

les réactions d'agrégation des plaquettes sanguines, dans les phénomènes inflammatoires et dans la vasoconstriction des vaisseaux sanguins. De plus, le DHA aboutit à la production de résolvines et de neuroprotectines, autres médiateurs chimiques impliqués dans l'immunité et l'inflammation. Toutefois, notons que, selon qu'ils

sont issus de la famille des oméga 3 ou de celle des oméga 6, ces médiateurs chimiques ont souvent des actions antagonistes. Comme toujours dans les réactions où interviennent ces acides gras polyinsaturés, les molécules obtenues et les réactions qu'elles contrôlent dépendent de leurs proportions respectives (voir la figure 3).

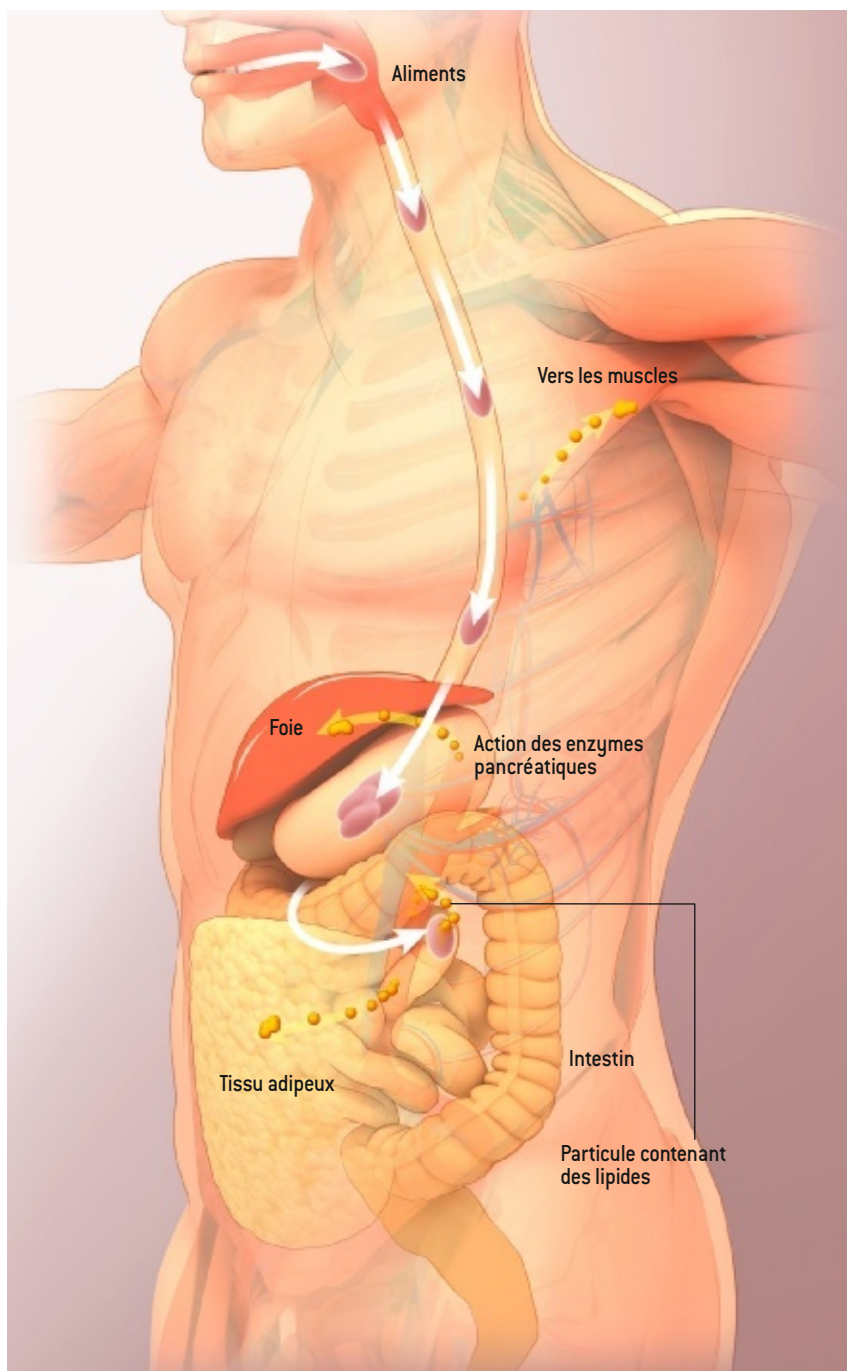
L'équilibre des oméga 6 et des oméga 3 est déterminé dès les premières étapes de la biotransformation de l'acide linoléique et de l'acide alpha linoléique qui, nous l'avons évoqué, sont en compétition pour les enzymes qui les transforment. La première étape de cette biotransformation est assurée par l'enzyme delta 6 désaturase. Or cette enzyme a une plus grande affinité pour l'acide alpha linoléique que pour l'acide linoléique. Mais, en plus de l'affinité de l'enzyme pour son substrat, il faut prendre en compte la quantité de substrat à transformer. Or les apports en acide linoléique dans l'alimentation actuelle sont nettement supérieurs. Ainsi, le produit le moins concentré est aussi celui sur lequel l'enzyme agit préférentiellement et inversement, ce qui assure l'équilibre entre les deux.

La chaîne de biosynthèse des oméga 3 et des oméga 6, ainsi que de tous leurs sous-produits dérivés, implique tant de maillons que les circonstances physiologiques où il peut exister un déséquilibre sont multiples. Chez le nouveau-né, en raison d'une immaturité du système enzymatique, la production d'EPA et surtout de DHA est faible ; heureusement, le lait maternel compense le déficit. Au contraire, chez les femmes, et surtout chez les femmes enceintes, l'activité de l'enzyme delta 6 désaturase responsable de la synthèse du DHA est accrue, de sorte que l'apport de DHA au fœtus et au nouveau-né allaité est suffisant.

Acides gras essentiels ou indispensables ?

Récemment encore, on considérait que seuls l'acide linoléique et l'acide alpha linoléique étaient indispensables : ils ne sont pas du tout synthétisés par l'organisme et sont à la source de nombreux dérivés. En réalité, sauf chez la femme enceinte, la bioconversion de l'acide alpha linoléique en EPA et surtout en DHA est beaucoup plus faible qu'on ne le pensait, d'autant qu'elle est atténuée en cas d'un excès d'oméga, un déficit d'insuline, la dénutrition ou l'âge. Étant donné les nombreuses fonctions assurées par le DHA et la découverte du fait que sa synthèse naturelle est souvent insuffisante, les autorités sanitaires l'ont déclaré indispensable au même titre que les deux chefs de file des oméga.

Précisons ici la différence entre les acides gras indispensables et acides gras essentiels. On devrait parler d'acides



2. LES LIPIDES CONTENUS DANS LES ALIMENTS subissent l'action de diverses enzymes, notamment dans le duodénum et le pancréas, ce qui libère les acides gras. Dans les cellules intestinales, des triglycérides sont resynthétisés. Ils se présentent sous forme de particules lipidiques qui sont véhiculées par le sang jusqu'aux muscles, où elles fournissent de l'énergie, au tissu adipeux, où elles sont stockées, et au foie, où elles sont transformées.

gras indispensables pour désigner ceux que l'organisme ne peut pas synthétiser du tout (acide linoléique et acide alpha linolénique) ou pas synthétiser efficacement, tel le DHA (le risque de déficit en EPA est inférieur, car une partie du DHA est reconvertie en EPA). Le terme essentiel signifie que les acides gras jouent des rôles essentiels, mais l'organisme en assure la synthèse. Toutefois, l'usage veut que l'on parle souvent d'acides gras essentiels pour désigner les acides gras indispensables. Les besoins nutritionnels au sens strict ne concernent que les nutriments indispensables : l'acide linoléique, l'acide alpha linolénique et le DHA.

Les sources des oméga

Un grand nombre d'aliments d'origine animale ou végétale en contiennent. L'acide alpha linolénique est présent dans les plantes : on en trouve ainsi dans les graines de lin, le germe de blé, le chanvre, les noix, le soja, le colza et donc les huiles correspondantes. Les margarines qui contiennent ces huiles renferment de l'acide alpha linolénique (trois pour cent de la phase grasse). Le chocolat contient de l'acide alpha linolénique. Les produits laitiers ont une faible teneur, mais représentent par leur quantité la première source d'acide alpha linolénique. Les œufs ont une faible teneur en acide alpha linolénique, mais cette concentration peut être accrue si l'on modifie l'alimentation des poules avec des végétaux, tels que du lin ou des microalgues.

En effet, les microalgues du phytoplancton sont riches en acides gras oméga 3, acide alpha linolénique, mais surtout EPA et DHA, ce qui peut accroître l'accumulation de DHA dans les œufs des poules nourries avec des microalgues. Toutefois, dans l'alimentation humaine, les produits marins restent la source principale d'oméga 3 à longue chaîne. Les poissons ont des teneurs variables en lipides selon les espèces : entre 20 et 30 pour cent d'acides gras oméga 3 sur l'ensemble des acides gras avec des proportions variables d'EPA et de DHA. Le poisson d'élevage contient plus d'acides gras oméga 3 et beaucoup plus d'acides gras oméga 6 que le poisson sauvage (voir l'encadré page 65).

Les poissons et surtout les poissons gras, y compris les poissons d'élevage sont la meilleure source d'acides gras polyin-

La nomenclature des acides gras

Les acides gras sont des composés organiques constitués d'une chaîne hydrocarbonée plus ou moins longue, dont le nombre d'atomes de carbone est le premier élément de nomenclature. Le nombre de doubles liaisons entre deux atomes de carbone détermine leur degré d'insaturation. Chaque double liaison introduit un

angle dans la chaîne moléculaire pour les configurations cis (où les deux parties de la chaîne situées de part et d'autre d'une double liaison sont du même côté de cette liaison).

La place de la première double liaison à partir du groupe méthyle (CH_3 -) terminal, pour les acides gras insaturés, permet de définir la fa-

mille à laquelle ils appartiennent. Au sein des acides gras polyinsaturés, ceux dont la première double liaison est située sur le sixième atome de carbone appartiennent à la famille des oméga 6, et ceux dont la première double liaison est située sur le troisième atome de carbone appartiennent à la famille des oméga 3.

Oméga 3

Acide alpha linolénique : $18:3n-3$
 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-[\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2]_3-[\text{CH}_2]_6-\text{COOH}$

Acide éicosapentaénoïque ou EPA : $20:5n-3$
 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-[\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2]_5-[\text{CH}_2]_2-\text{COOH}$

Acide docosahexaénoïque ou DHA : $22:6n-3$
 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-[\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2]_6-[\text{CH}_2]-\text{COOH}$

Oméga 6

Acide linoléique : $18:2n-6$
 $\text{CH}_3-[\text{CH}_2]_4-[\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2]_2-[\text{CH}_2]_6-\text{COOH}$

Acide arachidonique : $20:4n-6$
 $\text{CH}_3-[\text{CH}_2]_4-[\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2]_4-[\text{CH}_2]_2-\text{COOH}$

$18:3n-3$ signifie qu'il y a 18 atomes de carbone, trois liaisons doubles et que la première est portée par le troisième atome de carbone de la chaîne à partir du groupe CH_3 -.

saturés oméga 3. Leur concentration varie, mais les sardines, pilchards, anchois, maquereaux, harengs, saumon, flétan, thon rouge sont parmi les plus riches.

Nous l'avons indiqué, il existe divers facteurs qui influent sur la quantité d'acides gras dans l'organisme, que ce soit l'âge du sujet, son état physiologique, les aliments consommés. S'y ajoute un autre élément important, la biodisponibilité, la quantité réellement efficace rapportée à la quantité ingérée. Ainsi, l'apport d'oméga 3 sous forme de triglycérides $[(-\text{CH}-\text{O}-\text{CO}-\text{R})_3]$ est plus efficace que sous forme d'esters éthyliques $\text{R}-\text{COOR}'$, tels qu'on les trouve pourtant dans certaines gélules d'oméga 3. La biodisponibilité est encore meilleure pour les phospholipides – des lipides portant un groupe phosphate. La position de l'acide gras sur le glycérol est déterminante pour l'absorption, la meilleure étant la position centrale.

En effet, l'hydrolyse par les lipases pancréatiques conduit à une libération d'acides gras (en positions 1 et 3) qui, sous forme libre dans l'intestin, en présence de calcium, peuvent conduire à des savons insolubles, qui précipitent et sont éliminés dans les selles. Dans l'œuf, les acides linoléique et alpha linolénique occupent préférentiellement la position 2. Dans l'huile de soja et de colza, qui ont à peu près la même teneur en acide alpha lino-

linéique, les proportions d'acide alpha linolénique en position 2 sont respectivement de 23 pour cent et de 67 pour cent, ce qui rend l'huile de colza plus intéressante.

Après avoir évoqué les sources d'acides gras oméga 3 et oméga 6 et leur biodisponibilité, se pose une question : la population française, dans son ensemble, consomme-t-elle assez de ces acides gras essentiels ? Les apports en acides gras dans la population française sont connus grâce à plusieurs études dont SU.VI.MAX et AQUITAINE. Cette dernière, réalisée sur des femmes jeunes, montre que l'apport en acide alpha linolénique représente 0,3 pour cent de l'apport énergétique total (au lieu de 1 pour cent recommandé), soit 0,7 gramme au lieu de 2 grammes.

L'étude SU.VI.MAX confirme ces résultats. Ainsi, globalement, les apports en acide alpha linolénique surtout, mais aussi en EPA et DHA, sont en moyenne déficitaires alors que les apports en acide linoléique sont conformes aux apports nutritionnels conseillés. Toutefois, il existe de grandes disparités et une étude a même montré que les apports sont très élevés dans les villes des côtes bretonnes. Le statut nutritionnel des végétaliens (ne consommant aucun produit d'origine animale) en acide alpha linolénique est satisfaisant, mais il est très déficitaire en EPA et surtout en DHA.