

### Lipides laitiers et nutrition infantile



P. TOUNIAN – P. LEGRAND

---

*Réalités Pédiatriques*\_Numéro spécial – Septembre 2019  
Éditeur: Performances Médicales – 91, avenue de la République – 75011 Paris  
Numéro de commission paritaire: 0122 T 81118 – ISSN: 1266 – 3697  
Directeur de la Publication: Dr Richard Niddam  
Tél. 01 47 00 67 14 – Fax : 01 47 00 69 99 – E-mail : [info@performances-medicales.com](mailto:info@performances-medicales.com)  
Imprimerie: Trulli – Vence – © DinaPhoto@shutterstock.com

# Préface

**A**u cours de leur première année de vie, les nourrissons ont des besoins énergétiques particulièrement élevés, dus à leur croissance très rapide. Leurs apports en lipides, rapportés à leur poids corporel, sont 3 à 5 fois supérieurs à ceux de l'adulte [1]. Le lait maternel, "gold standard" en nutrition infantile [2], apporte 45 à 50 % de son énergie sous forme de lipides et sert de base pour établir les besoins lipidiques du nourrisson de moins d'un an [1]. En plus d'assurer les besoins quantitatifs en lipides du nourrisson, le lait maternel lui apporte les acides gras essentiels (AGE) oméga-6 et oméga-3, respectivement l'acide linoléique (AL) et l'acide  $\alpha$ -linoléique (AAL), qu'il est incapable de synthétiser. Ces AGE sont ensuite convertis en dérivés à longues chaînes, l'acide arachidonique (ARA) et l'acide docosahéxaénoïque (DHA). Ces AG oméga-6 et 3 sont indispensables au développement et au fonctionnement du cerveau, ils participent à la régulation de l'inflammation et de l'immunité et ils régulent l'expression de gènes intervenant dans des fonctions métaboliques variées [3]. Le lait maternel apporte également d'autres lipides comme des AG saturés et monoinsaturés, du cholestérol ou des lipides complexes. Même si aucun besoin spécifique n'a été établi pour ces lipides car le nourrisson est capable de les synthétiser, ils pourraient jouer un rôle important dans son développement.

Chez les nourrissons non allaités, les préparations infantiles devraient permettre d'assurer les besoins quantitatifs et qualitatifs en lipides. Dans la majorité des préparations présentes actuellement sur le marché, les lipides du lait de vache ont été complètement supprimés au profit de mélanges d'huiles végétales, permettant d'apporter suffisamment d'AGE. Pourtant, les lipides du lait de vache présentent naturellement des similarités avec ceux du lait maternel, notamment en termes de profil en AG, de structure des triglycérides ou encore de teneurs en cholestérol et lipides complexes [3].

L'article de **P. Tounian** détaille les moyens pratiques permettant d'assurer des apports lipidiques quantitatifs et qualitatifs optimaux chez le nourrisson de moins d'un an. Il est suivi d'un article de **P. Legrand** qui replace l'intérêt des lipides laitiers dans la composition lipidique des préparations infantiles.

## BIBLIOGRAPHIE

1. TOUNIAN P, JAVALET M, SARRIO F. Alimentation de l'enfant de 0 à 3 ans. Collection Pédiatrie au quotidien, 3<sup>e</sup> édition. Masson, 2017.
2. WHO. Global Strategy for Infant and Young Child Feeding. Geneva:WHO; 2003.
3. DELPLANQUE B, GIBSON R, KOLETZKO B *et al.* Lipid quality in infant nutrition: Current knowledge and future opportunities. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2015;61:8-17.

# Comment assurer les apports lipidiques chez le nourrisson ?



**P. TOUNIAN**

Nutrition et Gastroentérologie pédiatriques, Hôpital Trousseau, Paris

Les lipides sont souvent associés à l'obésité, aux dyslipidémies et aux maladies cardiovasculaires chez l'adulte, ce qui leur confère une image plutôt négative. Si les apports lipidiques doivent effectivement être parfois limités chez l'adulte, ce n'est presque jamais le cas chez le nourrisson. Au contraire, ils doivent être suffisants pour assurer un développement neurologique correct, mais également bien d'autres fonctions importantes à cet âge comme la maturation du système immunitaire ou la synthèse de certaines hormones.

Il est donc capital pour tout le restant de l'existence de ces nourrissons d'assurer un apport quantitatif et qualitatif optimal en lipides au cours de la première année de vie. L'objectif de cet article est de fournir les moyens pratiques pour y parvenir.

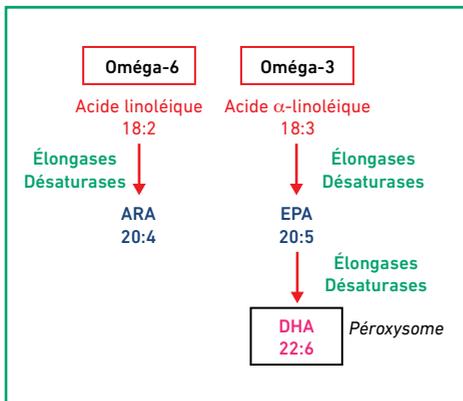
## Quelques notions à connaître sur les lipides

Les lipides comprennent principalement les acides gras, les phospholipides, le cholestérol et, par extension, les vitamines liposolubles (A, D, E, K). Parmi les acides gras, on distingue les saturés (AGS) et les insaturés qui sont synthétisés grâce à des désaturases (qui incorporent des doubles liaisons), mais également des élongases (qui allongent la chaîne carbonée).

La quasi-totalité de ces lipides peuvent être synthétisés par les êtres humains, exceptés les acides gras essentiels (AGE), l'acide linoléique (AL), l'acide  $\alpha$ -linoléique (AAL) et les vitamines A et E qui doivent donc impérativement être apportés par l'alimentation. Une synthèse endogène de vitamines D et K

existe, mais elle est souvent insuffisante pour assurer les besoins.

À partir des AGE, sont synthétisés les acides gras polyinsaturés à longues chaînes (AGPILC), dérivés indispensables pour notamment le développement des structures cérébrales et du système immunitaire [1]. 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**). Les enzymes à l'origine de ces



**Fig. 1 :** Représentation schématique de la conversion des acides gras essentiels en acides gras polyinsaturés à longues chaînes (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.

synthèses étant les mêmes, un déséquilibre des apports en AGE peut conduire à une synthèse insuffisante d'AGPILC, et plus particulièrement de DHA car il arrive en bout de chaîne et demande de surcroît une étape effectuée dans les péroxyosomes (**fig. 1**). Devant l'importance du DHA dans le développement neurologique, un apport minimal est recommandé chez le nourrisson [2, 3].

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].

## Comment assurer les besoins quantitatifs 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 1<sup>er</sup> 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. Une restriction quantitative des lipides peut-elle être indiquée chez certains nourrissons ?

Les indications médicales à une restriction des lipides chez le nourrisson sont très limitées. Elles concernent les hyperchylomicronémies, les lymphangiectasies intestinales primitives (rarement découvertes avant 1 an) et les troubles de l'absorption des graisses. La prévention de l'obésité ou l'existence d'une surcharge pondérale ne sont en aucun cas une indication à limiter les graisses chez le nourrisson !

## Comment assurer les besoins qualitatifs en lipides ?

Il est indispensable d'assurer les besoins en AGE et en DHA dont les synthèses sont respectivement inexistantes ou insuffisantes. Leurs besoins ont été définis par l'Agence européenne de sécurité des aliments (EFSA) (**tableau I**). Cette institution a également recommandé des apports minimums en ARA entre 0 et 6 mois (**tableau I**).

Les conséquences d'une carence en AGE et en AGPILC sont principalement neurologiques. Elles s'expriment par un 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 de manifestations allergiques a été suggérée [8].

Si aucun besoin spécifique n'existe pour les autres lipides dans la mesure où le nourrisson est capable de les synthétiser, des interroga-

	Ac. linoléique	Ac. α- linoléique	DHA	ARA
0 – 6 mois	4 % AET	0,5 % AET	100 mg/j	140 mg/j
6 – 12 mois	4 % AET	0,5 % AET	100 mg/j	ND

AET: apports énergétiques totaux; ND: non définis

**Tableau I :** Apports nutritionnels conseillés en AGE, DHA et ARA. D'après [3].

tions subsistent pour les nourrissons qui ne sont pas allaités.

### 1. Comment assurer les besoins 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 1<sup>er</sup> âge en AGE permet d'assurer les besoins du nourrisson dans la mesure où, selon la composition moyenne des formules pour nourrissons, il suffit qu'ils en ingèrent au moins 470 mL/j pour satisfaire leurs besoins [6]. Ces volumes sont habituellement atteints dès la 2<sup>e</sup> semaine de vie.

**>>> Après la diversification**, il faut que le nourrisson ingère en moyenne 720 mL/j de formule 2<sup>e</sup> 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, 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.

### 2. Comment assurer les besoins en DHA et en ARA ?

**>>> En cas d'allaitement exclusif**, le contenu en DHA et en ARA du lait maternel est suffisant pour assurer les besoins du nourrisson. Cependant, pour le DHA, il faut que la mère en consomme suffisamment car sa concentration dans le lait maternel 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 [9].

**>>> En cas d'alimentation exclusive au lait infantile**, seule la consommation d'un lait enrichi en DHA et en ARA permet d'assurer les apports. Aujourd'hui, la majorité des formules infantiles disponibles en France ne sont pas enrichies ni en DHA, ni en ARA [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 [10]. En revanche, elle n'a étonnamment pas imposé la supplémentation concomitante en ARA et ainsi contredit l'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. En effet, le lait de mère contient de l'ARA à des concentrations une fois et demie supérieures à celles du DHA [4] et, chez les nourrissons porteurs de certains variants génétiques assez répandus des désaturases,

le statut en ARA dépend bien plus des apports alimentaires directs d'ARA que des apports en AL, son précurseur [11]. Il faudra donc impérativement privilégier les préparations contenant à la fois de l'ARA et du DHA avant l'âge de 6 mois.

**>>> Après la diversification**, les apports en DHA dépendent du volume de formule 2<sup>e</sup> âge ingéré, à condition qu'elle en contienne, mais aussi de la consommation de poissons, principale source alimentaire de DHA. Le contenu en DHA des poissons est d'autant plus important que le poisson est gras. Les besoins hebdomadaires étant de 700 mg chez le nourrisson, une portion (20-40 g) de poissons gras ou de 2 portions de poissons maigres par semaine suffisent pour assurer la totalité des besoins [12]. On notera que l'EFSA ne recommande pas d'apports en ARA après 6 mois mais, dans la mesure où le lait de mère demeure l'aliment de référence tout au long de la première année de vie, un enrichissement en ARA des préparations 2<sup>e</sup> âge, en plus de celui obligatoire en DHA, est préférable.

### **3. Comment assurer les besoins qualitatifs des autres lipides ?**

Le lait de mère contient certains lipides qui ne sont pas retrouvés dans les préparations infantiles. En effet, les lipides de la grande majorité des formules infantiles sont exclusivement d'origine végétale et proviennent principalement d'huiles de palme, de coprah, de colza et de tournesol. Le rem-

placement des lipides laitiers par ces huiles végétales éloigne le profil lipidique des préparations infantiles de celui du lait de mère, notamment en excluant le cholestérol et en appauvrissant le contenu et la diversité en AGS (cf. article de Ph. Legrand).

La présence de cholestérol dans les formules infantiles n'est pas indispensable dans la mesure où les nourrissons sont capables de le synthétiser. Cependant, son importance dans la synthèse de certains lipides cérébraux, des acides biliaires, de la vitamine D et de certaines hormones laisse penser que son existence dans le lait de mère n'est pas anodine.

Le contenu et la diversité en AGS des lipides laitiers sont plus importants que ceux obtenus en mélangeant plusieurs huiles végétales [13]. Les différences s'amplifient lorsque les industriels excluent l'huile de palme [13]. Là encore, les nourrissons étant en mesure de synthétiser tous les AGS, ces restrictions ne semblent pas irrémédiables. Mais dans une ère où les industriels rivalisent entre eux pour que la composition de leurs formules infantiles approche le plus possible celle du lait de mère, le remplacement des lipides laitiers par des huiles végétales surprend.

### **■ Conclusion**

Les lipides sont essentiels pour le développement du nourrisson. Les apports quantitatifs doivent donc être suffisants pour éviter les

carences, mais des besoins qualitatifs doivent également être respectés. Ainsi, pour les nourrissons qui ne sont pas allaités, l'enrichissement des formules infantiles en AGE, en DHA et en ARA est indispensable pour en assurer les besoins. Pour les autres lipides, la conservation des lipides laitiers doit être encouragée pour se rapprocher davantage encore de la composition lipidique du lait de mère.

## BIBLIOGRAPHIE

1. HADLEY KB, RYAN AS *et al.* The essentiality of arachidonic acid in infant development. *Nutrients*, 2016;8:216.
2. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les acides gras. Mars 2010.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. TOUNIAN P, JAVALET M, SARRIO F. Alimentation de l'enfant de 0 à 3 ans. Collection Pédiatrie au quotidien, 3<sup>e</sup> édition. *Masson*, 2017.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Journal officiel de l'Union européenne | L 25/1. Règlement délégué (ue) 2016/127 de la commission du 25 septembre 2015.
11. RZEHAK 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.
12. Anses. Saisine n° 2012-SA-0202, juin 2013.
13. DELPLANQUE B, GIBSON R, KOLETZKO B *et al.* Lipid quality in infant nutrition: Current knowledge and future opportunities. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2015;61:8-17.

L'auteur a déclaré des liens d'intérêts avec les sociétés suivantes: Blédina/Gallia, Carrefour, CNIEL, Mead Johnson, Nestlé, Novalac, Nutricia, PediAct, Sodilac.

# Composition lipidique des préparations infantiles : quelle place pour les lipides laitiers ?



**P. LEGRAND**

Laboratoire de Biochimie-Nutrition Humaine, Agrocampus Ouest, Rennes

Lorsque l'allaitement maternel n'est pas souhaité ou pas possible, l'utilisation de préparations infantiles (PI) est préconisée. Elles sont élaborées à partir de composants du lait de vache, avec une composition adaptée pour se rapprocher de celle du lait maternel. Cependant, dans la majorité des préparations présentes actuellement sur le marché, les lipides du lait de vache ont été complètement supprimés au profit de mélanges d'huiles végétales, permettant d'apporter suffisamment d'acides gras essentiels (AGE). Pourtant, les lipides laitiers présentent naturellement des similarités avec ceux du lait maternel, notamment en termes de profil en AG, de structure des triglycérides

ou encore de teneurs en cholestérol et lipides complexes. Leur remplacement total par des huiles végétales éloigne le profil lipidique des préparations de celui du lait maternel.

## Contexte réglementaire : quelles exigences de composition lipidique pour les préparations infantiles ?

Les recommandations de composition lipidique pour les préparations infantiles ont été établies sur la base du profil lipidique du lait maternel et sont fixées par la réglementation européenne (**tableau I**).

	Minimum – Maximum
• Lipides totaux (g/100 kcal)	4,4 – 6
• Acides gras polyinsaturés	
• Acide linoléique (AL) (mg/100 kcal)	500 – 1200
• Acide $\alpha$ -linoléique (AAL) (mg/100 kcal)	50 – 100
• Acide docosahexaénoïque (DHA) (mg/100 kcal)	20 – 50
• Acide arachidonique (ARA) (g/100 g de lipides)	(optionnel) $\leq 1$
• Acide eicosapentaénoïque (EPA)	(optionnel) $\leq$ DHA
• Acide gras trans (g/100 g de lipides)	$\leq 3$
• Acide érucique (g/100 g de lipides)	$\leq 1$
• Phospholipides (g/L)	$\leq 2$

**Tableau 1 :** Exigences spécifiques de composition en lipides des PI fixées par le Règlement délégué 2016/127, complétant le règlement UE n°609/2013 (applicable à partir du 22 février 2020).

Celle-ci donne très peu d'indications sur la nature et l'origine des sources lipidiques à utiliser mais elle impose des limites minimales et maximales à la teneur totale en lipides ainsi qu'aux teneurs en acides gras polyinsaturés (AGPI) de la famille des oméga-6 et 3. Afin d'atteindre les teneurs cibles en acide linoléique (AL), précurseur de la famille des acides gras polyinsaturés à longue chaîne AGPILC oméga-6, et  $\alpha$ -linoléique (AAL), précurseur de la famille des AGPILC oméga-3, des mélanges d'huiles végétales sont utilisés dans toutes les PI car les lipides du lait de vache n'en apportent pas suffisamment. Ainsi, bien qu'historiquement présents en formulation infantile, les lipides laitiers ont progressivement été enlevés au profit de sources lipidiques 100 % végétales [1]. Pourtant, les lipides du lait de vache présentent naturellement des similarités avec ceux du lait maternel, notamment en termes de profil en AG, de structure des triglycérides ou encore de teneurs en cholestérol et lipides complexes [2].

### Un profil en AG saturés variable en fonction des sources lipidiques

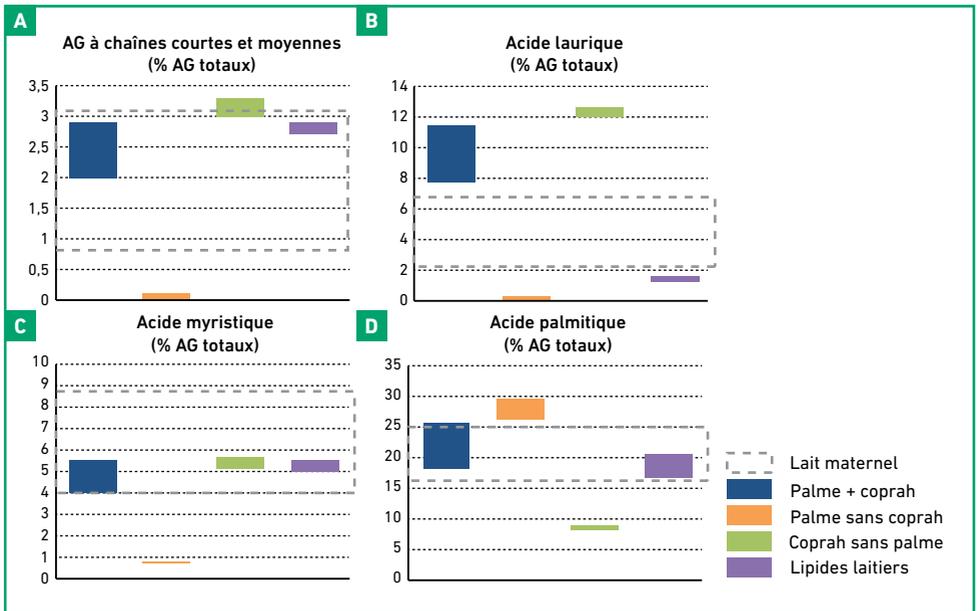
Alors qu'ils représentent jusqu'à 50 % des AG totaux (AGT) du lait maternel, les teneurs en AG saturés (AGS) des PI ne sont pas encadrées par la réglementation. Il n'existe pas d'apport minimal en AGS et l'apport maximal en acides laurique et myristique, précédemment fixé à 20 % des AGT, a été supprimé de la réglementation. Les teneurs en AGS des PI sont très variables en fonction des sources lipidiques utilisées ; celles en apportant le plus étant les huiles de palme et de coprah et les lipides laitiers. Leur incorporation, seule ou combinées, dans les PI influence significativement les profils en AGS (**fig. 1**).

Ces dernières années, de nombreuses PI sans huile de palme ont fait leur apparition sur le marché. Elles présentent de très faibles teneurs en acide palmitique (moins de 10 % des AGT) par rapport au lait maternel (17-25 %) (**fig. 1D**).

En effet, l'huile de palme est la seule huile végétale à apporter des teneurs élevées en acide palmitique (> 40 %). L'huile de coprah est, quant à elle, la seule huile végétale à apporter des quantités significatives d'AGS à chaînes moyennes et d'acide myristique. Par conséquent, sans huile de coprah, les teneurs en AG à chaînes courtes et moyennes, en acides laurique et myristique sont très largement inférieures à celle du lait maternel (**fig. 1 A, B, C**).

L'utilisation de lipides laitiers, qui apportent environ 10 % d'AG à chaînes

courtes et moyennes, 10 % de myristique et 25 à 30 % de palmitique, en combinaison avec des huiles végétales riches en AL et AAL, permet d'atteindre un profil en AGS plus proche de celui du lait maternel (**fig. 1**). De plus, les lipides laitiers présentent l'avantage d'apporter 45 % d'acide palmitique en position sn2 des triglycérides (70 % dans le lait maternel). Dans les huiles végétales, l'acide palmitique est majoritairement (> 80 %) en positions sn1 et sn3, formant après hydrolyse des savons calciques, provoquant un durcissement des



**Fig. 1 :** Teneurs (minimum – maximum), exprimées en pourcentages des AGT, en AG à chaînes courtes et moyennes (C4: 0-C10: 0, A), acide laurique (C12: 0, B), myristique (C14: 0, C) et palmitique (C16: 0, D) dans le lait maternel et dans différentes PI en fonction des sources lipidiques présentes (palme, coprah, crème). D'après [2].

selles et une diminution de l'absorption du calcium [3, 4].

Quelques formules sur le marché ne contiennent ni huiles de palme/coprah ni lipides laitiers et présentent des teneurs très basses en AGS (8 % des AGT) (d'après le site laits.fr). Les conséquences d'un apport faible en AGS sur le développement du nourrisson restent inconnues. Cependant, même s'ils ne sont pas essentiels, les AGS présentent des fonctions spécifiques qui pourraient être importantes pour le jeune enfant. Par exemple, les AGS sont abondamment utilisés lors de la myélinisation au niveau cérébral [5] et ceux à chaînes courtes et moyennes sont une source d'énergie rapidement utilisable pour le nourrisson en croissance [6]. En effet, ils sont directement transportés par la veine porte vers le foie où ils sont  $\beta$ -oxydés. De plus, en étant  $\beta$ -oxydés à la place de l'AAL, ils pourraient augmenter sa biodisponibilité pour sa conversion endogène en dérivés à longues chaînes, jusqu'au DHA [6, 7]. Par ailleurs, certains AGS comme les acides caprylique, myristique et palmitique sont capables de se lier à de nombreuses protéines (par des réactions d'octanoylation, de myristoylation et de palmitoylation) dont ils permettent l'activation. Ils modulent ainsi les fonctions d'enzymes, d'hormones comme la ghréline, ainsi que de nombreuses protéines impliquées dans la signalisation cellulaire [7, 8]. Une action spécifique de l'acide myristique a également été décrite sur la conversion de l'AAL en DHA, avec une activation des désaturases [8].

### Une teneur en cholestérol conditionnée par la présence de lipides laitiers

Les PI à base d'huiles végétales n'apportent pas de cholestérol alors qu'il se trouve en quantité abondante dans le lait maternel (9-15 mg/100 mL). Une formule contenant un mélange lipides laitiers/huiles végétales (50/50) apporte, quant à elle, environ 4 mg/100 mL de cholestérol [2]. Le cholestérol alimentaire n'est pas strictement indispensable car sa synthèse endogène semble couvrir les besoins. Cependant, cette synthèse au niveau hépatique nécessite de l'acétyl coenzyme A provenant du catabolisme d'AG, captant ainsi une partie des AGPI ingérés (AAL et AL), ce qui limite leur conversion en DHA et ARA [9]. D'après la Société Française de Pédiatrie, il est "*probablement préférable de se rapprocher de la composition du lait maternel qui contient du cholestérol et dont la présence rend inutile une synthèse endogène, réalisée en partie à partir du catabolisme des AGPT*" [9].

### Des lipides complexes absents des formules à base d'huiles végétales

Le lait maternel apporte des lipides complexes (phospholipides [PL] et sphingolipides) qui, même s'ils ne représentent que 0,2 à 2 % des lipides totaux [7], pourraient jouer des rôles importants pour la santé du

nourrisson. Les sphingomyélines (SM) et les phosphatidylcholines, principaux lipides complexes du lait maternel, fournissent au nourrisson environ 17 % de la choline nécessaire à la croissance rapide des organes et à la biosynthèse des membranes [10]. Les SM sont constitutives de la gaine de myéline. Les gangliosides, autres sphingolipides présents dans le lait maternel, interviennent dans la myélinisation et la transmission synaptique [11, 12]. Dans les PI à base d'huiles végétales, des PL sont apportés par la lécithine utilisée en tant qu'émulsifiant, mais les sphingolipides (SM, gangliosides) sont absents. Ils sont apportés en faibles quantités lorsque des lipides laitiers sont ajoutés (crème). En effet, les PL et les sphingolipides représentent entre 0,5 et 1 % des lipides du lait de vache [13].

### **Bénéfices des lipides laitiers dans les préparations infantiles : données cliniques et précliniques**

Plusieurs études chez le nourrisson et dans des modèles animaux ont évalué les bénéfices de l'incorporation de lipides laitiers en formulation infantile. Tout d'abord, une étude clinique chez le nourrisson a permis de montrer que leur ajout dans une PI permettait une croissance normale, équivalente à celle observée avec la PI témoin, sans provoquer de symptômes gastro-intestinaux [14]. De plus, elle permettait d'atteindre des teneurs en AGPI oméga-3 dans les globules rouges supérieures à celles obtenues avec la PI

témoin [15]. Cet effet bénéfique des lipides laitiers sur la conversion de l'AAL en dérivés à longues chaînes a été confirmé dans plusieurs modèles animaux et était associé à une augmentation de l'accrétion en DHA dans le cerveau [16, 17]. Chez la souris, une formule avec lipides laitiers avait un effet protecteur sur les altérations de neurogénèse et de mémoire spatiale induite par un stress précoce [18]. Enfin, chez le porcelet, la présence de lipides laitiers et de lipides complexes modulait la cinétique de digestion des protéines, la maturation du système immunitaire intestinal et induisait une modification de la composition du microbiote [19], cette dernière persistant à l'âge adulte [20].

### **Conclusion**

L'incorporation de lipides laitiers adaptés aux mammifères dans les PI permet, en association avec certaines huiles végétales, d'atteindre un profil lipidique plus proche de celui du lait maternel, en particulier en ce qui concerne les AGS, le cholestérol et les lipides complexes. Son effet reste à confirmer chez le nourrisson, pour qui elle pourrait avoir des effets bénéfiques sur la santé à long terme.

### **BIBLIOGRAPHIE**

1. BRIEND A, LEGRAND P, BOCQUET A *et al.* Lipid intake in children under 3 years of age in France. A position paper by the Committee on Nutrition of the French Society of Paediatrics. *Arch Pediatr*, 2014;21:424-438.

2. WHO. Global Strategy for Infant and Young Child Feeding. Geneva:WHO; 2003.
3. DELPLANQUE B, GIBSON R, KOLETZKO B *et al.* Lipid quality in infant nutrition: Current knowledge and future opportunities. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2015;61:8-17.
4. HAVLICEKOVA Z, JESENAK M, BANOVCIN P *et al.* Beta-palmitate - a natural component of human milk in supplemental milk formulas. *Nutr J*, 2016;17:15:28.
5. DELPLANQUE B, DU Q, MARTIN JC *et al.* Lipids for infant formulas. *OCL*, 2018;25:D305.
6. DELPLANQUE B, GIBSON R, KOLETZKO B *et al.* Lipid quality in infant nutrition: Current knowledge and future opportunities. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2015;61:8-17.
7. LEGRAND P, RIOUX V. Specific roles of saturated fatty acids: Beyond epidemiological data. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2015;117:1489-1499.
8. RIOUX V, PEDRONO F, LEGRAND P. Regulation of mammalian desaturases by myristic acid: N-terminal myristoylation and other modulations. *Biochim Biophys Acta*, 2011;1811:1-8.
9. BRIEND A, LEGRAND P, BOCQUET A *et al.* Lipid intake in children under 3 years of age in France. A position paper by the Committee on Nutrition of the French Society of Paediatrics. *Arch Pediatr*, 2014;21:424-438.
10. CUNNANE SC, RYAN MA, LIN YH *et al.* Suckling rats actively recycle carbon from alpha-linolenate into newly synthesized lipids even during extreme dietary deficiency of n-3 polyunsaturates. *Pediatr Res*, 2006;59:107-110.
11. CILLA A, DIEGO QUINTAES K, BARBERÁ R *et al.* Phospholipids in Human Milk and Infant Formulas: Benefits and Needs for Correct Infant Nutrition. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2016;56:1880-1892.
12. PALMANO K, ROWAN A, GUILLERMO R *et al.* The Role of Gangliosides in Neurodevelopment. *Nutrients*, 2015;7:3891-3913.
13. CONTARINI G, POVOLO M. Phospholipids in milk fat: composition, biological and technological significance, and analytical strategies. *Int J Mol Sci*, 2013;14:2808-2831.
14. GIANNI ML, ROGGERO P, BAUDRY C *et al.* No effect of adding dairy lipids or long chain polyunsaturated fatty acids on formula tolerance and growth in full term infants: a randomized controlled trial. *BMC Pediatr*, 2018;18:10.
15. GIANNI ML, ROGGERO P, BAUDRY C *et al.* An infant formula containing dairy lipids increased red blood cell membrane Omega 3 fatty acids in 4 month-old healthy newborns: a randomized controlled trial. *BMC Pediatr*, 2018;18:53.
16. DU Q, MARTIN JC, AGNANI G *et al.* Dairy fat blends high in  $\alpha$ -linolenic acid are superior to n-3 fatty-acid-enriched palm oil blends for increasing DHA levels in the brains of young rats. *J Nutr Biochem*, 2012;23:1573-1582.
17. DROUIN G, CATHELINE D, SINQUIN A *et al.* Incorporation of Dairy Lipids in the Diet Increased Long-Chain Omega-3 Fatty Acids Status in Post-weaning Rats. *Front Nutr*, 2018;5:42.
18. DINEL AL, REY C, BAUDRY C *et al.* Enriched dairy fat matrix diet prevents early life lipopolysaccharide-induced spatial memory impairment at adulthood. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*, 2016;113:9-18.
19. LE HUÉROU-LURON I, BOUZERZOUR K, FERRET-BERNARD S *et al.* A mixture of milk and vegetable lipids in infant formula changes gut digestion, mucosal immunity and microbiota composition in neonatal piglets. *Eur J Nutr*, 2016;57:463-476.
20. LEMAIRE M, DOU S, CAHU A *et al.* Addition of dairy lipids and probiotic *Lactobacillus fermentum* in infant formula programs gut microbiota and entero-insular axis in adult minipigs. *Sci Rep*, 2018;8:11656.

---

L'auteur a déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.

# LABORATOIRES Picot

Depuis 1896

## PICOT AR arrive en pharmacie !



Formule épaissie  
à la caroube pour une  
meilleure efficacité<sup>(1)</sup>



Enrichie en  
ARA/DHA\*



Enrichie en  
probiotique  
BB12



Format 400g



Formats 800g



(1) Borrelli O., Salvig G., Campanozzi A. et al., Ital. J. Gastroenterol. Hepatol., 1997 ; 29 : 237-42.  
\* Conforme à la réglementation 2020.

**Avis important :** le lait maternel est le meilleur aliment pour le nourrisson. Une bonne alimentation de la mère est importante pour la préparation et la poursuite de l'allaitement maternel. Les préparations infantiles sont destinées à remplacer l'allaitement maternel quand celui-ci n'est pas possible, est arrêté prématurément ou doit être complété. Il est difficile de revenir sur le choix de ne pas allaiter et l'allaitement mixte peut gêner l'allaitement au sein. Les implications socio-économiques devraient être prises en compte dans le choix de la méthode d'allaitement. Il est important de respecter les indications de préparation et d'utilisation des préparations infantiles et de suivre les conseils du corps médical concernant l'alimentation du nourrisson. Une utilisation incorrecte de la préparation pourrait présenter un risque pour la santé de l'enfant.