



Le profil des acides gras

L'association entre une alimentation déséquilibrée en graisses et les maladies chroniques (cardiovasculaires, métaboliques, neurologiques, dermatologiques, cancer, maladies auto-immunes) est le sujet de multiples études depuis des dizaines d'années. Comparée à l'alimentation des chasseurs-cueilleurs qui a prévalu pendant des centaines de milliers d'années, notre alimentation actuelle est issue de l'agriculture et de l'industrie et est caractérisée par

- Des viandes animales et des produits laitiers issus de l'agriculture intensive enrichis en acides gras saturés (AGS).
- Un rapport en acides gras polyinsaturés (AGPIs) Omega-6/Omega-3 beaucoup trop élevé ($> 4/1$) suite à l'introduction d'huiles végétales riches en omega-6 et au nourrissage du bétail avec du maïs et du soja riches en omega-6.
- L'introduction d'acides gras trans (AG trans) artificiels (hydrogénation partielle des huiles végétales dans l'alimentation industrielle et les margarines).

L'introduction d'acide oléique (acide gras monoinsaturé=AGMI) (+ de 70 % dans l'huile d'olive) dans l'alimentation (régime crétois et méditerranéen) a par contre des effets bénéfiques sur la santé humaine.

Aujourd'hui il est possible d'évaluer le profil des acides gras les plus représentatifs de chacune des familles (AGS, AGMIs, AGPIs, AG trans) citées plus haut par un dosage sanguin de manière à rééquilibrer ce profil par des recommandations nutritionnelles, micro-nutritionnelles et d'hygiène de vie.

Pour rappel le résultat du dosage des acides gras est la conséquence de l'apport exogène de graisses alimentaires, de leur assimilation, de leur digestion et de leur métabolisme hépatique incluant leur synthèse endogène à partir des glucides (principalement).





Les tableaux suivants reprennent la composition en différents acides gras des huiles et matières grasses les plus couramment utilisées et la composition du jaune d'oeuf.

Composition en acides gras de certaines matières grasses et huiles couramment consommées					
Huiles et graisses riches en AGS %					
	AGS	AGMI	AGPI		
			Oméga 6	Oméga 3	
Beurre	55,4	19,3	1,31	0.38	
Huile de palme	40-42	40-43	8-10	négligeable	
Huile de coco	74-88	5-8	négligeable	négligeable	
Huiles riches en AGMI %					
	AGS	AGMI	Oméga 6	Oméga 3	
Huile d'olive	10-32	55-83	3-20	négligeable	
Huile de Colza	8	61-63	20	8-10	
Huile de noisette	7-10	75-83	9-13	négligeable	
Huiles riches en AGPI Oméga 6 %					
	AGS	AGMI	Oméga 6	Oméga 3	$\omega 6/\omega 3$
H. d'onagre	7-10	5-11	LIN ¹ 70-75 GLA ² 8-14	négligeable	
H. de carthame	5-9	10-21	65-80	négligeable	
H.de tournesol	9-11	26-32	64-66	négligeable	
H. pépin de raisin	7-10	13-24	55-70	négligeable	
Huile de noix ³	8	15-23	53-55	12-15	4/1
Huile de chanvre ³	8-10	9-14	55-60	17-20	3/1

¹ LIN : acide linoléique

² GLA : acide gamma linolénique

³ L'huile de colza est aussi intéressante pour son rapport oméga 6/oméga 3 de 2/1. L'huile de noix et de chanvre peuvent aussi être incluses avec des rapports oméga 6/oméga 3 respectifs de 4/1 et 3/1.



Huiles riches en AGPI Oméga 6 %					$\omega 6/\omega 3$
H. germe de blé	13-22	13-21	46-60	4-10	11/1 à 6/1
H. de bourrache	12-22	18-19	LIN 35-40 GLA18-30	négligeable	
Huiles riches en AGPI Oméga 3 %					
	AGS	AGMI	Oméga 6	Oméga 3	$\omega 6/\omega 3$
Huile de lin	8-11	17-19	15-16	55-60	1/3.5
Huile de cameline	5-10	30	19-20	30-35	1/1.75
H. foie de morue	15	53	3	29	1/10
Huile de Colza ³	8	61-63	20	8-10	2/1

Composition du jaune d'œuf %			
AGS	AGMI	AGPI	
		Oméga 6	Oméga 3
Palmitique : 23	Oléique : 47	Linoléique : 16	α -linolénique : 2
Stéarique : 4	Palmitoléique : 5		
Myristique : 1			



Principaux acides gras saturés (AGS)

Acide myristique (MYR)

L'acide myristique est un acide gras à chaîne longue (14 carbones). Il est présent en grande quantité dans les produits laitiers entiers et peut être produit, si nécessaire, dans le cytoplasme de l'hépatocyte à partir de l'acétyl-coA issu de la glycolyse (consommation importante de glucides), de la bêta-oxydation des acides gras ou du catabolisme des acides aminés.

L'acide myristique a plusieurs fonctions cellulaires. Hormis son rôle structural et énergétique, c'est un facteur important de la régulation des cascades de signalisation intracellulaires et du trafic vésiculaire via la N-myristoylation d'une centaine de protéines différentes (suppresseurs de tumeur, oncogènes, enzymes...)⁴ (Fig.1)

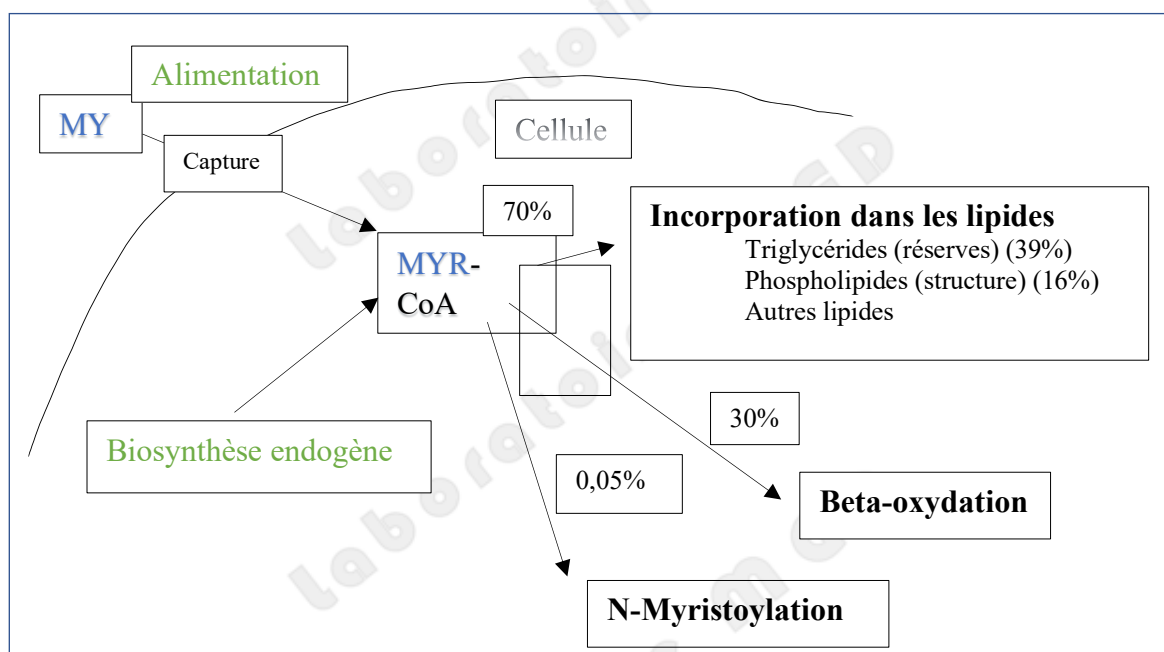


Fig. 1 Métabolisme de l'acide myristique dans la cellule

Récemment il a été montré que l'acide myristique, introduit en tant que remplaçant énergétique des hydrates de carbone dans le régime alimentaire augmente les niveaux de LDL cholestérol⁵. Un taux sérique élevé de cet acide gras a été observé chez des patients adolescents souffrant de syndrome métabolique⁶.

Des études récentes ont montré une nette corrélation entre l'IMC et une concentration élevée en sphingomyéline constituée d'acide myristique dans les phospholipides sériques d'enfants et adolescents obèses⁷.

⁴ Beauchamp E., Rioux V., Legrand P. Acide myristique : Nouvelles fonctions de régulation et de signalisation. M/S no 1, vol 25, janvier 2009.

⁵ Mensink RP Effect of saturated fatty acids on serum lipids and lipoproteins : a systematic review and regression analysis. World Health Organisation.2016

⁶ Masquío DC et al. The role of free fatty acids in the inflammatory and cardiometabolic profile in adolescents with metabolic syndrome engaged in interdisciplinary therapy. 2016. J Nutr Biochem 33 :136-44

⁷ Hellmuth Ch et al. An individual participant data meta-analysis on metabolomics profiles for obesity and insulin resistance in European children, 2019. www.nature.com/scientificreports



Acide myristique : recommandations nutritionnelles

Il est conseillé de modérer sa consommation en aliments riches en acide myristique (beurre et produits laitiers entiers, noix de coco, lait de coco, saindoux, chocolat blanc⁸) et en glucides.

Acide palmitique (PALM)

L'acide palmitique est présent en grande quantité dans l'huile de palme (40% de la graisse totale), la graisse de canard, le saindoux, le beurre, certaines huiles végétales (palme, avocat, maïs, soja), le chocolat noir, certains fromages et les pâtisseries industrielles. Sa synthèse endogène peut être stimulée par une consommation importante de glucides.

Cet acide gras saturé à chaîne longue (16 carbones), incorporé en grande quantité dans les phospholipides de la membrane favorise sa rigidité. L'acide palmitique fait partie des lipides régulateurs de l'activité biologique des protéines. Le transfert de cet acide gras sur les cystéines de certaines protéines (palmitoylation) favorise leur migration vers des sites stratégiques (face interne de la membrane plasmique ou réticulum endoplasmique). La palmitoylation de certaines protéines (récepteur de la transferrine, récepteur beta2-adrénérique, décarboxylase de l'acide glutamique) est nécessaire à la régulation de leur activité⁹.

Un excès d'acide palmitique peut toutefois conduire à une hypercholestérolémie et peut représenter un facteur de risque accru de maladie coronarienne¹⁰.

Acide palmitique : recommandations nutritionnelles

Il est conseillé de modérer la consommation de graisses et d'aliments riches en acide palmitique (saindoux, beurre, graisse de canard, huile de palme, de coco, jaune d'œuf...) pâtes à tartiner, viennoiseries et pâtisseries industrielles...

Acide stéarique (STEA)

L'acide stéarique se retrouve en grande quantité dans le chocolat, le beurre, le saindoux, le lard, les charcuteries, les fromages, les pâtisseries industrielles...

Dans l'hépatocyte, il peut être synthétisé de manière endogène par l'élongation de l'acide palmitique et transformé en acide oléique par désaturation (voir schéma de conversion des acides gras)

En plus de son rôle énergétique et structural, il est un des composants principaux des phosphoinositides (issus du phosphatidylinositol) (Fig.2). Ces phosphoinositides sont des messagers secondaires capables de réguler l'activité de certaines protéines membranaires suite à une stimulation hormonale ou à un stress par exemple.¹¹

⁸ Informations nutritionnelles.fr

⁹ Pouliot JF, Béliveau R. Modifications post-traductionnelles des protéines par les lipides. 1994. M/S no1 vol. 10 p 65-73.

¹⁰ Khaw et al. Plasma phospholipid fatty acid concentration and incident coronary Heart disease in men and women : TheEPIC-Norfolk Prospective Study. 2012. PLoS Med, 9, e1001255

¹¹ Viaud J, Payrastra B. Les phosphoinositides : Ces lipides qui coordonnent la dynamique cellulaire. 2015. M/S 31 :996-1005

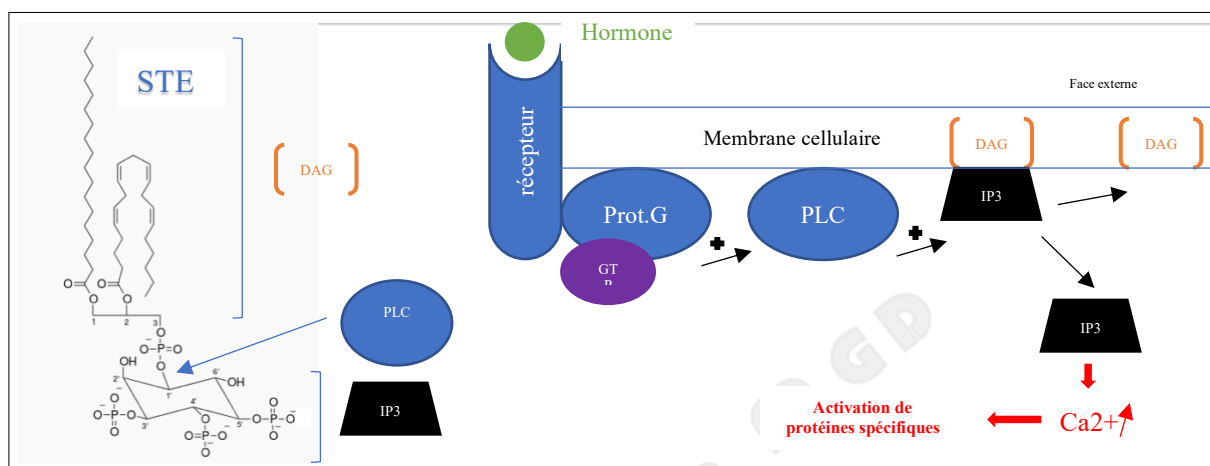


Fig 2. Structure du phosphatidylinositol triphosphate (PtdIns (1, 4, 5)P₃)

Prot.G = protéine G, PLC = phospholipase C, DAG = diacylglycérol, IP3 = inositol triphosphate, GTP = guanosine triphosphate) et exemple d'une cascade de signalisation intracellulaire impliquant le Ptdln(1, 4, 5)P₃ induisant une augmentation de la concentration de calcium dans le cytoplasme de la cellule. *Wikipedia*.

Dans les études cliniques, son rôle dans la genèse des maladies coronariennes est controversé. Un excès d'acide stéarique ne modifie pas la cholestérolémie et ne semble pas constituer un risque cardiovasculaire accru en dessous de 4% de l'apport énergétique total.

Acide stéarique : recommandations nutritionnelles

Il est conseillé de modérer la consommation des produits riches en acide stéarique.

Acides gras mono-insaturés (AGMI)

Omega 7

Acide cis-palmitoléique (PALO)

L'acide cis-palmitoléique se retrouve en grande quantité dans les noix et l'huile de macadamia et dans l'huile d'argousier. Le jaune d'œuf en contient aussi un peu. C'est un des acides gras les plus abondants dans le tissu adipeux et dans le foie. Il est synthétisé par le foie à partir de l'acide palmitique via l'action d'une delta-9 désaturase (voir schéma de conversion des acides gras) qui peut être activée par la consommation d'hydrates de carbone. Récemment, l'acide cis-palmitoléique a reçu le statut de lipokine car, relargué par le tissu adipeux, il exerce ses effets métaboliques sur des organes distants. Une série d'études cliniques a montré son association avec une sensibilité à l'insuline augmentée et un risque plus faible de diabète de type 2¹². Toutefois, les résultats des études cliniques de ces dernières années suggèrent que des taux sanguins élevés d'acide palmitoléique augmenteraient le taux de LDL tout en diminuant le taux de HDL. Ce qui aurait un impact sur la santé cardiovasculaire¹³.

¹² Frigolet M et al. The role of the novel lipokine palmitoleic acid in health and disease. 2017. Adv Nutr 17 ;8(1) :173-181

¹³ Nestel P et al. Effects of increased dietary palmitoleic acid compared with palmitic and oleic acid on plasma lipids of hypercholesterolemic men. 1994. Journal of Lipid Research Vol 35 656-662.



Acide cis-palmitoléique : recommandations nutritionnelles

Il est conseillé de maintenir un taux d'acide palmitoléique dans les limites de la normale. Si besoin, limiter la consommation d'aliments riches en cis-palmitoléique ainsi qu'en hydrates de carbone.

Acide cis-vaccénique (CVAC) :

L'acide cis-vaccénique est un isomère de l'acide oléique. Il est présent en faible quantité dans l'huile d'olive (2 à 3 %) et dans les produits laitiers. Il est aussi produit dans le foie via l'élongation de l'acide cis-palmitoléique par une « fatty acid synthase » principalement à partir des hydrates de carbone (De novo lipogenèse) (voir schéma de conversion des acides gras).

L'implication de l'acide cis-vaccénique dans les maladies cardiovasculaires est mal établie. Certaines études montrent un risque accru d'arrêt cardiaque en présence de taux plasmatiques élevés¹⁴. D'autres études ont pour conclusion l'association potentielle entre de hauts niveaux plasmatiques et un risque moins élevé de maladie coronaire chez les volontaires avec antécédents de maladie cardiovasculaire¹⁵. Son rôle dans les maladies cardiovasculaires n'étant pas encore bien établi, il est conseillé de maintenir un taux d'acide cis-vaccénique dans les limites des valeurs de référence.

Acide cis-vaccénique : recommandations nutritionnelles

En cas d'excès, il est conseillé de limiter la consommation de produits laitiers et/ou d'hydrates de carbone.

Omega 9

Acide oléique (AO)

L'acide oléique est l'acide gras mono-insaturé le plus abondant dans notre organisme.

On le retrouve en grande quantité dans l'huile d'olive, de noix et d'avocat, dans les noix (pécan, macadamia) et le jaune d'oeuf. Pour rappel cet acide gras peut être synthétisé par le foie à partir de la désaturation de l'acide stéarique (voir schéma de conversion des acides gras). En plus de son rôle structural (il favorise la fluidité membranaire) et énergétique, l'acide oléique possède des propriétés cardio-protectrices qui ont été démontrées dans de nombreuses études épidémiologiques¹⁶. Certaines études suggèrent aussi un effet bénéfique sur le cancer, les maladies auto-immunes et inflammatoires¹⁷. Un déficit en acide oléique peut présenter des risques pour le développement de maladies inflammatoires, de cancers et pour la santé cardiovasculaire.

¹⁴ Wu HY et al. Fatty acids in the de novo lipogenesis pathway and risk of coronary heart disease : the Cardiovascular Study. 2011. Am J Clin Nutr 94 : 431-438

¹⁵ Djoussé L et al. Plasma cis-vaccenic acid and risk of heart failure with antecedent coronary heart disease in male physicians. 2014. Clin Nutr 33(3) : 478-482

¹⁶ Nocella C et al. Extra virgin olive oil and cardiovascular diseases : Benefits for human health. 2018 ; Endocr Metab Immune Disord Drug Targets. 18(1) :4 :13

¹⁷ Sales-Compos H et al. An overview of the modulatory effects of oleic acid in health and disease. 2013 ; Mini Rev Med Chem. 13(2) :201-10



Acide oléique : recommandations nutritionnelles

Il est conseillé d'amener un apport suffisant d'oméga 9 dans l'alimentation quotidienne, par exemple sous forme d'huile d'olive (bio, première pression à froid).

Acides gras polyinsaturés (AGPI)

L'acide linoléique (LN) et l'acide alpha-linolénique (LNA) sont des acides gras essentiels qui ne peuvent pas être synthétisés par l'organisme. L'apport est exclusivement alimentaire.

La synthèse des AGPI issus du LN et du LNA peut être insuffisante en cas

- D'une diminution de l'activité des désaturases hépatiques
- De déficits en cofacteurs des désaturases (Zn, Mg, Fe, Vit. B3, B6, B8)

Tous les acides gras polyinsaturés sont sensibles à la peroxydation lipidique. Il est donc important de maintenir les taux dans les limites de la normale.

En raison de cette sensibilité à l'oxydation, les huiles riches en AGPI doivent être conservées au frigo.

Principaux oméga-6

Acide linoléique (LN)

L'acide linoléique est l'acide gras polyinsaturé le plus abondant dans notre organisme.

C'est un acide gras essentiel (ne peut pas être synthétisé par l'organisme) qui doit nécessairement être amené par l'alimentation pour enclencher la synthèse de la cascade d'acides gras oméga 6 responsables de diverses fonctions physiologiques. C'est le principal constituant des huiles végétales de tournesol, de carthame et de pépin de raisin. Il constitue aussi 16% de la totalité des acides gras du jaune d'œuf.

En plus de son rôle structural fluidifiant des membranes, il joue un rôle dans la régulation de l'inflammation. L'acide linoléique est le précurseur de l'acide dihomogamma-linolénique (DGLA), lui-même précurseur d'eicosanoïdes de la série 1 (prostaglandines anti-inflammatoires). Le DGLA peut être transformé en acide arachidonique. Ce dernier est métabolisé en eicosanoïdes de la série 2 (prostaglandines pro-inflammatoires, thromboxanes pro-agrégants plaquettaires et vaso-constricteurs, leucotriènes favorisant la constriction de la musculature lisse). L'acide linoléique peut donc être à la fois à l'origine de prostaglandines pro- et anti-inflammatoire en fonction de la nature des enzymes activées lors de la cascade de conversion (voir schéma de conversion des acides gras).

Un déficit ainsi qu'un excès d'acide linoléique peut entraîner un déséquilibre des voies de conversion des oméga-6 et des oméga-3 qui utilisent les mêmes enzymes.

Acide linoléique : recommandations nutritionnelles

En cas de déficit, il est recommandé d'augmenter modérément la consommation de noix et graines et d'huiles de tournesol, de carthame et de pépin de raisin.



En cas d'excès, il est recommandé de limiter la consommation des oléagineux et de ces huiles et de privilégier la consommation d'huiles riches en omega-3 (huile de lin, huile de cameline).

L'huile de lin étant une des huiles les plus instables, il est conseillé de la consommer dans les deux semaines après ouverture.

Acide gamma-linolénique (GLA)

Cet acide gras est synthétisé à partir de l'acide linoléique et peut être apporté par l'alimentation ou la supplémentation en huile d'onagre ou de bourrache.

Le GLA est le précurseur du DGLA (acide dihomogamma linolénique), lui-même précurseur de prostaglandines de série 1 anti-inflammatoires. Un déficit de cet acide gras est le reflet d'un manque d'apport alimentaire et/ou d'une activité delta 6 désaturase déficitaire.

Le stress, le vieillissement, la consommation d'une quantité élevée d'acides gras trans, des carences en cofacteurs enzymatiques (Mg, Fe, Zn, B3, B6, B8), des facteurs génétiques peuvent influencer l'activité de cette désaturase.

Acide gamma-linolénique : recommandations micro-nutritionnelles

En cas de déficit, il est conseillé d'amener un apport d'huile d'onagre ou de bourrache sous forme de complément alimentaire combiné à un apport en cofacteurs enzymatiques (complexe de vitamines B, magnésium, zinc et fer à ajuster en fonction du dosage de la ferritine)

En cas d'excès en GLA dû à une supplémentation, il est conseillé d'arrêter ou de diminuer les compléments alimentaires car ils pourraient avoir un impact sur la cascade de conversion des acides gras omega-3 qui partage les mêmes enzymes.

Acide dihomogamma-linolénique (DGLA)

Le DGLA peut être synthétisé dans le foie à partir du GLA. L'enzyme responsable de sa production est une élongase. Les cofacteurs nécessaires à son activation sont le magnésium, les vitamines B3, B5, B6 et la vitamine C. Le DGLA est le précurseur direct des eicosanoïdes de série 1 qui ont un rôle anti-inflammatoire. Un déficit en DGLA peut entraîner un déséquilibre dans la production des différents acteurs de l'inflammation. Il peut être associé à des pathologies de la peau de type dermatite atopique et à un risque cardiovasculaire^{18, 19, 20}. Un excès en DGLA peut être le signe d'une supplémentation récente importante.

¹⁸ Amagai Y et al. DGLA prevents the development of atopic dermatitis through prostaglandin D1 production in NC/Tnd mice. *J Dermatol. Sci.* 2015; 79(1):30-7.

¹⁹ Nilsen DWT et al. The pronostic utility of DGLA in patients with acute coronary heart disease. *International Journal of Cardiology.* 2017; 249: 12-17

²⁰ Ouchi S et al. decreased circulating DGLA levels are associated with total mortality in patients with acute cardiovascular disease and acute decompensated heart failure. *Lipids in Health and Disease.* 2017; 16:150



DGLA : recommandations micro-nutritionnelles :

En cas de déficit, il est conseillé d'amener un apport d'huile d'onagre ou de bourrache sous forme de complément alimentaire combiné à un apport en cofacteurs enzymatiques (complexe de vitamines B, magnésium et vitamine C).

En cas d'excès en DGLA dû à une supplémentation, il est conseillé d'arrêter ou de diminuer les compléments alimentaires car ils pourraient avoir un impact sur la cascade de conversion des acides gras oméga-3 qui partage les mêmes enzymes.

Acide arachidonique (AA)

L'acide arachidonique peut être synthétisé par l'organisme et peut aussi être apporté par l'alimentation (viandes rouges, œufs, crustacés, thon...).

Les métabolites de l'acide arachidonique (prostaglandines pro-inflammatoires et thromboxanes de la série 2, leucotriènes de la série 4, isoprostanes...) sont impliqués dans de multiples processus vitaux. Des études ont montré que ces dérivés et les enzymes impliquées dans leur métabolisme sont aussi impliquées dans les maladies métaboliques et cardiovasculaires²¹

Recommandations nutritionnelles

Il est conseillé de maintenir un taux d'acide arachidonique dans les limites des valeurs de référence de manière à favoriser le maintien de l'équilibre entre les différents acteurs de l'inflammation, de l'agrégation plaquettaire, de la bronchoconstriction, de la perméabilité vasculaire...

Si le taux est trop élevé, il est conseillé de diminuer la consommation de viandes rouges et d'aliments riches en acide arachidonique²².

Principaux oméga-3

Acide alpha linoléique (LNA)

C'est un acide gras essentiel (qui ne peut pas être synthétisé par l'organisme) qui doit nécessairement être amené par l'alimentation pour enclencher la synthèse de la cascade d'acides gras oméga 3 responsables de fonctions diverses dans l'organisme. L'acide alpha-linolénique a un rôle structural fluidifiant des membranes. On le retrouve en grande quantité dans l'huile de lin (55 à 60%) et dans l'huile de cameline (30 à 35%). Il est aussi présent dans l'huile de colza, l'huile de chanvre et de noix dans des rapports oméga 6/oméga 3 inférieur à 5.

L'acide alpha-linolénique est faiblement converti en oméga 3 à chaîne longue, l'acide eicosapentaénoïque EPA et l'acide docosahénoïque DHA. Ces derniers doivent donc être eux aussi apportés directement par l'alimentation.

Les voies de conversion des oméga 6 et oméga 3 utilisent les mêmes enzymes. Un déficit d'acide alpha-linolénique peut donc favoriser la voie des oméga 6 et entraîner au bout du compte la production d'un excès d'acides gras polyinsaturés pro-inflammatoires impliqués dans les maladies métaboliques et cardiovasculaires¹⁵.

²¹ Sonnweber T et al. Arachidonic acid metabolites in cardiovascular and metabolic diseases. 2018. Int. J. Mol. Sci. 19,3285

²² Informations nutritionnelles.fr



Acide α -linoléique : recommandations nutritionnelles

En cas de déficit en acide alpha-linolénique, on recommande d'augmenter la consommation d'huile de lin ou de cameline. L'huile de colza est aussi une bonne source. L'huile de noix ou de chanvre peuvent aussi être consommées.

L'acide alpha-linolénique étant sensible à la peroxydation lipidique, il est conseillé de maintenir les taux dans les limites des valeurs de référence.

Acide eicosapentaénoïque (EPA)

L'EPA se retrouve principalement dans les poissons gras (sardines, hareng, maquereau, anchois, truite), dans l'huile de Krill sous forme de phospholipides et dans certaines algues et peut être synthétisé par l'organisme à partir de l'acide alpha-linolénique mais avec un faible rendement. L'apport alimentaire est donc absolument indispensable.

Cet acide gras polyinsaturé est, avec le DHA, un des acides gras les plus étudiés car il est impliqué dans la modulation d'un certain nombre de processus pathologiques.

Des études ont montré que l'inflammation dans les maladies cardiovasculaires est réduite avec la consommation de poissons gras²³ et avec un rapport EPA/AA augmenté²⁴. Une supplémentation avec de l'EPA (2g/j) chez des diabétiques de type 2 pendant 8 semaines a montré des effets bénéfiques sur des marqueurs d'athérosclérose²⁵.

EPA : recommandations nutritionnelles et micro-nutritionnelles

Pour favoriser l'apport en EPA, il est conseillé de consommer deux portions par semaine de petits poissons gras cuits à la vapeur ou de compléter l'alimentation avec des suppléments alimentaires (huile de poisson, de foie de morue, de krill ou d'algue).

Un excès d'EPA peut être le reflet d'une supplémentation excessive. L'EPA étant sensible à la peroxydation lipidique, il est conseillé de maintenir les taux dans les limites des valeurs de référence.

Acide docosapentaénoïque (DPA)

Le DPA se retrouve dans les poissons gras et peut aussi être synthétisé par le corps à partir de l'EPA. Dans l'organisme, sa métabolisation via la delta-4 désaturase aboutit au DHA. Le rendement de la conversion est toutefois trop faible.

C'est un acide gras qui possède des propriétés anti-inflammatoires et d'antiagrégants plaquettaires et il favorise aussi le profil des lipides plasmatiques²⁶.

²³ Zampelas et al. Fish consumption among healthy adults is associated with decreased levels of inflammatory markers related to cardiovascular disease. 2005. The Attica Study. Journal of the American College of Cardiology 46, 1 120-124

²⁴ Wada et al. Enzymes and receptors of prostaglandins pathways with arachidonic acid-derived versus EPA-derived substrates and products. 2007. Journal of Biological Chemistry 282, 31, 22254-22266

²⁵ Golzari et al. Effect of EPA supplementation on cardiovascular markers in patients with type 2 diabetes mellitus : a randomized, double blind, placebo-controlled trial. 2018. Diabetes Metab Syndr. 12(3) :411-415.

²⁶ Kaur G et al. Short update on docosapentaenoic acid : a bioactive long-chain n-3 fatty acid. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 19 (2) : 88-9



DPA : recommandations nutritionnelles et micro-nutritionnelles :

En cas de déficit en DPA, il est conseillé d'augmenter la consommation de petits poissons gras tels que les sardines, maquereaux, harengs frais cuits vapeur ou de se supplémenter en huile de krill, de poissons ou d'algues.

En cas d'excès, il est conseillé de diminuer la supplémentation en huiles de poisson, de krill ou d'algue. Pour rappel, un déséquilibre d'un des différents acteurs de la cascade de conversion des AGPIs peut entraîner un déséquilibre de l'activité biologique de chacun des acteurs de cette cascade. Le DPA étant sensible à la peroxydation lipidique, il est conseillé de maintenir les taux dans les limites des valeurs de référence.

Acide docosahexaénoïque (DHA)

Cet acide gras se retrouve dans les poissons gras, l'huile de krill et les algues et est très faiblement synthétisé par l'organisme à partir de l'acide alpha-linolénique (moins de 1% est converti en DHA). L'apport alimentaire est donc nécessaire. L'acide docosahexaénoïque joue un rôle structural et fonctionnel essentiel au niveau du cerveau et de la rétine. La réduction de DHA cérébral peut produire des altérations des propriétés des membranes neuronales²⁷. De hautes concentrations plasmatiques de DHA ont été associées avec un risque réduit de dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA)²⁸.

Recommandations nutritionnelles et micro-nutritionnelles :

En cas de déficit en DHA, il est recommandé d'augmenter la consommation de poissons gras ou de se supplémenter en huile de krill, de poisson, de foie de morue ou d'algue.

Un excès en DHA peut être dû à une prise de compléments alimentaires (huiles de poisson, huiles de Krill, algue, compléments EPA/DHA). Le DHA étant sensible à la peroxydation lipidique, il est conseillé de maintenir les taux dans les limites des valeurs de référence.

L'acide eicosatriénoïque (ETA)

L'acide eicosatriénoïque ou acide de Mead d'après son découvreur est un acide gras polyinsaturé. Il est synthétisé chez les mammifères à partir de l'acide oléique en cas de déficience en acides gras essentiels. Il semble qu'il soit produit par les mêmes enzymes qui synthétisent l'acide arachidonique et l'acide eicosapentaénoïque²⁹.

Recommandations nutritionnelles et micronutritionnelles

Vérifier l'apport en acides gras essentiels si le taux d'ETA est élevé et si besoin corriger l'alimentation ou compléter en acides essentiels.

²⁷ Eldho NV et al. Polyunsaturated docosahexaenoic vs docosapentaenoic acid differences in lipid matrix properties from the loss of one double bond. 2003. J.Am. Chem. Soc. 125 6409-6421.

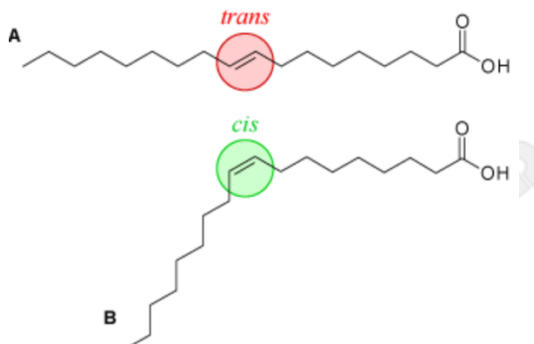
²⁸ Merle BMJ et al. High concentrations of plasma n3 fatty acids are associated with decreased risk for late age-related macular degeneration. 2013. The Journal of Nutrition 143 : 505-511

²⁹ Ikuyo Ichi et al. Identification of genes and pathways involved in the synthesis of Mead acid, an indicator of essential fatty acid deficiency. *Biochim Biophys Acta*. 2014.



Acides gras trans

Les acides gras trans sont des acides insaturés contenant une ou plusieurs doubles liaisons conjuguées ou non dans la configuration trans.



Les sources des acides gras trans sont généralement exogènes chez l'homme. Certains sont produits de manière naturelle lors du processus de digestion des ruminants et se retrouvent dans la viande ou le lait de ces animaux. D'autres sont générés lors de la cuisson à haute température des aliments ou de manière industrielle lors de l'hydrogénisation partielle des huiles végétales riches en acides gras polyinsaturés (huile de tournesol par exemple). Cela améliore la texture et la conservation des aliments qui en contiennent. La configuration trans influence les propriétés physicochimiques de l'acide gras. Par exemple, l'acide cis-oléïque (monoinsaturé) est liquide à température ambiante. Son point de fusion est à 14 degrés. L'acide trans-élaïdique, isomère géométrique de l'acide oléïque a un point de fusion beaucoup plus élevé à 45 degrés et est solide à température ambiante.

Au-delà de leurs propriétés physicochimiques les acides gras trans ont aussi un impact sur la physiologie humaine. Depuis plusieurs décennies, de nombreuses études cliniques ont fortement suggéré une relation causale entre la consommation d'acides gras trans industriels et le développement de maladies cardiovasculaires³⁰. Les mécanismes impliqués sont diverses: dysrégulation du métabolisme des lipides,

Acide trans-vaccénique (TVA)

L'acide trans-vaccénique est le plus abondant des acides gras trans naturels et représente 50 à 80 % des acides gras trans totaux de la viande et du lait des ruminants.

Actuellement, le rôle de cet acide gras dans le développement des maladies cardiovasculaires et les cancers n'est pas encore bien établi³¹. Seule une supplémentation d'acide trans-vaccénique avec des doses non atteignables par l'alimentation a modifié les rapports des lipides circulants et des lipoprotéines.

³⁰ Mozzafarian D et al. Trans fatty acids and cardiovascular disease. *N Engl J Med* 2006; 354:1601-13

³¹ Gebauer et al. Vaccenic acid and trans-fatty acid isomers from partially hydrogenated oil both adversely affect LDL cholesterol : A double blind, randomized controlled trial. 2015 *Am J Clin Nutr* 102(6) : 1339-46-



Un excès d'acide trans-vaccénique est le reflet de la consommation d'une trop grande quantité de produits laitiers et/ou de viandes riches en AGS responsables de l'augmentation des risques de maladies cardiovasculaires.

Acide trans-vaccénique : recommandations nutritionnelles :

Il est recommandé de maintenir les taux d'acide trans-vaccénique dans la limite de la normale en modérant sa consommation de viande et de produits laitiers entiers.

Acide trans-palmitoléique (TPOL)

Cet acide gras représente 2,6% des acides gras totaux du lait de vache et est présent en très faible quantité dans les margarines³². Les apports alimentaires en trans-palmitoléate sont donc assez faibles. Des découvertes récentes ont toutefois montré que cet acide gras pouvait aussi être produit de manière endogène à partir de l'acide vaccénique avec un rendement de 17%³³.

Plusieurs études cliniques ont montré que cet acide gras peut diminuer la résistance à l'insuline et le risque de diabète de type 2³⁴. Une augmentation de sa quantité dans les phospholipides plasmatiques est associée à une diminution significative de la CRPus, du rapport Cholestérol total/HDL, et des triglycérides³⁵. Des études supplémentaires sont nécessaires pour valider ces découvertes.

Acide trans-palmitoléique : recommandations nutritionnelles

Il est recommandé de maintenir les taux d'acide trans-palmitoléique dans la limite de la normale.

Acide trans-élaïdique (TELA)

L'acide trans-élaïdique est un acide gras trans, isomère géométrique de l'acide oléique. Le corps humain est incapable de le produire. Les sources principales sont les aliments industriels contenant des huiles ou matières grasses partiellement hydrogénées ou chauffées à haute température : biscuits salés ou sucrés, viennoiseries, pâtisseries, pâtes à tarte, barres chocolatées, pains de mie, margarines.

De nombreuses études ont montré l'influence des acides gras trans dans la régulation du métabolisme lipidique et dans les processus d'inflammation et de stress oxydant.

Il existe une association positive entre le risque de maladie cardiovasculaire et la consommation d'acides gras trans industriels, expliquée en partie par l'augmentation du LDL-cholestérol et des triglycérides et une diminution du HDL-cholestérol³⁶. Dans une étude clinique randomisée, un régime de cinq semaines riche en acides gras trans

³² Micha R et al. Food sources of individual plasma phospholipid trans fatty acid isomers : The cardiovascular Health Study. 2010. Am J Clin Nutr. 91 :883-93

³³ Jaudsus A et al. Trans-Palmitoleic acid arises endogenously from dietary vaccenic acid. Am J Clin Nutr. 99 :431-437

³⁴ Hirahatake K et al. Associations between dairy foods, diabetes, and metabolic health :potential mechanisms and future directions. 2014. Metabolism 63(5) :618-627

³⁵ Mozaffarian et al. Trans-palmitoleic acid, metabolic risk factors, and new-onset diabetes in U.S adults : a cohort study Ann Intern Med 2010 : 153 (12) : 1-56

³⁶ Mesink RP et al. Effect of dietary trans fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects. N Engl J Med 1990; 323:439-45



de provenance industrielle triple les valeurs de CRP par rapport au régime contrôle dépourvu de ces graisses³⁷. Dans un modèle d'hyperlipidémie de souris, huit semaines de régime riche en acide élaïdique augmente significativement la production de radicaux libres et le développement de l'athérosclérose comparé à un régime riche en acide oléique³⁸.

Recommandations nutritionnelles :

En cas d'excès d'acide élaïdique il est recommandé de limiter au maximum la consommation de biscuits salés ou sucrés, viennoiseries, pâtisseries, pâtes à tarte, barres chocolatées, pains de mie, margarines...

Les acides linoléiques conjugués (CLA)

Les acides linoléiques conjugués représentent une famille d'acides gras comprenant 18 atomes de carbone. Ce sont des isomères géométriques de l'acide linoléique, un oméga 6. En raison de la présence d'une double liaison dans la configuration trans, ils sont techniquement considérés comme des acides gras trans, toutefois, ils forment un groupe à part car, dans certains pays comme aux États-Unis, ils sont considérés comme étant généralement sans danger « Generally Regarded as Safe (GRAS) ». Les CLA sont naturellement présents dans la viande des ruminants et les produits laitiers. Ces aliments contiennent principalement les composés 9-cis, 11-trans (CLA1 ou acide ruménique) et 10-trans, 12-cis (CLA2) dans une proportion respective variant de 70%-30% à 85%-15%.

Il est aussi possible d'obtenir ces CLA par traitement thermique ou par un processus industriel d'hydrogénation partielle de l'acide linoléique. Les CLA des compléments alimentaires sont issus de la transformation industrielle de l'huile de tournesol, de soja ou de carthame dans des proportions différentes de celles des aliments (en général 50/50).

Il y a plusieurs années, des résultats d'études in vitro et in vivo ont suggéré que les CLA possédaient des propriétés bénéfiques pour une série de pathologies telles que le cancer et les maladies cardiovasculaires. Les données des études cliniques chez l'homme sont moins concluantes³⁹.

La propriété des CLA qui a été la plus étudiée est la capacité de modifier la composition corporelle en augmentant la masse musculaire et en réduisant la masse grasseuse. Alors que ces acides gras sont de bons régulateurs de surpoids chez la souris, leur influence est relativement modeste chez l'homme. En outre, ils peuvent induire une résistance à l'insuline et une augmentation de la peroxydation lipidique et des marqueurs inflammatoires en cas d'obésité^{40, 41}.

³⁷ Bear D.J. et al. Dietary fatty acids affect plasma markers of inflammation in healthy men fed controlled diets: a randomized crossover study. *Am J Clin Nutr* 2004; 79:969-73

³⁸ Monguchi T. et al. Excessive intake of trans fatty acid accelerates atherosclerosis through promoting inflammation and oxidative stress in a mouse model of hyperlipidemia. *J Cardiol* 2017; 70:121-7

³⁹ Hartigh L.J. Conjugated linoleic acid effects on cancer, obesity and atherosclerosis: A review of preclinical and human trials with current perspectives. *Nutrients*. 2019.

⁴⁰ Risérus U. et al. Treatment with dietary trans10cis12 conjugated linoleic acid causes isomer-specific insulin resistance in obese men with the metabolic syndrome, *Diabetes Care*, 2002.

⁴¹ Risérus U. et al. effects of cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid supplementation on insulin sensitivity, lipid peroxidation and proinflammatory markers in obese men, *Am J Clin Nutr*. 2004.



Les suppléments à base de CLA sont utilisés couramment chez les sportifs pour réduire leur masse graisseuse et augmenter leur masse musculaire et leur résistance à l'effort. Une étude menée chez des athlètes n'a toutefois pas montré de bénéfices d'une supplémentation à plus de 5 g/jour pendant un mois⁴². D'autres études ont montré une amélioration de l'endurance chez de jeunes étudiants athlètes⁴³, de la force musculaire et de la composition corporelle chez des hommes de plus de 65 ans suivant un entraînement sportif⁴⁴.

Un rapport publié récemment décrit dans un modèle de souris atteinte de maladie d'Alzheimer les effets bénéfiques d'une supplémentation en acide ruménique (CLA1) sur la réduction de l'accumulation du peptide bêta-amyloïde et la stimulation de cytokines anti-inflammatoires⁴⁵.

Des études supplémentaires sont toutefois nécessaires pour démontrer un réel avantage à la supplémentation en CLA.

Il n'existe que peu d'information sur le CLA 3 (cis-9, trans-12). Cet acide gras est issu du processus d'hydrogénation partielle de certaines huiles. Il est donc conseillé de maintenir des niveaux dans les limites de la normale.

Recommandations nutritionnelles et micro-nutritionnelles :

Un excès en acides linoléiques conjugués CLA1 et CLA2 est le reflet d'une grande consommation de produits laitiers et/ou viandes ou est la conséquence d'une supplémentation en CLA. Il est conseillé de rééquilibrer l'alimentation et/ou d'adapter la complémentation.

*Texte proposé par Mireille Baptist DrSc
Consultante scientifique Laboratoire MGD
Juillet 2021*

⁴² Kreider RB et al. Effects of conjugated linoleic acid supplementation during resistance training on body composition, bone density, strength, and selected hematological markers, *J Strength Cond Res.*, 2002

⁴³ Terasawa N. et al. Effect of Conjugated linoleic acid intake on endurance exercise performance and anti-fatigue in student athletes. *J Oleo Sci.* 2017

⁴⁴ Tarnopolsky M et al. Creatine monohydrate and conjugated linoleic acid improve strength and body composition following resistance exercise in older adults, *PLoS One.*, 2007.

⁴⁵ Fujita Yu. Et al. Dietary cis-9, trans-11-conjugated linoleic acid reduces amyloid beta-protein accumulation and upregulates anti-inflammatory cytokines in an Alzheimer's disease mouse model. *Scientific reports Nature.* 2021;11:9749