



Aliments

Lait de vache: Composition, bienfaits nutritionnels, biologiques et cardioprotecteurs

Cow's milk: Composition, nutritional, biological and cardioprotective benefits

Aicha BENYAHIA-MOSTEFAOUI, Myriem LAMRI-SENHADJI

Laboratoire de Nutrition Clinique et Métabolique (LNCM). Département de Biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Oran1 Ahmed Ben Bella, Oran, Algérie.

Auteur correspondant : lamri.senhadj.myriem@lncm-univoran.com

Reçu le 25 mars 2020, Révisé le 13 mai 2020, Accepté le 20 juin 2020

Résumé Depuis plusieurs années, les produits laitiers sont au cœur des débats nutritionnels. Les produits laitiers, riches en matières grasses, peuvent aggraver la dyslipidémie et la consommation de gras saturés et de trans est associée à un risque accru de maladies cardiovasculaires (MCV). Dans cette optique, les directives alimentaires actuelles recommandent une faible teneur en gras et une réduction significative de l'apport en acides gras trans. Toutefois, de récentes études épidémiologiques controversées montrent que la consommation de produits laitiers, à haute teneur en matières grasses, peut réduire le diabète, le syndrome métabolique et le risque de MCV. Ce paradoxe laitier a entraîné une réévaluation des directives alimentaires.

Mots clés : *Lait de vache, Lipides du lait, Acide gras saturé, Acide gras trans, Maladies cardiovasculaires*

Abstract Since several years, dairy products have been at the heart of nutritional debates. High-fat dairy products can aggravate dyslipidemia and the consumption of saturated, and trans fats is associated with an increased cardiovascular diseases risk. In this regard, current dietary guidelines recommend a low fat content, and a significant reduction in trans fatty acid intake. However, recent controversial epidemiological studies show that high-fat dairy products consumption may reduce diabetes, metabolic syndrome, and the risk of cardiovascular diseases. This dairy paradox has led to a dietary guidelines re-evaluation.

Keywords: *Cow's milk, Milk fat, Saturated fatty acid, Trans fatty acid, Cardiovascular disease*

Introduction

Les produits laitiers sont souvent considérés comme délétères sur le plan du risque cardiovasculaire (RCV). Or, les études épidémiologiques sont loin d'être négatives, tant sur la base des enquêtes alimentaires que des biomarqueurs [1-6]. En effet, les données scientifiques (épidémiologiques, cliniques et mécanistiques) sont en faveur d'un rôle bénéfique du lait et de ses dérivés en terme de RCV [3-5], puisque certains de ces résultats concernant, par exemple, le diabète de type 2 (DT2) et le syndrome métabolique (SMet) sont en faveur d'un effet protecteur [7,8].

De plus, les données de cohortes prospectives n'ont montré aucune preuve cohérente que les apports élevés de lait et de produits laitiers étaient associés à un risque accru de MCV, de maladies coronariennes ou d'accidents vasculaires cérébraux [9,10]. Au contraire, la consommation de lait semble diminuer le risque d'hypertension artérielle (HTA) [11] et l'incidence du DT2, chez l'adulte consommant 2 à 3 portions de lait par jour. De même, il existe des preuves montrant que la consommation de produits laitiers réduit la graisse corporelle, mais pas nécessairement, le poids corporel [12-13].

C'est en raison de sa richesse en acides gras saturés (AGS) que la matière grasse laitière n'a pas une très bonne réputation, chez le sujet adulte. Pourtant, les recherches récentes dans le domaine indiquent que les AGS ne sont pas tous néfastes et ont des rôles intéressants [4]. En effet, la matière grasse laitière présente l'intérêt d'être la source majeure des AG conjugués d'origine naturelle. Toutefois, il n'y a pas, suffisamment, de preuves scientifiques permettant d'affirmer que la consommation des produits laitiers, dans une alimentation équilibrée, est corrélée à une élévation de l'incidence du RCV.

Composition et bienfaits nutritionnels du lait de vache

Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO, 2019) [14], la production mondiale de lait devrait croître de 1,7% par an, ces dix prochaines années (atteignant 981 millions de tonnes (Mts) en 2028), soit plus vite que celle de la plupart des produits agricoles. Parmi les 18 plus grands producteurs de lait, les trois premiers sont l'Inde (152 Mts), les Etats-Unis (87,3 Mts) et la Chine (45,8 Mts). La France se trouve au 5^{ème} rang (24,2 Mts) et le Canada se situe au dernier rang (7,7 Mts) [14].

En Afrique, la production laitière était de 43,78 Mts, durant la période 2016-2018 [14]. En Algérie, le lait constitue un produit de base dans le modèle de consommation algérien, quel que soit le revenu du consommateur et il est subventionné par l'Etat. L'Algérie se place au 3^{ème} rang mondial, en matière d'importation de laits et de produits laitiers après l'Italie et le Mexique. Sa part dans les importations alimentaires totales du pays représente environ 22%. Les rendements sont, généralement, bas mais le lait est, surtout, du lait de chèvre et de brebis.

La production laitière mondiale est dominée par cinq espèces animales, 83% de la production laitière totale provient des vaches, suivies par les buffles avec 13%, les chèvres 2%, les moutons 1% et les chameaux 0,4% [15].

Le lait est une source majeure d'énergie, de protéines et de graisses, concourant en 2009 en moyenne à 134 kcal d'énergie/habitant (hab)/jour (j), 8 g de protéines/hab/j et 7,3 g de matière grasse/hab/j [15]. Toutefois, les composantes nutritionnelles des laits varient lorsque les différentes régions géographiques sont considérées (**Fig. 1**)

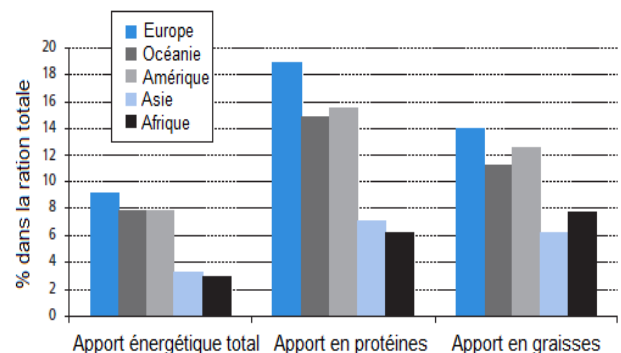


Fig 1. Variation de la composition du lait en énergie, protéines et graisses alimentaires en fonction de certaines régions géographiques [16]

La composition nutritionnelle du lait de vache a été, largement, bien décrite dans la littérature et la plupart des articles publiés sur la composition du lait se rapportent à la graisse et aux AG. Mais les protéines du lait sont, également, bien documentées [17-20].

Le lait est un mélange complexe constitué à 90% d'eau et qui comprend : une solution vraie contenant les sucres, le lactose, les protéines solubles, les minéraux (calcium (Ca), phosphore, zinc) et les vitamines (vit) hydrosolubles (B2 et B12), une solution colloïdale contenant les protéines, en particulier les caséines, une émulsion de matières grasses dans l'eau [20].

La densité du lait est de 1,030 à 1,034 g/mL. Le pH du lait est proche de la neutralité: 6,6 à 6,8.

Les laits sécrétés par les différentes espèces de mammifères présentent des caractéristiques communes et contiennent les mêmes groupes de composants, cités précédemment. Néanmoins, les proportions respectives de ces composants varient, largement, d'une espèce à l'autre [21-23] (**Tableau I**). Or, pour certains constituants, des différences sensibles peuvent exister entre ces divers types de lait [17-21].

Tableau I. Composition chimique moyenne du lait de quelques espèces (g/L)

	Prot	Lip	Lac	Cend	Ca	P
Vache	33	45	50	7	1,25	0,9
Chèvre	34	35	45	8	1,35	1
Brebis	60	70	45	8,7	1,9	1,5
Femme	13	39	70	2	0,3	0,1

[17-21]. Prot : Protéines ; Lip : Lipides ; Lac : Lactose ; Cend : Cendres ; Ca : Calcium ; P : Phosphore

Il existe aussi de légères variations entre les laits de diverses régions, selon les races de vaches prédominantes, le type d'élevage, le climat [24,25] et, surtout, le mode d'alimentation du bétail qui influence, énormément, la qualité nutritionnelle du lait. Des modifications de composition peuvent intervenir, tout au long de la chaîne des traitements (de la traite jusqu'au consommateur) [19]. Par ailleurs, les traitements technologiques peuvent modifier la composition du lait et, ainsi, sa qualité nutritionnelle [26]. Certains changements sont, en l'occurrence, l'écraimage qui prive le lait de sa matière grasse et des AG essentiels et entraîne des pertes élevées en vit liposolubles A et E. Dans le lait demi-écrémé, la perte est partielle. D'autres techniques ont des effets plus surnois, comme le chauffage ou la conservation.

Les produits laitiers sont aussi une source significative d'antioxydants, notamment, du fait de leur fraction protéique. Certaines études ont même montré que ces derniers ont une capacité anti-oxydante, de même ordre de grandeur, que celle des céréales, des légumineuses et des jus de fruits [27]. Le potentiel anti-oxydant des produits laitiers a été étudié, surtout *in vitro*, avec très peu d'études *in vivo*, chez l'Homme et l'animal [28].

Le potentiel antioxydant des produits laitiers dépend

de l'origine de l'animal, de son type génétique, de son alimentation (composition, quantité et complémentation) et des conditions de pâturage (variations saisonnières...) [29-31]. Les protéines de lait n'apparaissent qu'au 6^{ème} rang dans la liste des aliments responsables d'allergie, loin derrière l'arachide, les noix, le soja, le poisson et les œufs. En fait, l'allergie aux protéines de lait ne concerne que 1% de la population adulte et 2% des enfants [32].

L'allergie au lait de vache est l'une des allergies les plus fréquentes, chez le jeune enfant et elle représente l'une des trois allergies les plus souvent observées, chez l'enfant de moins de 6 ans [32]. Le lait de vache peut, de plus, être à l'origine de réactions cliniques très sévères. Il est donc important de disposer d'outils diagnostiques fiables pour confirmer une allergie au lait de vache, identifier le mécanisme impliqué et évaluer le «profil allergique» du patient [33].

Qualitativement, les protéines du lait ont une efficacité nutritionnelle élevée, elles ont l'avantage de posséder une bonne valeur biologique, c'est-à-dire un bon équilibre en acides aminés (AA) indispensables et une digestibilité très élevée (90 à 96% pour leur coefficient de digestibilité apparente). Les caséines sont pauvres en AA soufrés, ce qui est compensé par la richesse en lactoglobuline et en lactalbumine. Toutefois, ces deux dernières protéines constituent la peau du lait que l'on chauffe et sont éliminées quand le lait est filtré. Les AA soufrés deviennent, donc, le facteur limitant. Comme tous les autres aliments d'origine animale, le lait de vache est riche en lysine. Celle-ci est, en revanche, rapidement dénaturée par la chaleur et, particulièrement, lors de l'ébullition.

La quantité, le degré d'insaturation, la nature de la matière grasse ingérée, la fréquence de distribution de l'aliment et le pourcentage de fourrages dans la ration sont autant de facteurs de variation de la digestibilité des AG [20].

Effets cardio-protecteurs du lait de vache

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 oxydant [28, 34]. La capacité antioxydante du lait (vache, buffle) est, en grande partie, due aux vitamines A, E, aux caroténoïdes, au zinc, au sélénium et au système de défense anti-oxydante enzymatique (superoxyde dismutase, catalase, glutathion peroxydase). Aussi, le potentiel antioxydant de la caséine est lié à ses AA constitutifs, alors que, pour le lactosé-

rum, les groupements thiols de la β -lactoglobuline joueraient un rôle majeur [35]. En effet, leur blocage réduit leur pouvoir antioxydant [36]. 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 [37]. Le lait contient, aussi, des inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine capables de diminuer le niveau de stress oxydant, chez la souris [38].

Chez l'homme, des niveaux augmentés de glutathion dans les cellules sont significativement corrélés avec la quantité de protéines de lactosérum consommées [39].

Les produits laitiers sont, largement, conseillés dans une alimentation saine et équilibrée, en particulier, chez les enfants et les jeunes adultes. Toutefois, de nouvelles recommandations sont préconisées par le Haut Conseil de la Sécurité Publique (HCSP), dans le cadre du Programme National Nutrition Santé 2019-2023 (PNNS4) [40]. Ainsi, la consommation de lait et ses dérivés est passée de 3 à 2/j pour les adultes et de 4 à 3/j, pour les enfants et les seniors, avec l'objectif de faire évoluer la consommation des produits laitiers, chez les adultes, de sorte que 100% de la population consomment, au moins, un produit laitier par jour et 100% de la population consomment moins de 4 produits laitiers par jour.

Bien que de nombreux consommateurs se méfient des produits laitiers, en raison de leurs graisses qui contiennent des AGS et du cholestérol et qui sont incriminées, en partie, dans l'augmentation des pathologies coronariennes [41], les produits laitiers ne représentent pas un facteur de risque de MCV [42,43]. En général, une consommation modérée de produits laitiers n'est absolument pas incompatible avec le maintien de la santé CV. Ainsi, les produits laitiers ont montré des effets positifs ou neutres sur les facteurs de risque des MCV [42,44, 10]. De même, les études de cohortes prospectives ont suggéré une relation inverse entre le Ca, la vit. D et d'autres composés bioactifs (peptides, oligosaccharides....), l'apport alimentaire laitier et le développement du DT2 [44-46]. Un bénéfice vis-à-vis du Smet et de ses composants a été, aussi, rapporté dans certaines études et les données concernant cette pathologie et ses facteurs de risque sont en faveur d'un effet protecteur [47-49].

Des travaux sur l'insulino-résistance (IR) ont montré, également, qu'une augmentation de la consommation de lait et de Ca était associée à une prévalence plus faible du Smet [50] et du DT2 [51].

Chez les faibles consommateurs de produits laitiers, chaque portion (volume moyen et habituel dans la population) réduit de 9% le risque de DT2 [52]. D'autres études ont montré une réduction de 40 à 72% du risque de Smet et de MCV, chez les consommateurs de produits laitiers [7,53,54].

Dans une méta-analyse de 9 études prospectives (3 menées aux Etats Unis et 6 en Europe), des chercheurs [11] ont montré un effet protecteur de la consommation de lait et de produits laitiers sur le risque d'HTA. Les données rassemblées portaient sur 57 256 personnes, suivies durant 5 à 15 ans, au cours desquelles ont été diagnostiqués 15367 cas d'HTA. Pour une consommation de 100 à 700 g/j de lait et produits laitiers (tous confondus), la diminution du risque d'HTA était linéaire. Des résultats semblables ont été retrouvés pour une consommation de 100 à 500 g/j de lait et de laitages pauvres en matière grasse. Les données n'étaient pas suffisantes pour continuer la relation, au-delà de 700 et 500 g. Globalement, ces auteurs préconisent une consommation de 200 g de lait et produits laitiers/j afin de diminuer, significativement, le risque d'hypertension de 3%.

Matière grasse du lait de vache et RCV

Les produits laitiers, contenant des matières grasses du lait, sont des sources alimentaires majeures d'AG. Par conséquent, seule une faible teneur en matière grasse, le lait sans gras et les produits laitiers sont recommandés, dans le cadre d'une alimentation saine, afin de réduire le risque de MCV.

La matière grasse laitière n'a toujours pas une très bonne réputation chez l'adulte, en raison de sa richesse en AGS. Pourtant, les connaissances scientifiques récentes indiquent que les AGS ne sont pas néfastes et ont, eux aussi, des fonctions très importantes. Depuis l'acide butyrique (C4 :0), pour son rôle protecteur dans le cancer du côlon jusqu'aux AG plus longs, comme l'acide myristique (C14 :0) pour l'acylation spécifique des protéines, ces AGS sont actifs et très utiles à la vie cellulaire. Or, les plus intéressants des AGS sont, particulièrement, présents et biodisponibles dans la matière grasse laitière.

La consommation d'AGS n'est associée, ni à la mortalité CV, ni à l'augmentation du risque de maladie coronarienne, d'AVC ischémique ou de diabète. Par contre, les AG trans sont associés à la mortalité.

Ce sont les trans d'origine industrielle (dans les produits transformés, tels que viennoiseries, pizzas, quiches, margarines, barres chocolatées, certains plats cuisinés...) qui sont visés : ils augmenteraient de

30% le risque de maladie coronarienne et de 18% la mortalité liée à cette maladie. Ce qui n'est pas le cas des trans naturels, présents dans le lait des ruminants, mais, au contraire, l'acide trans-palmitoléique est, même, associé à une diminution du risque de DT2 [55].

Ainsi, il n'existe aucune preuve que les AGS du lait soient associés aux MCV [56], c'est uniquement leurs excès dans l'alimentation qui est néfaste. Entre excès et absence et, même, sur la base de leur richesse en AGS, les produits laitiers ont donc une place dans l'alimentation humaine [57].

Les graisses du lait sont, également, composées de molécules bioactives (AG oméga 3, gangliosides, acide linoléique conjugué) qui peuvent contrecarrer l'effet des AGS, au sein d'une alimentation équilibrée [41]. Peu d'études ont abordé cette interrogation et c'est le pourcentage d'AGS, contenu dans les produits laitiers qui a attiré le plus l'attention car, il contribue à l'apport total en graisses saturées des populations occidentales. Or, la quantité totale consommée de graisses saturées a été considérée comme un facteur de risque important de MCV, en raison de l'augmentation des niveaux de LDL (lipoprotéines de basse densité), dans certaines populations. Toutefois, les études dans ce domaine indiquent que la consommation d'AGS n'est pas, systématiquement, associée à un risque plus accru de MCV [56, 58] et serait moins incriminée, comme le pensaient, précédemment, certains auteurs [59].

Les produits laitiers ne contribuent qu'à environ 15% de la ration des AGS et leur impact sur les facteurs de RCV reste indéterminé.

Contrairement aux graisses apportées par la plupart des autres sources animales, les AGS des produits laitiers sont composés d'AG dont la longueur varie entre 4 et 20 atomes de carbone. Les AGS ne sont pas tous hypercholestérolémiants et les effets négatifs des lipides du lait sur la santé humaine suscitent encore le débat [55].

Les lipides du lait contiennent, aussi, des AG trans, également, considérés comme hypercholestérolémiants. Pour ces composés, la polémique repose sur l'effet relatif des AG trans «naturels» issus du microbiote du rumen et celui des AG trans industriels, provenant de la trans-estérification industrielle des AG polyinsaturés (AGPI). Par ailleurs, l'acide linoléique conjugué est, aussi, présent dans le lait de vache et l'effet de cet AG sur la santé humaine suscite la controverse [59].

La matière grasse du lait contient peu d'AGPI, le rapport entre les AG essentiels que sont l'acide lino-

oléique (18:2 n-6) et l'acide α -linoléique (18:3 n-3) est de 2:1. Dans une autre étude, il a, aussi, été démontré que les AGS contenus dans le lait ne sont pas tous hypercholestérolémiants [59]. En effet, certains, comme l'acide stéarique, sont si mal absorbés, au niveau intestinal, qu'ils ne sont même pas considérés comme hypercholestérolémiants. Dans ce contexte, les graisses riches en stéarate ont, d'ailleurs, été proposées comme substituts d'AG trans et autres graisses hypercholestérolémiantes [60].

Alors qu'il est scientifiquement admis que le cholestérol alimentaire a peu d'influence sur les maladies coronariennes [56,58], sur 12 études, correspondant à plus de 215 000 sujets recrutés, 8 d'entre elles ont conclu qu'il n'y a pas de lien entre la consommation de produits laitiers et l'incidence de MCV et que c'est, seulement, l'excès d'AGS, dans l'alimentation, qui pose problème. Ainsi, certains auteurs concluent, dans leurs études, qu'entre excès et absence, et même sur la base de leur richesse en AGS, les produits laitiers, comme le beurre ont une place en nutrition humaine [41].

La raison pour laquelle les graisses du lait ont meilleure réputation qu'auparavant réside, probablement, dans la présence d'autres types d'AG.

Les matières grasses du lait sont, également, riches en AGMI. Or, il est bien connu que le remplacement dans l'alimentation de graisses saturées par des graisses mono-insaturées est aussi efficace pour abaisser les facteurs de RCV [61] que la consommation d'AGPI [62].

Effets cardioprotecteurs des protéines du lait de vache

Plusieurs études épidémiologiques ont rapporté une corrélation négative entre la consommation régulière de lait et l'adiposité chez l'adulte [63,64]. Une consommation importante de produits laitiers a, également, été associée à une faible prévalence d'IR et à un moindre risque de DT2 et de MCV, chez l'adulte en surpoids [53,65, 66]. Ces effets résulteraient de l'action conjuguée des protéines entières, des peptides encryptés et des AA. Bien que le mécanisme de cet effet bénéfique ne soit pas bien élucidé, il semblerait que l'action physiologique des protéines du lait, la caséine et le lactosérum, au-delà de leur rôle de fournisseurs d'AA essentiels à la synthèse protéique, y soit impliquée [63, 65]. Les lignes directrices actuelles pour la consommation de lait de vache, chez les enfants de plus de 2 ans, suggèrent 1% ou 2% de lait pour réduire le risque d'obésité. Dans cette

optique, certains auteurs ont montré que la consommation de lait entier, chez les jeunes enfants, en bonne santé, a été associée à des réserves plus élevées de vit. D et à une baisse de l'indice de masse corporelle [67].

Conclusion

Il n'y a pas suffisamment de données permettant d'affirmer que la consommation de produits laitiers, dans une alimentation équilibrée, est associée à une augmentation du RCV. Ainsi, des études longitudinales et interventionnelles dans ce sens, sont nécessaires pour confirmer ces résultats.

En revanche, les données scientifiques (épidémiologiques, cliniques et mécanistiques) sont en faveur d'un rôle protecteur du lait et de ses dérivés en terme de RCV. Ainsi, les produits laitiers (consommés modérément) doivent avoir une place dans notre alimentation quotidienne.

Conflit d'intérêts

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt en relation avec cet article.

Références

1. Cimen I., Yildirim Z. EkinDogan A., DilberYildirim A., Tufanli O., Onat UI. *et al.* Double Bond Configuration of Palmitoleate Is Critical for Atheroprotection. *Mol Metab* 2019; 28:58-72.
2. Brouwer IA., Wanders AJ., Katan MB. Trans fatty acids and cardiovascular health: research completed? *Eur J Clin Nutr* 2013; 67(5):541-7.
3. Legrand P. Intérêt nutritionnel des lipides laitiers. *Cah Nutr Diet* 2006;40(Sup1):29-34.
4. Lecerf JM., De Lorgeril M. Dietary cholesterol: from physiology to cardiovascular risk. *Br J Nutr* 2011;106(1):6-14.
5. Bourre J. Propagandes mensongères contre les produits laitiers. *Scipseudo Sci* 2011; (297) 1-94.
6. Millen B., Abrams S., Adams-Campbell L., Anderson C., Brenna JT., Campbell W. *et al.* The 2015 Dietary Guidelines Advisory Committee Scientific Report: Development and Major Conclusions *Adv Nutr* 2016; 7(3) 438-44.
7. Mennen L. Possible protective effect of bread and dairy products on the risk of the metabolic syndrome. *Nutr Res* 2000;20(3):335-47.
8. Guillocheau E., Penhoat C., Drouin G., Godet. A., Catheline D., Legrand P., Rioux V. Current intakes of trans-palmitoleic (trans-C16:1 n-7) and trans-vaccenic (trans-C18:1 n-7) acids in France are exclusively ensured by ruminant milk and ruminant meat: A market basket investigation. *Food Chem X* 2020; 30 (5): 100081.
9. Motard-Bélanger A., Charest A. Study of the effect of trans fatty acids from ruminants on blood lipids and other risk factors for cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr* 2008;87(3):593-9.
10. Bernstein AM., Sun Q., Hu FB., Stampfer MJ., Manson JE., Willett WC. Major dietary protein sources and risk of coronary heart disease in women. *Circulation* 2010;122(9):876-83.
11. Soedamah-Muthu S., Verberne L., Ding E Engberink MF., Geleijnse JM. Dairy Consumption and Incidence of Hypertension A Dose-Response Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *Hypertension* 2012;60(5):1131-7.
12. Mozaffarian D., Wu JH. Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: effects on risk factors, molecular pathways, and clinical events. *J Am Coll Cardiol* 2011;58(20):2047-67.
13. Chen M., Pan A., Malik VS., Hu FB. Effects of dairy intake on body weight and fat: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr* 2012; 96(4):735-47.
14. Food and Agriculture Organization of the United Nations(FAO). Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2019-2028 © OCDE/FAO 2019 ;196-206.<http://dx.doi.org/10.1787/888933965383>
15. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) statistical database (Faostat). 2012. <http://faostat.fao.org/>
16. Draaiyer J., Dugdill BT., Bennet A., Mounsey J. Milk testing and payment systems. Resource book: A practical guide to assist milk producer groups. 2009. <http://www.fao.org/3/10980e/i0980e00.htm>
17. Favier JC. Composition du lait de vache. Lait de grand mélange. *Cah Nutr Diét* 1985; XX (4): 283-91.
18. Agabriel C., Coulon JB., Marty G., Psonaiti B. Facteurs de variation de la composition chimique du lait dans des exploitations à haut niveau de la production. *INRA Prod Anim* 1993;1(6) :53-60.
19. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, 1998; Collection FAO: *Alimentation et Nutrition*, n°28, ISBN 92-5-20534-6. www.fao.org/3/T4280F/T4280F00.htm
20. Foroutan A., Guo AC., Vazquez-Fresno R., Lipfert M., Zhang L., Zheng J. Chemical Composition of

- Commercial Cow's Milk. *J Agric Food Chem* 2019; 67(17):4897-914.
21. Food Data Central Cows Milk.2019; <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/fooddetails/468435/nutrients>.
22. Menard O., Ahmad S., Rousseau F., Briard-Bion V., Gaucheron F., Lopez C. Buffalo vs. cow milk fat globules: Size distribution, zeta potential, compositions in total fatty acids and in polar lipids from the milk fat globule membrane. *Food Chem* 2010; 120(2):544-51.
23. Ahmad S., Anjum FM., Huma N., Sameen A., Zahoor T. Composition and physico-chemical, characteristics of buffalo milk with particular emphasis on lipids, proteins, minerals, enzymes and vitamins. *J Anim Plant Sci* 2013;23(1):62-74.
24. Vera RR., Aguilar C., Lira R. Differentiation of sheep milk and cheese based on quality and composition. *CiencInv Agr*2009;36(3):307-28.
25. Wiking L., Theil PK., Nielsen JH., Sorensen MT. Effect of grazing fresh legumes or feeding silage on fatty acids and enzymes involved in the synthesis of milk fat in dairy cows. *J Dairy Res* 2010;77(3-4):337-42.
26. Ahmad S., Gaucher I., Rousseau F., Beaucher E., Piot M., Grongnet JF., Gaucheron F. Effects of acidification on physicochemical characteristics of buffalo milk: A comparison with cow's milk. *Food Chem* 2008;106(1):11-7.
27. Cloetens L., Panee J., Akesson B. The antioxidant capacity of milk - The application of different methods in vitro and in vivo. *Cell Mol Biol* 2013; 59(1):43-57.
28. Fardet A. Le pouvoir antioxydant des produits laitiers une propriété méconnue de leur potentiel protecteur. *CholeDoc* 2017;N°155.www.cerin.org
29. Balakrishnan G., Agrawal R. Antioxidant activity and fatty acid profile of fermented milk prepared by *Pediococcus pentosaceus*. *J Food Sci Technol* 2014;51(12):4138-42.
30. Perna A., Intaglietta I., Simonetti A., Gambacorta E. Effect of genetic type on antioxidant activity of Caciocavallo cheese during ripening. *J Dairy Sci* 2015;98(6):3690-4.
31. Aguiar SC., Cottica SM., Boeing JS., Samensari RB., Santos GT., Visentainer JV. Effect of feeding phenolic compounds from propolis extracts to dairy cows on milk production, milk fatty acid composition, and the antioxidant capacity of milk. *Anim Feed Sci Technol* 2014;193:148-54.
32. Kusche D., Kuhnt K., Ruebesam K., Rohrer C., Nie-rop AF., Jahreis G., Baars T. Fatty acid profiles and antioxidants of organic and conventional milk from low- and high-input systems during outdoor period. *J Sci Food Agric* 2015;95:529-39.
33. Garnier L., Bienvenu F. Tests biologiques diagnostiques dans l'allergie au lait de vache. *Rev Fr Allergol* 2017;57(7) 494-8.
34. Kuhn MJ., Mavangira V., Gandy JC., Sordillo LM. Production of 15-F 2t-isoprostane as an Assessment of Oxidative Stress in Dairy Cows at Different Stages of Lactation. *J Dairy Sci* 2018; 101 (10) : 9287-9.
35. Clausen MR., Skibsted LH., Stagsted J. Characterization of major radical scavenger species in bovine milk through size exclusion chromatography and functional assays. *J Agric Food Chem* 2009;57 (7):2912-9.
36. Liu HC., Chen WL., Mao SJT.. Antioxidant nature of bovine milk beta-lactoglobulin. *J Dairy Sci* 2007 ; 90(2):547-55.
37. Cervato G., Cazzola R., Cestaro B. Studies on the antioxidant activity of milk caseins. *Int J Food Sci Nutr* 1999;50(4):291-6.
38. Zemel MB., Sun XC. Dietary calcium and dairy products modulate oxidative and inflammatory stress in mice and humans. *J Nutr* 2008; 138 (6): 1047-52.
39. Rohit S., Rajeev K., Meena K. Dietary supplementation of milk fermented with probiotic *Lactobacillus fermentum* enhances systemic immune response and antioxidant capacity in aging mice. *Nutr Res* 2014;34(11):968-81.
40. Programme National Nutrition Santé 2019-2023 (PNNS4).<https://agriculture.gouv.fr/programme-national-pour-l'alimentation-2019-2023territoires-en-action>
41. Gibson RA. Les graisses du lait : amies ou ennemies. 2011; *Brochure nid 210x297.indd 8-9*.
42. Soedamah-Muthu SS., Ding EL., Al-Delaimy WK., Hu FB., Engberink MF., Willett WC., Geleijnse JM. Milk and dairy consumption and incidence of cardiovascular diseases and all-cause mortality: dose-response metaanalysis of prospective cohort studies. *Am J Clin Nutr* 2011;93(1):158-71.
43. 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(5):460-9.
44. Tremblay A., Gilbert JA. Milk products, insulin resistance syndrome and type 2 diabetes. *J Am Coll Nutr* 2009; Suppl 1:91S-102S.
45. Tong X., Dong JY., Wu ZW., Li W., Qin LQ. Dairy consumption and risk of type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of cohort studies. *Eur J Clin Nutr* 2011;65(9):1027-31.

46. Aune D., Norat T., Romundstad P., Vatten LJ. 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;98(4): 1066-83.
47. Soedamah-Muthu SS., Ding EL., Al-Delaimy WK., Hu FB., Engberink MF., Willett WC., Geleijnse JM. 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(1):158-71.
48. 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):1-24.
49. Chowdhury R., Warnakula S., Kunutsor S., Crowe F., Ward HA., Johnson L. Association of dietary, circulating, and supplement fatty acids with coronary risk: a systematic review and meta-analysis. *Ann Int Med* 2014;160(6):398-406.
50. Chia-Chien H., Hernández-Ledesma B., Fernández-Tomé S., Weinborn V., Barile D., Leite Nobrega de Moura Bell JM. Milk Proteins, Peptides, and Oligosaccharides: Effects against the 21st Century Disorders. *Biomed Res Int* 2015; 2015: 146840.
51. Drouillet P., Balkau B., Charles MA., Vol S., Bedouet M., Ducimetière P., Desir Study Group. Calcium consumption and insulin resistance syndrome parameters. Data from the Epidemiological Study on the Insulin Resistance Syndrome (DESIR). *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2007; 17(7): 486-92.
52. Choi H., Willett W., Stampfer M., Rimm E., Hu F. Dairy consumption and risk of Type 2 diabetes mellitus in men : a prospective study. *Arch Intern Med* 2005; 165(9):997-103.
53. Pereira MA., Jacobs D., Van Horn L., Slattery M., Kartashov A., Ludwig D. Dairy consumption, obesity, and the insulin resistance syndrome in young adults: the CARDIA Study. *JAMA* 2002;287 (16):2081-9.
54. Drouin-Chartier, JP., Brassard D., Tessier-Grenier M., Cote JA., Labonté ME., Desroches S., Lamarque B. Systematic review of the association between dairy product consumption and risk of cardiovascular-related clinical outcomes. *Adv Nutr* 2016;7(6):1026-40.
55. De Souza R., Mente A., Maroleanu A., Cozma A., Ha V., Kishibe T. et al. Intake of saturated and trans unsaturated fatty acids and risk of all cause mortality, cardiovascular disease, and type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis of observational studies. *BMJ* 2015;1:351:h3978.
56. Wang D., Hu F. Dietary Fat and Risk of Cardiovascular Disease: Recent Controversies and Advances. *Annu Rev Nutr* 2017; 37:423-46.
57. Legrand P. Intérêt nutritionnel des principaux acides gras des lipides du lait. *Cholé-Doc*, 2008; 40(1):29-34.
58. Zhuang P., Zhang Y., He W., Chen X., Chen J. He L. et al. Dietary Fats in Relation to Total and Cause-Specific Mortality in a Prospective Cohort of 521 120 Individuals With 16 Years of Follow-Up. *Circ Res* 2019;124(5):757-68.
59. Huth P., Keigan P. Influence of Dairy Product and Milk Fat Consumption on Cardiovascular Disease Risk: A Review of the Evidence. *Adv Nutr* 2012;3 (3): 266-85.
60. Hunter J., Jun Zhang J., Kris-Etherton P. Cardiovascular disease risk of dietary steric acid compared with trans, other saturated, and unsaturated fatty acids: a systemic review. *Am J Clin Nutr* 2010;91(1):46-63.
61. Benatar J., Sidhu K., Stewart R. Effects of high and low fat dairy food on cardio-metabolic risk factors: a meta-analysis of randomized studies. *PLoS One* 2013;8(10):e76480.
62. Ashton E., Best J., Ball M. Effects of monounsaturated enriched sunflower oil on CHD risk factors including LDL size and copper-induced LDL oxidation. *J Am Coll Nutr* 2012;20(4):320-6.
63. Major G., Chaput J., Ledoux M., St-Pierre S., Anderson GH., Zemel MB. et al. Recent developments in calcium-related obesity research. *Obes Rev* 2008; 9(5):428-45.
64. Akhavan T., Luhovyy B., Brown P., Cho C., Anderson G. The effect of premeal consumption of whey protein and its hydrolysate on food intake and postmeal glycemia and insulin responses in young adults. *Am J Clin Nutr* 2010; 91(4):966-75.
65. Yakoob M., Shi P., Willett W., Rexrode K., Campos H., John Orav E., Mozaffarian D. Circulating biomarkers of dairy fat and risk of incident diabetes mellitus among US men and women in two large prospective cohorts. *Circulation* 2016;133(17): 1645-54.
66. Luhovyy B., Akhavan T., Anderson G. Whey proteins in the regulation of food intake and satiety. *J Am Coll Nutr* 2007;26(6):704S-12S.
67. Vanderhout S., Birken C., Parkin P., Lebovic G., Chen Y., O'Connor D., Maguire J. Relation between milk-fat percentage, Vitamin D, and BMI z score in early childhood. *Am J Clin Nutr* 2016; 104 (6):1657-6.