

Besoins en protéines et en acides aminés & qualité des protéines alimentaires

Daniel Tomé
AgroParisTech-UMR 914

Les protéines sont présentes dans les produits animaux et végétaux et représentent entre 10 et 20% de l'apport énergétique des régimes alimentaires. Les protéines sont une composante indispensable de l'alimentation dont le rôle nutritionnel est de fournir des acides aminés, de l'azote et de l'énergie, substrats nécessaires à la synthèse des protéines et des différents composés azotés de l'organisme. Dans les conditions nutritionnelles habituelles des régimes alimentaires de l'homme la synthèse protéique constitue la part quantitativement la plus importante de l'utilisation de l'azote et des acides aminés issus des protéines alimentaires. La priorité depuis les années 70 a été, pour les différents organismes nationaux et internationaux impliqués dans l'évaluation des besoins nutritionnels, la détermination des besoins de référence en azote et en acides aminés indispensables de l'homme comme données opérationnelles pour l'évaluation de la qualité de l'apport alimentaire en protéines. Plusieurs questions restent cependant posées.

Conversion de l'azote en protéines : quel(s) facteur(s) ?

Les protéines étant la source d'azote largement majoritaire de l'alimentation, leur apport et leur métabolisme sont souvent rapportés à l'azote en se basant sur un facteur de conversion usuellement pris égal à 6,25. Le choix de ce facteur de conversion provient de l'hypothèse selon laquelle la teneur en azote des protéines est de 16%, dont l'inverse est 6,25. Cette valeur a cependant été largement discutée et controversée⁽¹⁾. Si l'on considère qu'il y a en moyenne 16 % d'azote dans les protéines, la quantité d'azote dans une source alimentaire ne peut être convertie avec précision en protéines en utilisant 6,25. Il est en effet tout d'abord établi de longue date que la proportion d'azote contenue dans les protéines est variable selon leur composition en acides aminés, certains acides aminés étant plus riches en azote que d'autres. En outre, la plupart des protéines ne sont pas uniquement constituées d'acides aminés et le facteur de conversion est différent si l'on ramène l'azote uniquement aux acides aminés ou à l'ensemble de la structure incluant les acides aminés et les composés associés à la chaîne polypeptidique (par exemple phosphore, glucides, lipides ou groupement héminique).

Pour certaines protéines, dont la composition protéique et non protéique est bien établie et que l'on peut obtenir sous forme purifiée, il est possible d'avoir un facteur de conversion prenant en compte l'ensemble de la structure. C'est le cas par exemple des caséines de lait. Dans ce cas le facteur de conversion est de l'ordre de 6,38 qui est le facteur de conversion souvent utilisé pour les protéines de lait. La prise en compte de l'ensemble de la composition protéique

et non protéique est plus délicate pour des protéines que l'on ne peut obtenir sous forme purifiée ; c'est le cas en particulier des isolés de protéines végétales et dans ce cas le facteur de conversion de 6,25 est souvent utilisé comme approximation. En réalité, le facteur de conversion spécifique à chaque type de protéine, calculé strictement à partir de leur composition en acides aminés, est actuellement considéré comme le plus adapté à une analyse et une comparaison de la teneur en protéines des différents produits alimentaires (lait et produits laitiers 5,85 ; viandes, poissons, œuf 5,6 ; blé et légumineuses 5,4). Les teneurs en protéines ainsi calculées ne prennent en compte que les acides aminés de la protéine considérée.

Besoin en azote et en acides aminés indispensables

Le besoin en protéines est assimilé chez l'adulte à l'apport minimum en protéines de bonne qualité assurant un bilan azoté équilibré chez des sujets à l'équilibre énergétique et avec une activité physique modérée. Sur la base du bilan azoté, le besoin nutritionnel moyen en protéines a été établi, avec un niveau de preuve élevé, à 0,66 g/kg/j et un apport nutritionnel conseillé est établi à 0,83 g/kg/j⁽²⁻⁴⁾. Chez le jeune, une composante de croissance doit être ajoutée. La signification physiologique de cette mesure du bilan azoté a fait l'objet de nombreuses discussions et ses limites ont été largement soulignées. Cependant, en l'absence de consensus concernant d'autres marqueurs pertinents du besoin en protéines, elle reste l'approche de référence. Il est aussi généralement reconnu que les individus sont

numéro

111

JANVIER - FÉVRIER
2009

(1) Mariotti F, Tomé D, Mirand PP. Converting nitrogen into protein--beyond 6.25 and Jones' factors. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2008, 48, 177-84.

(2) WHO/FAO/UNU. 2007. Protein and amino acid requirements in human nutrition. *Technical Report Series 935. Report of a Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation.*

(3) AFSSA, « Apport en protéines : consommation, qualité, besoins et recommandations », *Rapport de groupe de travail, 2008.*

(4) Rand WM, Pellett PL, Young VR. Meta-analysis of nitrogen balance studies for estimating protein requirements in healthy adults. *American Journal of Clinical Nutrition, 2003, 77, 109-127.*

(5) Reeds PJ. Dispensable and indispensable amino acids for humans. *Journal of Nutrition, 2000, 130, 1835S-1840S.*

(6) Rose WC. The amino acid requirements of adult man. *Nutrition Abstracts and Reviews, 1957, 27, 631-647.*

(7) Young VR, Pellett PL. Amino acid composition in relation to protein nutritional quality of meat and poultry products. *Am J Clin Nutr.* 1984, 40, 737-42.

(8) Young, V. R. and Borgonha, S. Nitrogen and amino acid requirements: the Massachusetts Institute of Technology amino acid requirement pattern. *J Nutr* 2000, 130, 1841S-9S.

(9) Young VR, Bier DM, Pellett PL. A theoretical basis for increasing current estimates of the amino acid requirements in adult man, with experimental support. *American Journal of Clinical Nutrition, 1989, 50, 80-92.*

(10) Bos C, Gaudichon C, Tomé D. Isotopic studies of protein and amino acid requirements. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2002, 5, 55-61.

capables de s'adapter à des apports protéiques variables et largement supérieurs à l'apport de sécurité. La consommation de protéines est dans les populations occidentales de l'ordre de 1,0-1,5 g/kg/j.

La composition en acides aminés, et en particulier en acides aminés indispensables, des protéines alimentaires est considérée comme un paramètre déterminant de leur qualité par rapport à leur aptitude à assurer le bon fonctionnement de la synthèse des protéines de l'organisme. Les acides aminés utilisés pour la synthèse des protéines des organismes vivants sont au nombre de 20. D'autres acides aminés sont présents dans les tissus mais ne sont pas utilisés pour la synthèse protéique. Il est aussi établi que parmi les 20 acides aminés impliqués dans la séquence des protéines, neuf sont considérés comme indispensables chez l'homme, c'est-à-dire ceux que l'organisme n'est pas capable de synthétiser à une vitesse suffisante et qui doivent donc être fournis en quantité adéquate par l'alimentation. Ce sont l'histidine, l'isoleucine, la leucine, la lysine, les acides aminés soufrés (méthionine+cystéine), les acides aminés aromatiques (phénylalanine+tyrosine), la thréonine, le tryptophane et la valine. Ces neuf acides aminés indispensables représentent le premier facteur limitant de la synthèse des protéines corporelles⁽⁵⁾. Ce phénomène est à la base des approches utilisées pour déterminer la qualité de l'apport protéique.

Les valeurs de besoins nutritionnels en acides aminés indispensables, initialement déterminés par la méthode du bilan azoté, ont par la suite été réévaluées sur la base de données établies par des méthodes isotopiques⁽⁶⁻¹¹⁾. Ces estimations ne sont cependant à ce jour que partiellement consensuelles ou disponibles pour certains acides aminés indispensables (acides aminés aromatiques, isoleucine, histidine). Dans ces conditions, les besoins moyens pour chaque acide aminé indispensable, proposés dans les rapports récents^(2,3) sont reportés dans ce tableau.

Besoins en acides aminés indispensables de l'adulte et profils de référence en acides aminés indispensables (2007) (d'après 2, 3)

	FAO/WHO/UNU		AFSSA	
	mg/kg/j	mg/g protéine*	mg/kg/j	mg/g protéine*
Histidine	10	15	11	17
Isoleucine	20	30	18	27
Leucine	39	59	39	59
Lysine	30	45	30	45
Méthionine +cystéine	15	22	15	23
Méthionine	10	16	-	-
Cystéine	4	6	-	-
Phénylalanine +tyrosine	25	38	27	41
Thréonine	15	23	16	25
Tryptophane	4	6	4	6
Valine	26	39	18	27
Total	184	277	178	270

* Besoins en acides aminés de l'adulte / 0,66 g/kg/j de protéines.

À partir de ces données de besoin en acides aminés indispensables, il est possible de calculer un profil de référence de composition en acides aminés indispensables. Ce profil de référence est calculé en considérant que le besoin en chaque acide aminé indispensable doit être satisfait pour un apport correspondant au besoin nutritionnel moyen en protéines, soit 0,66 g/kg/j.

Composition en acides aminés indispensables et qualité des protéines alimentaires

La teneur et la biodisponibilité des protéines et des acides aminés indispensables des sources protéiques et des régimes sont généralement considérées comme des déterminants majeurs de la qualité nutritionnelle de l'apport alimentaire protéique. A partir de la composition en acides aminés et de la biodisponibilité de ces derniers dans l'alimentation, il est en effet théoriquement possible de prédire l'aptitude des protéines alimentaires et des régimes à satisfaire ou non les besoins pour la synthèse des protéines et des différents composés azotés de l'organisme. De ce fait, la connaissance des différences et des variations de composition et de biodisponibilité en acides aminés représente la base de l'évaluation de la qualité nutritionnelle des protéines et de l'influence des traitements subis par une protéine sur cette qualité.

La qualité des protéines est évaluée en comparant la composition en acides aminés indispensables des différentes sources de protéines au profil de référence en acides aminés indispensables. A partir de ces données, l'indice chimique est calculé comme le rapport entre la concentration de chaque acide aminé indispensable dans la protéine étudiée et la concentration du même acide aminé dans la protéine de référence^(2,3). L'indice chimique d'une protéine est assimilé à celui de l'acide aminé ayant la valeur la plus faible. Cet indice représente la capacité des protéines et des régimes à satisfaire le besoin en acides aminés indispensables pour un apport en protéines correspondant au besoin nutritionnel moyen en protéines. Une valeur supérieure ou égale à 100% traduit la capacité d'une protéine à satisfaire le besoin nutritionnel. Une valeur inférieure à 100% signifie que l'acide aminé correspondant est limitant. Selon cette approche, il apparaît que les protéines du lait ou de la viande, et plus largement les protéines animales, ne présentent pas d'acide aminé indispensable limitant. Les régimes de type occidental, riches en protéines d'origine animale, ne présentent donc pas d'acide aminé limitant. A l'inverse, la lysine est un acide aminé limitant dans les céréales (blé, maïs, riz). Dans ces conditions, certains régimes tels que le régime indien, riche en

céréales, sont partiellement limitants concernant la qualité de l'apport protéique. Les acides aminés soufrés ne sont pas strictement limitants mais sont à une valeur limitée dans le soja et plus largement dans les légumineuses.

Un aspect complémentaire concerne la biodisponibilité des acides aminés fournis par les protéines alimentaires. Ce paramètre est généralement assimilé à la digestibilité qui représente la proportion de protéines absorbées. La signification des différentes formes de digestibilité et de leur mesure a été largement discutée mais reste une question complexe ⁽¹²⁾. Afin de prendre en compte ce paramètre a été défini le PD-CAAS (*Protein digestibility corrected amino-acid score*) qui est la méthode de référence recommandée par la FAO pour évaluer la qualité des protéines ^(2, 3, 13). PD-CAAS = indice chimique x digestibilité. De même que pour l'indice chimique, lorsque la valeur de PD-CAAS est supérieure ou égale à 100% pour tout les aminés on considère qu'il n'y a pas d'acide aminé limitant dans la protéine considérée. Si l'indice est inférieur à 100% pour un ou plusieurs acides aminés, la valeur la plus faible est prise comme valeur d'indice. Il apparaît que la plupart des protéines animales ont un indice PD-CAAS de 100% (ou supérieur). En conséquence, dans un régime constitué par une proportion importante de protéines animales, il n'y a pas de risque de carence en acides aminés indispensables. La validité et les limites de cette approche par rapport à des méthodes *in vivo* de mesure de la rétention de l'azote, et la justification d'une limite du PD-CAAS à une valeur de 100% pour les protéines de valeur supérieure, ont été discutées et restent un sujet de débat ⁽¹⁴⁻¹⁷⁾.

Au-delà d'un apport de sécurité en protéines

La question des critères de qualité de l'apport protéique se pose en particulier dans le cas de régimes relativement riches en protéines. Les méthodes utilisées pour l'analyse de la qualité nutritionnelle des protéines reposent sur la capacité de l'apport protéique à fournir de l'azote et des acides aminés indispensables afin d'assurer un bilan azoté équilibré. L'apport protéique ainsi recommandé est alors principalement un apport de sécurité pour assurer une fonction vitale.

Dans le cas des régimes pour lesquels l'apport protéique est plus élevé, ce qui est le cas des régimes occidentaux, l'apport en acides aminés indispensables est assuré et d'autres critères de qualité devraient être identifiés. L'apport protéique moyen est par exemple en France pour les adultes de 1,4 g/kg/j (105 g/j pour les hommes, 82 g/j pour les femmes en moyenne) ⁽³⁾. Soit environ 17 % de

l'apport énergétique sans alcool (AESA). Il n'y a pas aujourd'hui de consensus concernant d'autres marqueurs pertinents du besoin en protéines. Il est cependant probable que des marqueurs fonctionnels devront dans l'avenir être mis en œuvre. Divers résultats montrent en effet que la quantité et la nature des protéines dans un régime influence diverses fonctions telles que la prise alimentaire, la composition corporelle, la santé osseuse, ou des marqueurs de risques de pathologies chroniques ou dégénératives avec des conséquences qui restent à mieux comprendre.

Si la notion d'apport maximum tolérable en protéines est souvent évoquée, le niveau d'apport pour lequel un risque avéré apparaît et la nature précise de ce risque restent aussi mal définis. Compte tenu de l'insuffisance de données disponibles, Il s'avère donc difficile de définir une limite supérieure de sécurité pour l'apport protéique. Dans l'état actuel des connaissances, des apports entre 0,83 et 2,2 g/kg/j de protéines (soit de 10 à 27 % de l'apport énergétique chez des individus ayant des apports énergétiques moyens, c'est-à-dire de 33 kcal/kg/j) peuvent être considérés comme satisfaisants pour un individu adulte de moins de 60 ans non obèse, non sportif, ayant une fonction rénale normale et suivant un régime non restreint. Des apports compris entre 2,2 et 3,5 g/kg/j seront considérés comme élevés et des apports supérieurs à 3,5 g/kg/j très élevés. Ces valeurs de 2,2 et de 3,5 g/kg/j ont été déterminées à partir de la capacité maximale d'adaptation de l'uréogénèse chez l'adulte (pour un homme de 70 kg) ⁽³⁾.

En conclusion, dans le cas de ces régimes pour lesquels il n'y a pas de risque de carence en protéines et en acides aminés indispensables, d'autres critères de qualité de l'apport en protéines devraient être pris en compte. Il s'avère notamment nécessaire de rechercher comment les protéines interviennent dans divers mécanismes métaboliques et physiologiques. On peut aussi s'intéresser de façon plus fine à l'influence de l'apport protéique sur la distribution de l'azote et des acides aminés et leur influence sur le métabolisme des protéines et des acides aminés dans les différents compartiments corporels ⁽¹⁴⁻¹⁸⁾. On peut plus largement évaluer l'influence de cet apport sur divers marqueurs liés par exemple à l'entretien de la masse maigre et de la masse musculaire, à l'adiposité et au métabolisme du tissu adipeux, à l'homéostasie du glucose et à la sensibilité à l'insuline, au contrôle de la prise alimentaire, aux processus oxydatifs et inflammatoires, à la physiologie osseuse, au fonctionnement cardiovasculaire, ou aux fonctions immunitaires.

Daniel Tomé

AgroParisTech - UMR 914

Physiologie de la nutrition et du comportement alimentaire

(11) Boutry C, Bos C, Tomé D. Les besoins en acides aminés. *Nutrition clinique et métabolisme*, 22 (2008) 151-160.

(12) Fuller MF, Tomé D. In vivo determination of amino acid bioavailability in humans and model animals. *Journal of the AOAC International*, 2005, 88, 923-934.

(13) FAO/WHO, 1991. Protein quality evaluation in human diets. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1991 (FAO Food and Nutrition Paper No. 51)

(14) Fouillet H, Bos C, Gaudichon C et al. Approaches to quantifying protein metabolism in response to nutrient ingestion. *J Nutr*. 2002, 132, 3208S-18S.

(15) Morens C, Bos C, Pueyo ME, et al. Increasing habitual protein intake accentuates differences in post-prandial dietary nitrogen utilization between protein sources in humans. *J Nutr*. 2003, 133, 2733-40.

(16) Tome D, Bos C. Dietary protein and nitrogen utilization. *Journal of Nutrition*, 2000, 130, 1868S-1873S.

(17) Millward DJ, Layman DK, Tomé D, Schaafsma G. Protein quality assessment: impact of expanding understanding of protein and amino acid needs for optimal health. *Am J Clin Nutr*. 2008 ;87(5):1576S-1581S.

(18) Potier M, Darcel N, Tomé D. Protein, amino acids and the control of food intake. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2009;12(1):54-8.

Matière grasse laitière et maladies cardiovasculaires : synthèse d'un symposium scientifique international

Au mois de juin 2008 s'est tenu un symposium international sur le thème « Matières grasses laitières et maladies cardiovasculaires ». L'objectif de ce symposium était de procéder à une mise à jour des données concernant l'impact cardiovasculaire des produits laitiers, y compris des matières grasses, et plus généralement rendre compte de la place tenue par ces produits dans la santé chez l'être humain. La dernière parution du « Journal of the American College of Nutrition » rend compte des différentes contributions à ce colloque. (1-5)

En dépit de la contribution des produits laitiers à l'apport en acides gras saturés, il n'existe pas de preuve consistante d'une association entre leur consommation et une augmentation du risque cardiovasculaire. Une revue systématique de 12 études prospectives (incluant plus de 28 000 sujets) montre l'absence de lien dans la majorité d'entre elles, 3 donnant une relation positive. Une cohorte met en évidence une relation positive avec la consommation de beurre mais négative avec la consommation de fromage. Il convient de rappeler que tous les acides gras saturés du lait n'augmentent pas le cholestérol LDL, notamment l'acide stéarique ou les acides gras à chaîne courte. De plus, la matière grasse du lait élève le cholestérol HDL, protecteur cardiovasculaire. Le remplacement des matières grasses saturées par des glucides, à niveau calorique équivalent, se traduit par une augmentation des triglycérides, de certaines fractions LDL denses les plus athérogènes et une diminution du cholestérol HDL.

Les effets d'une alimentation riche en calcium sur la pression artérielle sont maintenant admis, d'autres sur le poids corporel et d'autres facteurs de risque non lipidiques doivent être confirmés. Cependant la relation négative rapportée entre consommation de produits laitiers et l'incidence du syndrome métabolique est en faveur de bénéfices cardiovasculaires, au-delà d'un effet sur le cholestérol sanguin. Un impact positif sur le stress oxydatif et l'inflammation vont dans le même sens. Ces données pourraient expliquer pourquoi dans la plupart des études épidémiologiques, on ne trouve pas d'association significative entre risque cardiovasculaire et consommation de produits laitiers.

Ainsi dans une cohorte de 29 000 femmes âgées de plus de 45 ans suivies pendant 10 ans, une consommation élevée de produits laitiers allégés est associée à une diminution du risque d'hypertension. Cette relation est retrouvée avec le calcium et la vitamine D provenant de l'alimentation, mais pas avec le calcium ou la vitamine D des compléments alimentaires. On estime qu'une diminution de pression artérielle similaire à celle obtenue dans l'étude DASH, (régime riche en fruits et légumes et en produits laitiers allégés) permettrait de réduire l'incidence de maladies coronariennes de 15% et d'accidents vasculaires cérébraux de 27%. Ces effets sont principalement dus au calcium, mais pourraient être attribués en partie aux effets biologiques de certaines protéines du lait, comme une inhibition de l'enzyme de conversion de l'angiotensine, ou une modulation de sécrétion de l'endothéline-1.

Chez des souris génétiquement obèses soumises à un régime riche en calcium ou en produits laitiers, le tissu adipeux diminue la production de protéines pro-inflammatoires comme le TNF et l'interleukine-6, et augmente celle de l'adiponectine, anti-inflammatoire. Chez des hommes et femmes en surpoids, 6 mois de régime riche en produits laitiers, hypocalorique et/ou isocalorique, entraînent une diminution significative de la protéine C-réactive (CRP), marqueur de l'inflammation, et une

élévation de l'adiponectine. Ces changements sont indépendants des variations de poids corporel.

Dans une méta-analyse, une consommation élevée de vitamine D et de calcium, ou une consommation élevée de produits laitiers, est associée à une diminution du risque de diabète de type 2. Cependant, la plupart des études publiées sont de type transversal et pourraient être biaisées, ou longitudinales mais comportant trop peu de sujets. Dans ce domaine, on manque encore d'études prospectives contrôlées pour évaluer précisément l'efficacité des produits laitiers vis-à-vis du risque de diabète de type 2.

Le syndrome métabolique regroupe un ensemble de symptômes qui sont autant de facteurs de risque cardiovasculaire : obésité abdominale, hypertension, intolérance au glucose ou diabète de type 2, dyslipidémie avec hypertriglycéridémie et diminution du cholestérol-HDL. Dans un certain nombre d'études, la consommation de produits laitiers est inversement associée à un ou plusieurs de ces symptômes. L'étude américaine CARDIA sur plus de 3 000 sujets adultes jeunes montre une diminution de 70% de la survenue du syndrome métabolique en 10 ans chez les plus gros consommateurs de produits laitiers comparés aux plus petits consommateurs. Ce résultat n'est pas confirmé chez des sujets âgés aux Pays-Bas, excepté une modeste diminution de pression artérielle. Cependant, en l'absence d'effet cardiovasculaire (bénéfique ou délétère) chez ces sujets, les produits laitiers restent une source importante de protéines, minéraux et vitamines nécessaires à un vieillissement en bonne santé.

En conclusion, même si des études complémentaires doivent permettre de mieux comprendre l'impact des produits laitiers sur les facteurs de risque non lipidiques, il existe de nombreux arguments sur leurs effets bénéfiques en termes cardiovasculaires.

(1) Lock AL, Destailats F, Kraft J, German JB. Introduction to the proceedings of the symposium «Scientific update on dairy fats and cardiovascular diseases». *J Am Coll Nutr.* 2008 Dec;27(6):720S-2S.

(2) Elwood PC, Givens DI, Beswick AD, Fehily AM, Pickering JE, Gallacher J. The survival advantage of milk and dairy consumption: an overview of evidence from cohort studies of vascular diseases, diabetes and cancer. *J Am Coll Nutr.* 2008 Dec;27(6):723S-34S.

(3) Nestel PJ. Effects of dairy fats within different foods on plasma lipids. *J Am Coll Nutr.* 2008 Dec;27(6):735S-40S.

(4) Lamarche B. Review of the effect of dairy products on non-lipid risk factors for cardiovascular disease. *J Am Coll Nutr.* 2008 Dec;27(6):741S-6S.

(5) van Staveren WA, Steijns JM, de Groot LC. Dairy products as essential contributors of (micro-) nutrients in reference food patterns: an outline for elderly people. *J Am Coll Nutr.* 2008 Dec;27(6):747S-54S.

Lactose & santé

Girard J.

Effets métaboliques différentiels des sucres
Cah Nutr Diét 2008 ; 43(HS2) : S12-S6.

Lehtimäki T, Hutri-Kähönen N, Kähönen M et al.

Adult-type hypolactasia is not a predisposing factor for the early functional and structural changes of atherosclerosis: the Cardiovascular Risk in Young Finns Study
Clin Sci 2008 ; 115(9) : 265-71.

Harrington LK, Mayberry JF.

A re-appraisal of lactose intolerance
Int J Clin Pract 2008 ; 62(10) : 1541-6.

Smith GD, Lawlor DA, Timpson NJ et al.

Lactase persistence-related genetic variant: population substructure and health outcomes
Eur J Hum Genet 2008 ; Epub ahead of print : 1-11.

He T, Venema K, Priebe MG et al.

The role of colonic metabolism in lactose intolerance
Eur J Clin Invest 2008 ; 38(8) : 541-7.

Seppänen S, Niittynen L, Poussa T et al.

Removing lactose from milk does not delay bowel function or harden stool consistency in lactose-tolerant women
Eur J Clin Nutr 2008 ; 62(6) : 727-32.

Shrier I, Szilagyi A, Correa JA.

Impact of lactose containing foods and the genetics of lactase on diseases: an analytical review of population data
Nutr Cancer 2008 ; 60(3) : 292-300.

Schaafsma G.

Lactose and lactose derivatives as bioactive ingredients in human nutrition
Int Dairy J 2008 ; 18(5) : 458-65.

Lomer MC, Parkes GC, Sanderson JD.

Review article: lactose intolerance in clinical practice - myths and realities
Aliment Pharmacol Ther 2008 ; 27(2) : 93-103.

Goseki-Sone M, Maruyama R, Sogabe N et al.

Effects of Dietary Lactose on Long-term High-fat-diet-induced Obesity in Rats.
Obesity 2007 ; 15(11) : 2605-13.

He T, Priebe MG, Zhong Y et al.

Effects of yogurt and bifidobacteria supplementation on the colonic microbiota in lactose-intolerant subjects
J Appl Microbiol 2007 ; Epub ahead of print : 1-10.

Bhatnagar S, Aggarwal R.

Lactose intolerance
BMJ 2007 ; 334(7608) : 1331-2.

Gugatschka M, Hoeller A, Fahrleitner-Pammer A et al.

Calcium supply, bone mineral density and genetically defined lactose maldigestion in a cohort of elderly men
J Endocrinol Invest 2007 ; 30(1) : 46-51.

Tishkoff SA, Reed FA, Ranciaro A et al.

Convergent adaptation of human lactase persistence in Africa and Europe
Nat Genet 2007 ; 39(1) : 31-40.

Obermayer-Pietsch BM, Gugatschka M, Reitter S et al.

Adult-type hypolactasia and calcium availability: decreased calcium intake or impaired calcium absorption?
Osteoporos Int 2007 ; 18(4) : 445-51.

IDF

Lactose and its derivatives
IDF international symposium 14-16 may 2007 Moscow, Russia

Dumond P, Morisset M, Sergeant P et al.

Allergie alimentaire au lait de vache ou intolérance au lactose ?
J Pediatr Puer 2006 ; 19(7) : 256-60.

He T, Priebe MG, Welling GW et al.

Effect of lactose on oro-cecal transit in lactose digesters and maldigesters motility.
Eur J Clin Invest 2006 ; 36(10) : 737-42.

Heyman MB.

Lactose intolerance in infants, children, and adolescents
Pediatrics 2006 ; 118(3) : 1279-86.

Frank JW, Escobar J, Suryawan A et al.

Dietary protein and lactose increase translation initiation factor activation and tissue protein synthesis in neonatal pigs
Am J Physiol Endocrinol Metab 2006 ; 290(2) : E225-33.

Savaiano DA, Boushey CJ, McCabe GP.

Lactose intolerance symptoms assessed by meta-analysis: a grain of truth that leads to exaggeration
J Nutr 2006 ; 136(4) : 1107-13.

He T, Priebe MG, Harmsen HJ et al.

Colonic fermentation may play a role in lactose intolerance in humans
J Nutr 2006 ; 136(1) : 58-63.

Montalto M, Curigliano V, Santoro L et al.

Management and treatment of lactose malabsorption
World J Gastroenterol 2006 ; 12(2) : 187-91.

Programme européen LeCHE Lactase Persistence and the Cultural History of Europe

Ce programme de recherche financé par la Communauté européenne réunit 13 laboratoires scientifiques issus de 7 pays; le partenaire français est le Muséum d'Histoire Naturelle/CNRS (Pr JD.Vigne) qui s'est entouré notamment des compétences de l'OCHA (Observatoire des Habitudes Alimentaires du Cniel). Archéozoologues, généticiens, préhistoriens, biologistes, chimistes étudieront les liens entre les origines de l'élevage laitier en Europe et au Proche-Orient au néolithique, l'évolution des habitudes et consommations alimentaires et la persistance du gène codant pour la lactase.

Les principaux objectifs de ce projet sont :

1. estimer la distribution de l'allèle de la lactase persistance dans les populations anciennes par des analyses d'ADN sur des squelettes humains néolithiques
2. rechercher des indices directs de consommation laitière par l'analyse de résidus organiques conservés dans les poteries néolithiques et estimer les changements intervenus dans les techniques d'élevage
3. lier l'augmentation de fréquence de la mutation responsable de la persistance de la lactase chez les agriculteurs néolithiques avec les indices archéologiques d'exploitation laitière
4. tester une éventuelle co-évolution entre bovins et humains.

Réponses au cours des 4 ans à venir.

Pour en savoir plus : www.lemangeur-ocha.com

Aldámiz-Echevarría L, Bilbao A, Andrade F, et al.

Fatty acid deficiency profile in children with food allergy managed with elimination diets

Acta Paediatr 2008 ; 97(11) : 1572-6.

Baker JL, Gamborg M, Heitmann BL, et al.

Breastfeeding reduces postpartum weight retention

Am J Clin Nutr 2008 ; 88(6) : 1543-51.

Bellisle F.

Addiction au goût sucré : vrai ou faux débat ?

Cah Nutr Diét 2008 ; 43(2) HS : S52-S5.

Bleich SN, Wang YC, Wang Y, et al.

Increasing consumption of sugar-sweetened beverages among US adults: 1988-1994 to 1999-2004

Am J Clin Nutr 2009 ; 89(1) : 372-81.

Boirie Y.

A quoi servent les protéines alimentaires ?

NAFAS 2008 ; 6(6) : 5-9.

Bronzwaer S.

EFSA scientific forum "from safe food to healthy diets". EU risk assessment - Past, present and future

Trends Food Sci Technol 2008 ; 19 : S2-S8.

Campbell WW, Johnson CA, McCabe GP, et al.

Dietary protein requirements of younger and older adults

Am J Clin Nutr 2008 ; 88(5) : 1322-9.

Chung Chun Lam SM, Moughan PJ, Awati A, et al.

The influence of whey protein and glycomacropeptide on satiety in adult humans

Physiol Behav 2008 ; 96(1) : 162-8.

Dargent-Molina P, Sabia S, Touvier M, et al.

Proteins, dietary acid load, and calcium and risk of postmenopausal fractures in the E3N French women prospective study

J Bone Miner Res 2008 ; 23(12) : 1915-22.

Dlouh P, Kucera P, Kraml P, et al.

Short-term dietary intake of C18:1 trans fatty acids decreases the function of cellular immunity in healthy young men

Ann Nutr Metab 2008 ; 53(2) : 129-36.

Ebringer L, Ferencik M, Krajcovic J.

Beneficial health effects of milk and fermented dairy products: review

Folia Microbiol 2008 ; 53(5) : 378-94.

Fahy E, Subramaniam S, Murphy RC, et al.

Update of the LIPID MAPS comprehensive classification system for lipids

J Lipid Res 2008 ; in press : 22p.

Fernández-Rivas M, Benito C, González-Mancebo E, et al.

Allergies to fruits and vegetables

Pediatr Allergy Immunol 2008 ; 19(8) : 675-81.

Gaillard D, Martin C, Passilly-Degrace P, et al.

Rôle des lipides dans la régulation du comportement alimentaire

OCL 2008 ; 15(4) : 275-8.

George SM, Park Y, Leitzmann MF, et al.

Fruit and vegetable intake and risk of cancer: a prospective cohort study

Am J Clin Nutr 2009 ; 89(1) : 347-53.

Girard J.

Effets métaboliques différentiels des sucres

Cah Nutr Diét 2008 ; 43(2) HS : S12-S6.

Grant WB.

High vitamin D and calcium requirements during pregnancy and tooth loss

Am J Public Health 2008 ; 98(11) : 1931-2.

Hercberg S, Chat-Yung S, Chaulia M.

The French National Nutrition and Health Program: 2001-2006-2010

Int J Public Health 2008 ; 53(2) : 68-77.

Ishihara J, Inoue M, Iwasaki M, et al.

Dietary calcium, vitamin D, and the risk of colorectal cancer

Am J Clin Nutr 2008 ; 88(6) : 1576-83.

Jaime PC, Lock K.

Do school based food and nutrition policies improve diet and reduce obesity?

Prev Med 2009 ; 48(1):45-53.

Koppes LL, Boon N, Nooyens AC, et al.

Macronutrient distribution over a period of 23 years in relation to energy intake and body fatness

Br J Nutr 2009 ; 101(1) : 108-15.

Larsson SC, Bergkvist L, Wolk A.

Long-term dietary calcium intake and breast cancer risk in a prospective cohort of women

Am J Clin Nutr 2009 ; 89(1) : 277-82.

Lecerf JM.

Acides gras et risque cardiovasculaire. Première partie : apport lipidique total, acide gras saturés

Méd Nutr 2008 ; 44(4) : 149-60.

Lecerf JM.

Acide gras et risque cardiovasculaire. Deuxième partie : Acides gras monoinsaturés et polyinsaturés oméga 6

Méd Nutr 2008 ; 44(4) : 161-72.

Van Meijl LEC, Vrolix R, Mensik R.

Dairy product consumption and the metabolic syndrome

Nutrition Research Reviews 2008 ; 21 : 148-157

Methy N, Binquet C, Boutron-Ruault MC, et al.

Dietary fatty acids and recurrence of colorectal adenomas in a European intervention trial

Nutr Cancer 2008 ; 60(5) : 560-7.

Nedel'tcheva AV, Kilkus JM, Imperial J, et al.

Sleep curtailment is accompanied by increased intake of calories from snacks

Am J Clin Nutr 2009 ; 89(1) : 126-33.

Nicklas TA, O'Neil CE, Mendoza J, et al.

Are energy dense diets also nutrient dense?

J Am Coll Nutr 2008 ; 27(5) : 553-60.

Presse N, Shatenstein B, Kergoat MJ, et al.

Low vitamin K intakes in community-dwelling elders at an early stage of Alzheimer's disease

J Am Diet Assoc 2008 ; 108(12) : 2095-9.

Ramakrishnan U, Nguyen P, Martorell R.

Effects of micronutrients on growth of children under 5 y of age: meta-analyses of single and multiple nutrient interventions

Am J Clin Nutr 2009 ; 89(1) : 191-203.

Rizzoli R.

Nutrition: its role in bone health

Best Pract Res Clin Endocrinol Metab 2008 ; 22(5) : 813-29.

Saadatian-Elahi M, Slimani N, Chajès V, et al.

Plasma phospholipid fatty acid profiles and their association with food intakes: results from a cross-sectional study within the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition

Am J Clin Nutr 2009 ; 89(1) : 331-46.

Sahni S, Hannan MT, Blumberg J, et al.

Inverse association of carotenoid intakes with 4-y change in bone mineral density in elderly men and women: the Framingham Osteoporosis Study

Am J Clin Nutr 2009 ; 89(1) : 416-24.

Schlienger JL.

Produits laitiers et risque cardiovasculaire

Réalités Nutrition 2008 ; (14) : 24-8.

Shibata T, Murakami T, Nakagaki H, et al.

Calcium, magnesium, potassium and sodium intakes in Japanese children aged 3 to 5 years

Asia Pac J Clin Nutr 2008 ; 17(3) : 441-5.

Sieri S, Krogh V, Ferrari P, et al.

Dietary fat and breast cancer risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition

Am J Clin Nutr 2008 ; 88(5) : 1304-12.

Subramanian S, Chait A.

The effect of dietary cholesterol on macrophage accumulation in adipose tissue: implications for systemic inflammation and atherosclerosis

Curr Opin Lipidol 2009 ; 20(1) : 39-44.

Tounian P.

L'excès d'apports protéiques est-il délétère chez le nourrisson et le jeune enfant ?

Réalités Nutrition 2008 ; (14) : 4-7.

Volek JS, Phinney SD, Forsythe CE, et al.

Carbohydrate restriction has a more favorable impact on the metabolic syndrome than a low fat diet

Lipids 2008 ; Epub ahead of print : 1-13.

Wardwell L, Chapman-Novakofski K, Herrel S, et al.

Nutrient intake and immune function of elderly subjects

J Am Diet Assoc 2008 ; 108(12) : 2005-12.

Whelan J.

Dietary stearidonic acid is a long chain (n-3) polyunsaturated fatty acid with potential health benefits

J Nutr 2009 ; 139(1) : 5-10.

Wolever TMS.

Index glycémique, index insulinémique et régulation du poids corporel

Cah Nutr Diét 2008 ; 43(2) HS : S29-S34.