Food Chem.* 156:264-70.

(45) Ramesh V, Kumar R, Singh R.R.B et al. Comparative evaluation of selected strains of lactobacilli for the development of antioxidant activity in milk. 2012. *Dairy Sci. Technol.* 92:179-88.

(46) Aloglu H.S, Oner Z. Determination of antioxidant activity of bioactive peptide fractions obtained from yogurt. 2011. *J. Dairy Sci.* 94:5305-14.

(47) Kesenkas H, Dinkci N, Seckin K et al. Antioxidant properties of kefir produced from different cow and soy milk mixtures. 2011. *Tarim Bilimleri Dergisi-J. Agric. Sci.* 17:253-9.

(48) Moslehshad M, Ehsani M.R, Salami M et al. The comparative assessment of ACE-inhibitory and antioxidant activities of peptide fractions obtained from fermented camel and bovine milk by *Lactobacillus rhamnosus* DTCC 1637. 2013. *Int. Dairy J.* 29:82-7.

(49) Bay B.H, Lee Y.K, Tan B.K.H et al. Lipid peroxidative stress and antioxidative enzymes in brains of milk-supplemented rats. 1999. *Neurosci. Lett.* 277:127-30.

(50) Zommara M, Tachibana N, Sakono M et al. Whey from cultured skim milk decreases serum cholesterol and increases antioxidant enzymes in liver and red blood cells in rats. 1996. *Nutr. Res.* 16:293-302.

Tomme de Savoie, Cantalet et Salers) et de chèvre (Rocamadour)⁽⁵⁷⁾. La variabilité de la composition des fromages en acides gras, β -carotène, vitamine E et xanthophylles dépend principalement de la composition du lait des espèces animales. Dans cette étude les analyses statistiques ne montrent pas de corrélation significative entre la composition du lait et la capacité antioxydante totale mais une capacité antioxydante totale plus élevée est mesurée pour le fromage de chèvre. En outre, aucun des composés antioxydants analysés dans cette étude ne s'est révélé être positivement ou négativement corrélé à la capacité antioxydante totale ; ce qui peut être expliqué soit par une action synergique de plusieurs composés, soit par l'action de composés antioxydants non analysés dans cette étude. La capacité antioxydante totale semble donc principalement déterminée par le procédé de fabrication du fromage.

Durant le processus de maturation du fromage, la protéolyse augmente sa capacité antioxydante⁽⁵⁸⁾. Ce processus pourrait cependant ne durer que 4 à 5 mois. En effet la capacité antioxydante redescend ensuite jusqu'à 9 mois de maturation car les peptides bioactifs antioxydants libérés initialement sont ensuite dégradés par l'activité protéolytique du fromage affiné sur le long terme⁽⁵⁹⁾. L'addition de probiotiques aux fromages entraîne également une augmentation de la quantité de peptides antioxydants bioactifs, mais l'effet semble différer selon les souches utilisées⁽⁶⁰⁾. Les peptides 98-105 de la caséine β et 80-90 de la caséine α 1 pourraient jouer un rôle important dans la capacité antioxydante du fromage⁽⁶¹⁾.

Enfin *in vivo*, chez des rats hypercholestérolémiques, une étude montre que la consommation de fromage non affiné améliore le statut antioxydant⁽⁶²⁾. En revanche, une autre étude

réalisée chez des rats normaux ne montre aucun effet avec trois types différents de fromage italiens affinés entre deux jours et trois ans⁽⁶³⁾.

Conclusions et perspectives

Dans l'ensemble, le potentiel antioxydant des produits laitiers est donc proche de celui de différents groupes d'aliments d'origine végétale. Parmi tous les produits laitiers, les fromages pourraient présenter le plus haut potentiel antioxydant, en particulier en raison de la teneur en protéines plus élevée. Chez l'homme, les résultats ont montré qu'une prise adéquate de produits laitiers pouvait atténuer de manière significative le stress oxydatif dans le syndrome métabolique et chez les sujets obèses.

L'examen de la littérature souligne clairement le manque d'études chez l'homme explorant le potentiel antioxydant des produits laitiers. Les études disponibles *in vivo* diffèrent grandement en fonction de leurs objectifs et de leurs conceptions et ne permettent pas vraiment de conclure. Pourtant, les rares études disponibles - combinées à des études *in vitro* et *in vivo* chez l'animal - suggèrent que le potentiel antioxydant des produits laitiers pourrait participer à un meilleur statut antioxydant chez l'homme et donc à leurs effets protecteurs rapportés contre certaines maladies chroniques telles que le syndrome métabolique, le diabète de type 2 et certaines maladies cardiovasculaires.

Anthony Fardet

INRA, UMR 1019, UNH, CRNH Auvergne, & Clermont Université, Université d'Auvergne, Unité de Nutrition Humaine, E-mail: anthony.fardet@inra.fr.

(51) Ejtahed H.S, Mohtadi-Nia J, Homayouni-Rad A et al. Probiotic yogurt improves antioxidant status in type 2 diabetic patients. 2012. *Nutrition* 28:539-43.

(52) Nam H.S, Lee K.A, Lee Y.J et al. Effects of the fermented milk intake on human antioxidant activity and blood alcohol concentration. 2006. *Food Sci. Biotechnol.* 15:82-5.

(53) Kullisaar T, Songisepp E, Mikelsaar M et al. Antioxidative probiotic fermented goats' milk decreases oxidative stress-mediated atherogenicity in human subjects. 2003. *Brit. J. Nutr.* 90:449-56.

(54) Asemi Z, Jazayeri S, Najafi M et al. Effect of daily consumption of probiotic yogurt on oxidative stress in pregnant women: A randomized controlled clinical trial. 2012. *Ann. Nutr. Metabol.* 60:62-8.

(55) Fabian E, Elmadsfa I. The effect of daily consumption of probiotic and conventional yoghurt on oxidant and antioxidant parameters in plasma of young healthy women. 2007. *Int. J. Vit. Nutr. Res.* 77:79-88.

(56) Revilla I, Gonzalez-Martin M.I, Vivar-Quintana A.M et al. Antioxidant capacity of different cheeses: Affecting factors and prediction by near infrared spectroscopy. 2016. *J. Dairy Sci.* 99:5074-82.

(57) Lucas A, Rock E, Chamba J.F et al. Respective effects of milk composition and the cheese-making process on cheese compositional variability in components of nutritional interest. 2006. *Lait* 86:21-41.

(58) Barac M, Pescic M, Zilic S et al. Protein profiles and total antioxidant capacity of water-soluble and water-insoluble fractions of white brined goat cheese at different stages of ripening. 2016. *Int. J. Food Sci. Technol.* 51:1140-9.

(59) Gupta A, Mann B, Kumar R et al. Antioxidant activity of Cheddar cheeses at different stages of ripening. 2009. *Int. J. Dairy Technol.* 62:339-47.

(60) Abadia-Garcia L, Cardador A, del Campo S.T.M et al. Influence of probiotic strains added to cottage cheese on generation of potentially antioxidant peptides, anti-listerial activity, and survival of probiotic microorganisms in simulated gastrointestinal conditions. 2013. *Int. Dairy J.* 33:191-7.

(61) Gupta A, Mann B, Kumar R et al. Identification of antioxidant peptides in cheddar cheese made with adjunct culture *Lactobacillus casei* ssp. *casei* 300. 2010. *Milchwissenschaft-Milk Sci. Int.* 65:396-9.

(62) Bo-Young S, Spengler B, Roempp A et al. Effects of unripened cheese supplements on lipid and antioxidant status in hypercholesterolemic SD rats. 2012. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 41:65-72.

(63) Cornelli U, Bondiolotti G, Battelli G et al. Activity of 30 different cheeses on cholesterol plasma levels and Oxidative Balance Risk Index (OBRi) in a rat model. 2015. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 66:383-90.

Adolphus K; Bellissimo N; LAWTON CL et al.

Methodological Challenges in Studies Examining the Effects of Breakfast on Cognitive Performance and Appetite in Children and Adolescents

Adv Nutr 2017; 8: 184S-96S.
<http://dx.doi.org/10.3945/an.116.012831>

Anvari S; Chokshi NY; Kamili Q et al.

Evolution of guidelines on peanut allergy and peanut introduction in infants: A review

JAMA Pediatr 2017; 171(1): 77-82.
<http://dx.doi.org/10.1001/jamapediatrics.2016.2552>

Azcarate-Peril MA; Ritter AJ; Savaiano D et al.

Impact of short-chain galactooligosaccharides on the gut microbiome of lactose-intolerant individuals

Proc Natl Acad Sci USA 2017; 114(3): E367-75
<http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1606722113>

Batai K; Murphy AB; Ruden M; Newsome J et al.

Race and BMI modify associations of calcium and vitamin D intake with prostate cancer

BMC Cancer 2017; 17: 64.
<http://dx.doi.org/10.1186/s12885-017-3060-8>

Bhat HF; Bhat ZF; KUMAR S et al.

Antihypertensive Peptides of Animal Origin: A Review

Crit Rev Food Sci Nutr 2017; 57: 566-78.
<http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2014.898241>

Bougle D; Bouhallab S.

Dietary bioactive peptides: Human studies

Crit Rev Food Sci Nutr 2017; 57: 335-43.
<http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2013.873766>

Chen YC; Jung CC; Chen JH et al.

Association of Dietary Patterns With Global and Domain-Specific Cognitive Decline in Chinese Elderly

J Am Geriatr Soc 2017; in press
<http://dx.doi.org/10.1111/jgs.14741>

Cruz-Jentoft AJ; Kiesswetter E; Drey M et al.

Nutrition, frailty, and sarcopenia

Aging Clin Exp Res 2017; in press
<http://dx.doi.org/10.1007/s40520-016-0709-0>

Damms-Machado A; Louis S; Schnitzer A et al.

Gut permeability is related to body weight, fatty liver disease, and insulin resistance in obese individuals undergoing weight reduction

Am J Clin Nutr 2017; 105: 127-35.
<http://dx.doi.org/10.3945/ajcn.116.131110>

Del R; Hernández MA; Mehta R; Salinas CA.

Setting the Lipid Component of the Diet: A Work in Process

Adv Nutr 2017; 8: 165S-72S.
<http://dx.doi.org/10.3945/an.116.013672>

Divert C; Chabanet C; Schoumacker R et al.

Relation between sweet food consumption and liking for sweet taste in French children

Food Qual Prefer 2017; 56(Part A): 18-27.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.09.009>

Du K; Markus E; Fecych M; Rhodes JS et al.

Satiety and memory enhancing effects of a high-protein meal depend on the source of protein

Nutr Neurosci 2017; in press
<http://dx.doi.org/10.1080/1028415x.2016.1277055>

Durosier-Izart C; Biver E; Merminod F et al.

Peripheral skeleton bone strength is positively correlated with total and dairy protein intakes in healthy postmenopausal women

Am J Clin Nutr 2017; 105(2): 513-25
<http://dx.doi.org/10.3945/ajcn.116.134676>

Fasano A.

Gut permeability, obesity, and metabolic disorders: who is the chicken and who is the egg? (edito)

Am J Clin Nutr 2017; 105: 3-4.
<http://dx.doi.org/10.3945/ajcn.116.148338>

Fernandez MA; Marette A.

Potential Health Benefits of Combining Yogurt and Fruits Based on Their Probiotic and Prebiotic Properties

Adv Nutr 2017; 8: 155-64.
<http://dx.doi.org/10.3945/an.115.011114>

Frigolet ME; Gutiérrez-Aguilar A.

The Role of the Novel Lipokine Palmitoleic Acid in Health and Disease

Adv Nutr 2017; 8: 173S-81S.
<http://dx.doi.org/10.3945/an.115.011130>

Havemeier S; Erickson J; Slavin J.

Dietary guidance for pulses: the challenge and opportunity to be part of both the vegetable and protein food groups

Ann N Y Acad Sci 2017; in press
<http://dx.doi.org/10.1111/nyas.13308>

Iuliano S; Poon S; WANG X et al.

Dairy food supplementation may reduce malnutrition risk in institutionalised elderly

Br J Nutr 2017; 117(1): 142-7
<http://dx.doi.org/10.1017/s000711451600461x>

Jonge EA; Jong JC; Hofman A et al.

Dietary patterns explaining differences in bone mineral density and hip structure in the elderly: the Rotterdam Study

Am J Clin Nutr 2017; 105(1): 203-11
<http://dx.doi.org/10.3945/ajcn.116.139196>

Kamiya T; Watanabe Y; Makino S et al.

Improvement of Intestinal Immune Cell Function by Lactic Acid Bacteria for Dairy Products

Microorganisms 2017; 5: 1.
<http://www.mdpi.com/2076-2607/5/1/1>

Kim D; KIM J.

Dairy consumption is associated with a lower incidence of the metabolic syndrome in middle-aged and older Korean adults: the Korean Genome and Epidemiology Study (KoGES)

Br J Nutr 2017; 117(1): 148-60
<http://dx.doi.org/10.1017/s000711451600444x>

Kumar P; Chatli MK; Mehta N et al.

Meat analogues: Health promising sustainable meat substitutes

Crit Rev Food Sci Nutr 2017; 57: 923-32.
<http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2014.939739>

Kumari M; Kozyrskij AL.

Gut microbial metabolism defines host metabolism: an emerging perspective in obesity and allergic inflammation

Obes Rev 2017; 18: 18-31.
<http://dx.doi.org/10.1111/obr.12484>

Lamothe S; Remillard N; Tremblay J et al.

Influence of dairy matrices on nutrient release in a simulated gastrointestinal environment

Food Res Int 2017; 92: 138-46.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2016.12.026>

Lee H; Hwang H; Oh S et al.

Which Diet-Related Behaviors in Childhood Influence a Healthier Dietary Pattern? From the Ewha Birth and Growth Cohort

Nutrients 2017; 9: 4.
<http://www.mdpi.com/2072-6643/9/1/4>

Li J; Janle E; Campbell W.

Postprandial Glycemic and Insulinemic Responses to Common Breakfast Beverages Consumed with a Standard Meal in Adults Who Are Overweight and Obese

Nutrients 2017; 9: 32.
<http://www.mdpi.com/2072-6643/9/1/32>

Cholé-doc prend soin de la planète !

D'ici quelques mois, Cholédodoc sera disponible en version numérique uniquement.

- Vous pourrez toujours le consulter sur : http://www.cerin.org/documents/chole_doc
- Et si vous souhaitez vous abonner, créer un compte sur : <http://www.cerin.org/mon-compte/> en allant sur l'onglet « Mes publications »

Martinez KB; Leone V; Chang EB.

Western diets, gut dysbiosis, and metabolic diseases: Are they linked?

Gut Microbes 2017; in press
<http://dx.doi.org/10.1080/19490976.2016.1270811>

Marventano S; Pulido M; Sanchez-Gonzalez C et al.

Legume consumption and CVD risk: a systematic review and meta-analysis

Public Health Nutr 2017; 20: 245-54.
<http://dx.doi.org/10.1017/s1368980016002299>

Maskarinec G; Ju D; Morimoto Y et al.

Soy Food Intake and Biomarkers of Breast Cancer Risk: Possible Difference in Asian Women?

Nutr Cancer 2017; 69: 146-53.
<http://dx.doi.org/10.1080/01635581.2017.1250924>

Movassagh EZ; Vatanparast H.

Current Evidence on the Association of Dietary Patterns and Bone Health: A Scoping Review

Adv Nutr 2017; 8: 1-16.
<http://dx.doi.org/10.3945/an.116.013326>

Mudd AT; Dilger RN.

Early-Life Nutrition and Neurodevelopment: Use of the Piglet as a Translational Model

Adv Nutr 2017; 8: 92-104.
<http://dx.doi.org/10.3945/an.116.013243>

Pawellek I; Grote V; Theurich M et al.

Factors associated with sugar intake and sugar sources in European children from 1 to 8 years of age

Eur J Clin Nutr 2017; 71: 25-32.
<http://dx.doi.org/10.1038/ejcn.2016.206>

Perignon M; Vieux F; Soler L-G et al.

Improving diet sustainability through evolution of food choices: review of epidemiological studies on the environmental impact of diets

Nutr Rev 2017; 75: 2-17.
<http://dx.doi.org/10.1093/nutrit/nuw043>

Podhorna I; Belkova J; Rozkot M et al.

Sugar and Nutritional Extremism

Crit Rev Food Sci Nutr 2017; 57: 933-6.
<http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2014.940027>

Riserus U; Marklund M.

Milk fat biomarkers and cardiometabolic disease

Curr Opin Lipidol 2017; 28(1): 46-51.
<http://dx.doi.org/10.1097/mol.0000000000000381>

Roca-Saavedra P; Mariño-Lorenzo P; Miranda JM et al.

Phytanic acid consumption and human health, risks, benefits and future trends: A review

Food Chem 2017; 221: 237-47.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.074>

Sayon-Orea C; Martinez-Gonzalez MA; Ruiz-Canela M et al.

Associations between Yogurt Consumption and Weight Gain and Risk of Obesity and Metabolic Syndrome: A Systematic Review

Adv Nutr 2017; 8: 146-54.
<http://dx.doi.org/10.3945/an.115.011536>

Sheppard KW; Cheatham CL.

Executive functions and the -6-to- -3 fatty acid ratio: a cross-sectional study

Am J Clin Nutr 2017; 105: 32-41.
<http://dx.doi.org/10.3945/ajcn.116.141390>

Timby N; Domellof M; Holgersson PL et al.

Oral Microbiota in Infants Fed a Formula Supplemented with Bovine Milk Fat Globule Membranes - A Randomized Controlled Trial

PLoS ONE 2017; 12: e0169831.
<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0169831>

Tong X; Chen G; Zhan G Z et al.

Cheese Consumption and Risk of All-Cause Mortality: A Meta-Analysis of Prospective Studies

Nutrients 2017; 9: 63.
<http://www.mdpi.com/2072-6643/9/1/63>

Wanders AJ; Alsema M; Koning EJP et al.

Fatty acid intake and its dietary sources in relation with markers of type 2 diabetes risk: The NEO study

Eur J Clin Nutr 2017; 71(2): 245-51.
<http://dx.doi.org/10.1038/ejcn.2016.204>

Yuan WL; Nicklaus S; Lioret S et al.

Early factors related to carbohydrate and fat intake at 8 and 12 months: results from the EDEN mother-child cohort

Eur J Clin Nutr 2017; 71(2): 219-22.
<http://dx.doi.org/10.1038/ejcn.2016.216>

**Rapports Anses :
actualisation
des repères du PNNS**

• Révision des repères
de consommations alimentaires.

*Rapport d'expertise collective.
ANSES 2016.*

• Établissement
de recommandations d'apport
de sucres.

*Rapport d'expertise collective.
ANSES 2016.*

• Élaboration des références
nutritionnelles.

*Rapport d'expertise collective.
ANSES 2016.*

• Étude des relations
entre consommation de groupes
d'aliments et risque de maladies
chroniques non transmissibles.

*Rapport d'expertise collective.
ANSES 2016.*

**Avis de l'Anses sur la pertinence
en matière de nutrition de différents systèmes
d'information nutritionnelle**

Parmi les conclusions de l'avis :

« L'Anses estime que la mécanique de construction des SIN examinés, tant dans la mobilisation des variables que dans leur combinaison, apparaît peu pertinente au plan nutritionnel. La capacité des SIN examinés à améliorer les choix des consommateurs apparaît donc incertaine, et l'Anses n'exclut pas que la mise en place de tels systèmes d'informations nutritionnelles puisse conduire à des comportements de consommation aux effets contradictoires ».

« En l'état actuel des connaissances, les systèmes d'information nutritionnelle examinés ne paraissent pas adaptés aux enjeux de santé publique que constituent surpoids et obésité, désordres métaboliques, maladies cardio-vasculaires et certains cancers. »

L'ANSES rappelle néanmoins que :
« Dans le cadre du déploiement prévu par la réglementation de l'étiquetage nutritionnel, la mise en œuvre d'un SIN pertinent apparaît comme une mesure d'accompagnement, dans le continuum nécessaire entre actions d'éducation, d'information et d'encadrement réglementaire. »

<https://www.anses.fr>