

Revue générale

Pourquoi doit-on craindre les carences lipidiques en pédiatrie ?

RÉSUMÉ : En pédiatrie, les carences lipidiques sont bien plus fréquentes et délétères que les potentiels excès, il est donc essentiel de les prévenir. Les carences quantitatives doivent être évitées en ajoutant des graisses (huile, beurre) dans chacun des plats salés du nourrisson et en proscrivant les aliments allégés en lipides chez l'enfant plus âgé. Les carences qualitatives concernent les acides gras essentiels (acides linoléique et α -linoléique) et leurs dérivés (acides arachidonique [ARA] et docosahexaénoïque [DHA]). Chez le nourrisson non allaité, les formules actuellement enrichies en DHA et ARA devront être privilégiées, en attendant l'application de la directive européenne qui imposera un enrichissement systématique en DHA à partir de février 2020.

Après cette date, seules les préparations contenant à la fois du DHA et de l'ARA (dont l'ajout ne sera pas obligatoire) devront être prescrites afin de prévenir d'éventuelles carences en ARA. Chez l'enfant plus âgé, les consommations d'huiles végétales et de poissons 1 à 2 fois par semaine assureront les apports en acides gras essentiels et en DHA.



**P. TOUNIAN¹, M. BELLAÏCHE²,
P. LEGRAND³**

¹ Nutrition et Gastroentérologie pédiatriques, Hôpital Trousseau, PARIS,

² Gastroentérologie et Nutrition pédiatriques, Hôpital Robert-Debré, PARIS,

³ Biochimie/Nutrition Humaine, Agrocampus-Ouest, RENNES.

Les graisses, surtout celles d'origine animale, ont mauvaise presse chez l'adulte. Elles sont en effet accusées d'augmenter les risques de maladies cardiovasculaires, de dyslipidémies et d'obésité, bien que les arguments objectifs pour soutenir ces attaques soient parfois discutables. Probablement par adultomorphisme, cette crainte des lipides conduit certains parents à en limiter les apports chez leurs enfants. Si les effets délétères potentiels d'un excès de lipides sont déjà contestables chez l'adulte en situation d'équilibre énergétique, ils sont en revanche totalement injustifiés chez l'enfant. C'est au contraire de carences lipidiques que les enfants risquent de souffrir, comme nous allons le montrer dans cet article.

Mieux connaître les lipides et leur importance chez l'enfant

Les êtres humains ont la capacité de synthétiser tous les acides gras dont ils ont

besoin, excepté les acides gras essentiels (AGE) – l'acide linoléique (AL) et l'acide α -linoléique (AAL) –, qui doivent donc obligatoirement provenir de leur alimentation. À partir de ces AGE, sont synthétisés les acides gras polyinsaturés à longue chaîne (AGPLC), dérivés indispensables pour notamment le développement des structures cérébrales et du système immunitaire. L'AL est ainsi le précurseur de l'acide arachidonique (ARA) dans la série oméga-6 et l'AAL le précurseur de l'acide eicosapentaénoïque (EPA) à partir duquel est fabriqué l'acide docosahexaénoïque (DHA), dans la famille oméga-3 (*fig. 1*).

Si le DHA contribue avant tout au fonctionnement cérébral, le rôle de l'ARA s'étend au-delà des fonctions neuronales. En effet, le DHA est capital au développement et à la maturation de la matière grise corticale et de la rétine, mais aussi pour la synaptogénèse cérébrale. L'ARA participe surtout à la myélinisation au niveau cérébral, mais il est aussi présent

Revue générale

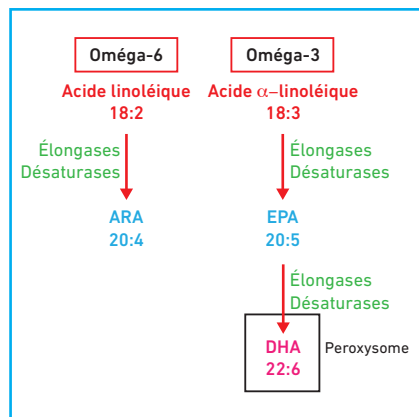


Fig. 1 : Représentation schématique de la conversion des acides gras essentiels en acides gras polyinsaturés à longue chaîne (AGPILC) : ARA (acide arachidonique), EPA (acide eicosapentaénoïque) et DHA (acide docosahexaénoïque). Sous chaque acide gras, le premier nombre correspond au nombre de carbone, le second au nombre de doubles liaisons. Les élongases allongent la chaîne de carbone, les désaturases ajoutent des doubles liaisons. Ce sont les mêmes enzymes qui assurent la synthèse des AGPILC oméga-6 et oméga-3, leurs substrats entrent donc en compétition.

dans bien d'autres tissus dont notamment les cellules immunitaires, où il contribue par l'intermédiaire des éicosanoïdes dont il est le précurseur, au développement de l'immunité anti-infectieuse et de la tolérance allergénique, le cœur et les muscles [1].

La transformation des AGE en dérivés AGPILC se fait par incorporation de doubles liaisons (par les désaturases) et par élongation de la chaîne carbonée (par les élongases) (**fig. 1**), mais avec une activité insuffisante pour assurer la synthèse du DHA (le plus long et le plus insaturé des AGPILC). Dans la mesure où ces enzymes sont communes pour les séries oméga-6 et oméga-3, les AGE entrent en compétition pour la synthèse des différents AGPILC. Un déséquilibre des apports en AGE précurseurs AL/AAL peut ainsi conduire à un déficit de synthèse d'ARA ou de DHA.

Compte tenu de cette compétition potentielle et de la faible capacité de conversion jusqu'au DHA, qui arrive en bout de chaîne et qui demande de surcroît

une étape effectuée dans les peroxysoxes (**fig. 1**), la production de DHA peut parfois être insuffisante. Devant l'importance du DHA dans le développement neurologique, un apport minimal est recommandé chez l'enfant de 0 à 18 ans [2, 3]. Il a été de ce fait parfois qualifié d'acide gras conditionnellement indispensable, et même classé comme indispensable dans les dernières recommandations françaises [2].

L'importance des lipides chez le nouveau-né et le jeune nourrisson est étayée par la composition du lait de mère, puisqu'ils représentent environ 50 % de l'énergie apportée [4]. La composition des acides gras du lait de mère est relativement indépendante de l'alimentation maternelle, excepté pour les AGE et le DHA dont la concentration est fonction de leurs apports chez la mère [5].

Carences quantitatives en lipides

1. De 0 à 6 mois

En référence au lait de mère, les lipides doivent représenter 50 % des apports énergétiques quotidiens [2, 3]. Chez le nourrisson allaité, ces apports quantitatifs sont par définition assurés, indépendamment de l'alimentation de la mère. Chez le nourrisson alimenté par un lait infantile, les lipides représentent en moyenne 46 % des apports énergétiques dans les préparations pour nourrissons (1^{er} âge) [6] et permettent ainsi d'assurer également les besoins quantitatifs.

2. De 6 à 12 mois

Les lipides doivent représenter au moins 40 % des apports énergétiques totaux [2, 3]. Seul l'ajout systématique de graisses (beurre, crème, huile, margarine) dans tous les plats salés, faits maison ou en petits pots, permet d'atteindre cet objectif. En effet, même en enrichissant ces repas avec des

lipides, les 40 % d'apports énergétiques sous forme de graisses sont difficiles à atteindre [6].

3. Après 1 an

Les apports recommandés sont toujours importants car les lipides doivent représenter 35 à 40 % des apports énergétiques totaux [2, 3]. Les enfants doivent donc continuer à privilégier les aliments gras en évitant les produits allégés en graisses, notamment les produits laitiers. Les rares indications médicales à une restriction des lipides sont les dyslipidémies familiales, l'obésité dans le cadre d'un régime énergétique restrictif global et les exceptionnels lymphangiectasies intestinales et troubles de l'absorption des graisses.

Carences qualitatives en lipides

Les carences qualitatives en lipides concernent les AGE et leurs dérivés, principalement le DHA. Les conséquences d'une carence en AGE et en AGPILC sont principalement neurologiques. Elles s'expriment par un possible retard cognitif et des troubles de la vision pour le DHA et ses précurseurs [7]. Pour l'ARA et ses précurseurs, en plus des troubles du développement neurologique, une augmentation du risque infectieux et des manifestations allergiques ont été suggérées [8].

Si ces effets délétères sont clairement établis chez le prématuré, le nouveau-né et le nourrisson, les conséquences de la carence sont moins bien connues après 2 ans [9]. Les besoins variant selon l'âge (**tableau 1**), les situations sont sensiblement différentes selon les âges.

1. Entre 0 et 1 an

>>> Carences en AGE

En cas d'allaitement exclusif, le lait de mère permet d'assurer les besoins en

AGE du nourrisson, à condition que la mère en consomme suffisamment. En pratique, les apports en AGE sont presque toujours suffisants chez la mère pour assurer les besoins de l'enfant.

En cas d'alimentation exclusive au lait infantile, l'enrichissement des préparations pour nourrissons (1^{er} âge) en AGE permet d'assurer leurs besoins puisque, selon la composition moyenne des formules pour nourrissons, il suffit que l'enfant en ingère au moins 470 mL/j pour ne pas être carencé [6]. Ces volumes sont habituellement atteints dès la 2^e semaine de vie.

Après la diversification, il faut que l'enfant ingère en moyenne 720 mL/j de formule 2^e âge, soit 3 biberons par jour, pour assurer la totalité de ses besoins en AGE [6]. Si ces volumes ne sont pas atteints, il est nécessaire d'ajouter 2 cuillères à café par jour d'huiles végétales pour compenser le déficit [6].

Toutes les huiles végétales peuvent être utilisées (**tableau II**), sauf si les apports en DHA sont insuffisants (*cf. infra*). Il faudra dans ce dernier cas privilégier les huiles de colza, soja et noix qui sont les plus riches en AAL, le précurseur du DHA. On notera cependant que l'huile d'olive est une des moins riches en AL [6], elle n'est donc pas la meilleure pour en assurer les besoins. De plus, l'acide oléique (qui est un oméga-9), principal acide gras de l'huile d'olive, est, comme l'AL et l'AAL, converti en acides gras à plus longue chaîne et plus insaturés par les mêmes élongases et désaturases. Il entre donc en compétition avec les familles oméga-6 et surtout oméga-3 et risque, en cas d'excès, de limiter la synthèse de DHA à partir de l'AAL.

>>> Carences en DHA

En cas d'allaitement exclusif, le contenu en DHA du lait maternel est suffisant pour assurer les besoins du nourrisson, à condition que la mère en consomme assez car la concentration de DHA dans

	Ac. linoléique	Ac. α -linoléique	DHA
1 à 3 ans	2,7 % AET	0,45 % AET	70 mg/j
3 à 9 ans	4 % AET	1 % AET	125 mg/j
10 à 18 ans	4 % AET	1 % AET	250 mg/j

Tableau I : Apports nutritionnels conseillés en AGE et DHA selon l'âge (d'après [2]). AET : apports énergétiques totaux.

Aliments riches en acide linoléique	g/100 g	Aliments riches en acide α -linoléique	g/100 g
Huile de pépins de raisin	65,6	Huile de noix	10,8
Huile de tournesol	57,4	Huile de colza	8,2
Huile de noix	53,6	Noix	8,1
Huile de maïs	52,8	Huile de soja	7,3
Huile de soja	51,5	Huile de foie de morue	1,6
Huile de sésame	39,6	Graines oléagineuses	1,4
Noix séchées	38,3	Noix de pécan	1,0
Graines de tournesol	33,8	Céleri rémoulade	1,0
Pignons de pin	27,8	Moutarde	1,0
Huile d'arachide	24,9	Huile de maïs	0,9
Noix du Brésil	22,9	Saindoux	0,8
Graines de sésame	20,9	Maquereau fumé	0,7
Noix de pécan	20,7	Huile d'olive	0,6
Huile de colza	18,1	Sardines grillées	0,6
Cacahuète	17,0	Graisse d'oie	0,5

Tableau II : Contenu en acides gras essentiels de différents produits alimentaires. Les données proviennent de la table de composition nutritionnelle du Centre d'information sur la qualité des aliments (CIQUAL).

son lait en dépend. Les taux de DHA sont ainsi très diminués chez les mères végétaliennes en raison de l'exclusion des produits de la mer, source quasi exclusive de DHA, de leur répertoire alimentaire [10].

En cas d'alimentation exclusive au lait infantile, seule la consommation d'un lait enrichi en DHA permet d'en assurer les apports. Aujourd'hui, la majorité des formules infantiles disponibles en France ne sont pas enrichies en DHA [6]. Mais une directive européenne a rendu obligatoire l'ajout de DHA dans toutes les préparations pour nourrissons et de suite à partir du 22 février 2020 [11].

En revanche, elle n'a étonnamment pas imposé la supplémentation concomitante en ARA, estimant probablement que la richesse des formules infantiles en AL était suffisante pour synthétiser de l'ARA. Elle s'est aussi vraisemblablement basée sur les résultats hétérogènes

de la dernière méta-analyse qui concluait que la (faible) majorité des études retenues ne montrait pas de bénéfices à l'ajout d'ARA dans les formules enrichies en DHA [7]. Elle a ainsi de manière surprenante contredit l'avis de l'Agence européenne de sécurité des aliments (EFSA) qui recommandait en 2013 des apports d'ARA de 140 mg/j entre 0 et 6 mois [3].

Outre le fait que la conversion de l'AL en ARA reste insuffisante chez le nourrisson [1], il s'agit d'une décision contestable pour l'ensemble des raisons suivantes :

- Avant tout, le lait de mère contient de l'ARA à des concentrations 1,5 fois supérieures à celles du DHA [4]. L'argumentation pourrait s'arrêter là tant le lait maternel est toujours pris, à juste titre, comme la référence absolue pour améliorer la composition des formules infantiles.

Revue générale

POINTS FORTS

- Les carences en lipides, plus particulièrement en acides gras essentiels et leurs dérivés (ARA et DHA), entraînent avant tout des troubles du développement cognitif et de la vision.
- Les apports quantitatifs en lipides doivent être assurés par l'ajout systématique de graisses (huile, beurre) dans tous les repas salés des nourrissons.
- Toutes les formules infantiles seront enrichies en DHA à partir de février 2020, garantissant ainsi les apports en DHA. Bien que l'ajout concomitant d'ARA n'ait pas été rendu obligatoire, seules les préparations contenant ces 2 acides gras devront être prescrites afin d'éviter les carences en ARA.
- La consommation de poissons gras 1 à 2 fois par semaine permet d'assurer les apports en DHA à partir de l'âge d'un an.

● Certains variants génétiques assez répandus des désaturases (principalement la *fatty acid desaturase* [FADS]) et élongases nécessaires pour transformer l'AL en ARA (**fig. 1**) entraînent une synthèse insuffisante d'ARA à partir de l'AL. Chez les nourrissons porteurs de ces variants, le statut en ARA dépend bien plus des apports alimentaires directs d'ARA que des apports en AL, son précurseur [12, 13]. Ils sont donc à risque de carences en ARA s'ils sont alimentés avec une formule dépourvue d'ARA.

● Peu d'études cliniques ont comparé les effets d'une formule avec DHA seul à ceux d'une formule contenant DHA et ARA. Ces travaux n'ont pas trouvé de différences en termes de croissance et d'acuité visuelle [7], mais l'un d'entre eux a montré une moindre performance à l'âge de 4 ans sur certaines composantes des tests de quotient intellectuel pour les formules contenant uniquement du DHA, en comparaison aux enfants ayant reçu celles avec DHA et ARA, dont les résultats étaient similaires à ceux observés chez les enfants allaités [14].

● La plupart des études réalisées avec des laits supplémentés à la fois en DHA et en ARA rapportent une amélioration de l'acuité visuelle et des performances

cognitives, à condition de ne pas dépasser un ratio DHA/ARA supérieur à 1. En effet, lorsque la quantité de DHA dépasse celle d'ARA, on observe une baisse du contenu érythrocytaire en ARA ainsi qu'une diminution de certaines performances intellectuelles [15]. Ces résultats soulignent l'importance des apports relatifs en ARA et DHA dans la contribution des AGPILC au développement cérébral, mais également à d'autres effets périphériques de l'ARA.

Ces dernières années, les industriels rivalisent entre eux pour enrichir leurs formules avec des molécules présentes dans le lait de mère (oligosaccharides, lactoferrine), avec des effets bénéfiques qui

demandent encore à être confirmés [16]. Dans ce contexte et à l'ère où le principe de précaution prévaut, ne pas ajouter d'ARA en plus du DHA serait incompréhensible au regard des arguments qui viennent d'être exposés. Il nous semble donc justifié de privilégier les préparations contenant à la fois de l'ARA et du DHA, notamment avant 6 mois.

2. Après 1 an

>>> Carences en AGE

Le lait de croissance à lui seul, bien qu'enrichi en AGE, ne permet que rarement d'assurer la totalité des besoins en AGE dans la mesure où il faudrait que l'enfant en ingère en moyenne 850 mL/j [6]. L'ajout d'huiles végétales dans l'alimentation est ainsi indispensable pour éviter les carences [6]. Le choix de l'huile dépend là encore des apports en DHA (*cf. supra*).

Après l'arrêt du lait de croissance, les apports en AGE sont principalement assurés par les huiles végétales, mais d'autres produits alimentaires peuvent également y contribuer (**tableau II**). Pour calculer les apports, il faut savoir qu'une cuillère à café d'huile apporte 3 g et une cuillère à soupe 8 g.

>>> Carences en DHA

La grande majorité des laits de croissance ne contient pas de DHA [6]. Dans

Teneur en lipides totaux	Teneur en EPA et DHA	Espèces de poissons
Poissons gras (> 2 %)	Forte teneur (3 g/100 g)	Saumon, sardine, maquereau, hareng, truite fumée
Poissons maigres (< 2 %)	Teneur moyenne (1,4 g/100 g)	Rouget, anchois, pilchard, bar ou loup, truite, dorade, turbot, éperlan, brochet, flétan
	Faible teneur (0,3 g/100 g)	Thon (conservé), colin ou lieu noir, cabillaud, merlan, sole, julienne, raie, merlu, baudroie ou lotte, carrelet ou plie, limande

Tableau III : Teneur en EPA et DHA de certains poissons. D'après l'Anses, Saisine n° 2012-SA-0202, juin 2013.

la mesure où la directive européenne précédemment évoquée [11] ne concerne que les formules 1^{er} et 2^e âge, elle ne s'appliquera pas aux préparations de croissance.

Les poissons sont la principale source de DHA. Le contenu en DHA du poisson est d'autant plus important qu'il est gras (**tableau III**). Les besoins hebdomadaires étant de 0,5 g de 1 à 3 ans, 0,9 g de 3 à 9 ans et de 1,8 g de 10 à 18 ans (**tableau I**), 1 portion par semaine d'un poisson gras ou 2 portions par semaine d'un poisson maigre suffisent à assurer les besoins en DHA.

Les alternatives sont peu nombreuses. La cervelle d'agneau (0,6 g/100 g de DHA) est une option rarement choisie de nos jours. L'huile de foie de morue (10,3 g/100 g) est une excellente solution (3 cuillères à café par semaine assurent la totalité des besoins des enfants de 3 à 9 ans) qui est malheureusement infiniment moins adoptée aujourd'hui qu'elle ne le fut jadis.

■ Conclusion

La tendance actuelle est de craindre davantage, à tort, les excès que les carences nutritionnels en pédiatrie, probablement par adultomorphisme et méconnaissance des besoins réels. Les lipides symbolisent bien cette méprise dans la mesure où les situations de carences sont fréquentes et délétères, alors que les potentiels excès se limitent à quelques rares pathologies.

L'objectif de cet article était de réhabiliter les apports en graisses chez l'enfant, et ceci d'autant plus qu'elles contribuent grandement à améliorer la palatabilité des repas qui est également de moins en moins prise en compte dans l'éducation

alimentaire. Nous espérons avoir atteint notre objectif et que vous en ferez vos "choux gras".

BIBLIOGRAPHIE

- HADLEY KB, RYAN AS, FORSYTH S *et al.* The essentiality of arachidonic acid in infant development. *Nutrients*, 2016;8:216.
- Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les acides gras. Mars 2010.
- European food safety authority (EFSA). Scientific Opinion on nutrient requirements and dietary intakes of infants and young children in the European Union. *EFSA Journal*, 2013;11:3408.
- FU Y, LIU X, ZHOU B *et al.* An updated review of worldwide levels of docosahexaenoic and arachidonic acid in human breast milk by region. *Public Health Nutr*, 2016;19:2675-2687.
- GUESNET P, ANTOINE JM, ROCHETTE DE LEMPEDES JB *et al.* Polyunsaturated fatty acid composition of human milk in France: changes during the course of lactation and regional differences. *Eur J Clin Nutr*, 1993;47:700-710.
- TOUNIAN P, JAVALET M, SARRIO F. *Alimentation de l'enfant de 0 à 3 ans*. Collection Pédiatrie au quotidien, 3^e éd, Masson, 2017.
- JASANI B, SIMMER K, PATOLE SK *et al.* Long chain polyunsaturated fatty acid supplementation in infants born at term. *Cochrane Database Syst Rev*, 2017;3:CD000376.
- RICHARD C, LEWIS ED, FIELD CJ. Evidence for the essentiality of arachidonic and docosahexaenoic acid in the postnatal maternal and infant diet for the development of the infant's immune system early in life. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2016;41:461-475.
- ESPGHAN Committee on Nutrition. Supplementation of N-3 LCPUFA to the diet of children older than 2 years: a commentary by the ESPGHAN Committee on Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2011;53:2-10.
- SANDERS TA, ELLIS FR, DICKERSON JW. Studies of vegans: the fatty acid composition of plasma choline phosphoglycerides, erythrocytes, adipose tissue, and breast milk, and some indicators of susceptibility to ischemic heart disease in vegans and omnivore controls. *Am J Clin Nutr*, 1978;31:805-813.
- Journal officiel de l'Union européenne | L 25/1. Règlement délégué (ue) 2016/127 de la commission du 25 septembre 2015.
- RZEHA P, THIJS C, STANDL M *et al.* for the KOALA and the LISA study group. Variants of the FADS1 FADS2 gene cluster, blood levels of polyunsaturated fatty acids and eczema in children within the first 2 years of life. *PLoS One*, 2010;5:e13261.
- KOLETZKO B. Human milk lipids. *Ann Nutr Metab*, 2016;69:28-40.
- BIRCH EE, GARFIELD S, CASTAÑEDA Y *et al.* Visual acuity and cognitive outcomes at 4 years of age in a double-blind, randomized trial of long-chain polyunsaturated fatty acid-supplemented infant formula. *Early Hum Dev*, 2007;83:279-284.
- COLOMBO J, JILL SHADDY D, KERLING EH *et al.* Docosahexaenoic acid (DHA) and arachidonic acid (ARA) balance in developmental outcomes. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*, 2017;121:52-56.
- TOUNIAN P. Enrichissement des formules infantiles: réels effets bénéfiques ou simple marketing? *Réalités Pédiatriques*, 2019;228:17-21.

P. Tounian a déclaré des liens d'intérêts avec Carrefour, CNIEL, Danone/Blédina, Mead Johnson, Nestlé, Novalac, Nutricia, PédiaAct, Sodilac ; M. Bellaïche avec Danone/Blédina, Mead Johnson, Nestlé, Novalac, Nutricia, PédiaAct, Sodilac ; P. Legrand a déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.