

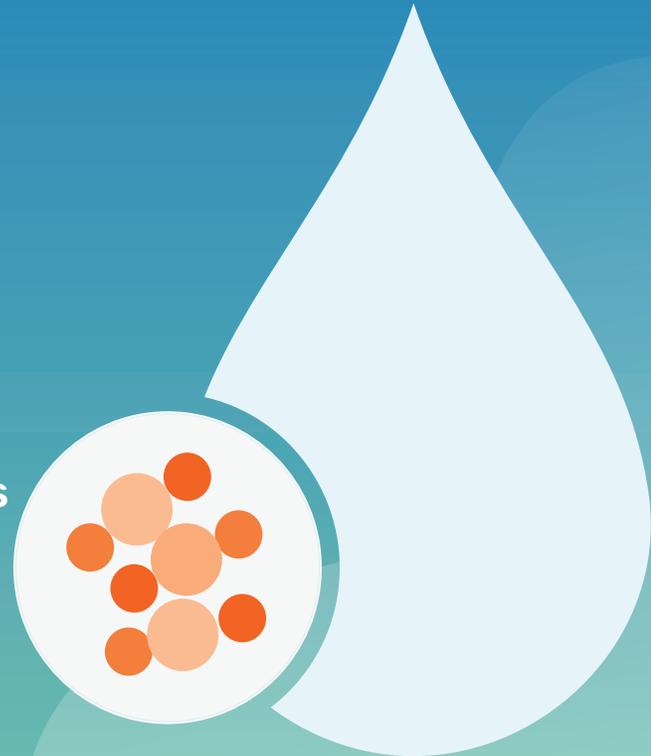


Danone Nutricia
Campus

Réservé aux professionnels de la santé

Les lipides simplement

Un guide pour comprendre les lipides



Abréviations

ALA Acide alpha-linolénique

ARA Acide arachidonique

IMC Indice de masse corporelle

DHA Acide docosahexaénoïque

EPA Acide eicosapentaénoïque

HMO Oligosaccharides du lait humain

LA Acide linoléique

LCPUFA Acides gras polyinsaturés à longue chaîne

MCFA Acides gras à chaîne moyenne

MFG Globules gras du lait

MFGM Membrane du globule gras du lait

AGMI Acide gras monoinsaturé

PA Acide palmitique

AGPI Acides gras polyinsaturés

AGS Acide gras saturé

TG Triglycérides

OMS Organisation mondiale de la santé

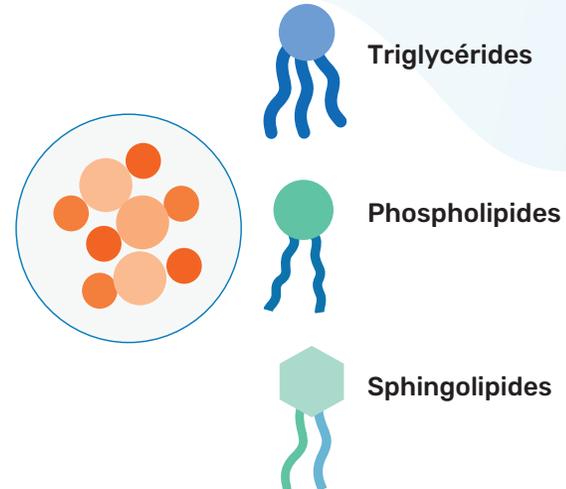
Lipides

Que sont les lipides ?

Les **lipides** constituent un groupe vaste et varié de **molécules organiques** insolubles dans l'eau et solubles dans les solvants non polaires. On les trouve dans tous les types de cellules **animales** et **végétales**.

Différents types de lipides peuvent être trouvés dans le corps et sont organisés en différentes structures moléculaires, par exemple les triglycérides, les phospholipides et les sphingolipides :

- La **graisse (triglycéride)** est stockée dans le tissu adipeux et sous la peau. Elle est principalement utilisée comme molécule de stockage d'énergie dans l'organisme.
- Les **triglycérides** peuvent se présenter sous deux formes différentes : les **graisses** (solides à température ambiante) et les **huiles** (liquides à température ambiante).
- **Phospholipides et sphingolipides** se trouvent principalement dans la membrane cellulaire.



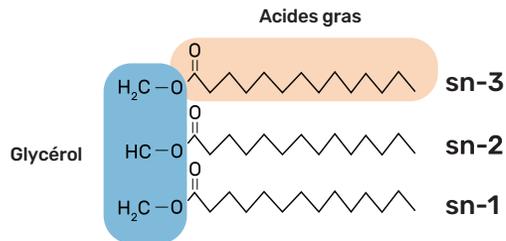
Le saviez-vous ?

Les lipides tirent leur nom du mot grec lipos, qui signifie "graisse".

Qu'est-ce que les lipides ? et les triglycérides ?

La composition chimique de tous les lipides comprend C (carbone), H (hydrogène) et O (oxygène) formant de longues chaînes d'hydrocarbures.

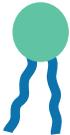
 **Les triglycérides (98-99%)** représentent la forme principale des lipides du lait maternel.

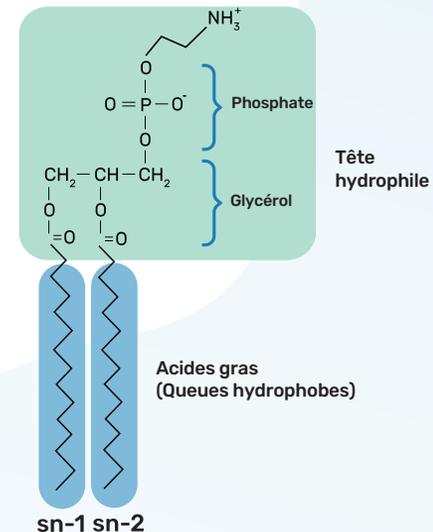


Un **triglycéride (TG)** est un ester dérivé de :

- **Glycérol** (colonne vertébrale) et
- **Trois acides gras** (queues).

La **position** occupée par ces AG est numérotée par rapport à leur numérotation stéréospécifique (sn) comme **sn-1**, **sn-2** et **sn-3**.

 **Les phospholipides (0,2-2,0 %)** sont présents dans toutes les membranes cellulaires végétales et animales.¹



Zoom sur la longue chaîne

Acides gras polyinsaturés DHA et ARA

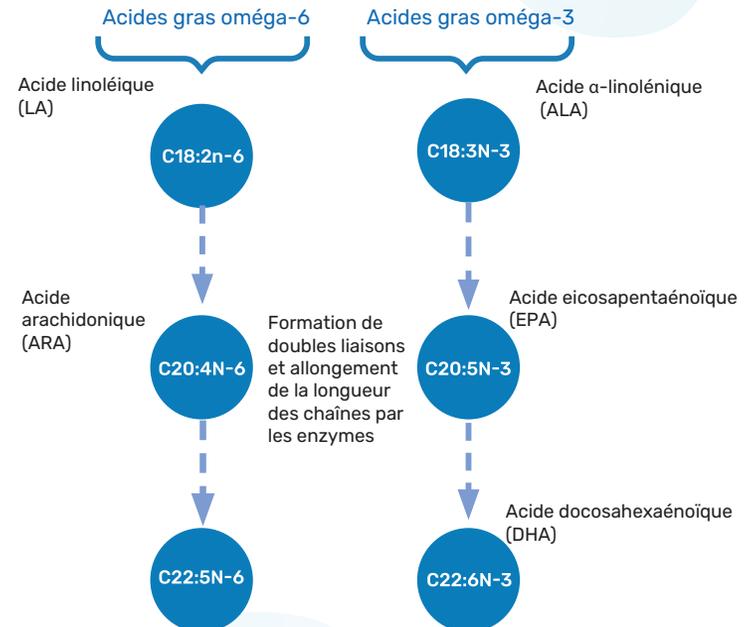
Il existe **deux types d'AGPI essentiels et biologiquement importants** pour l'homme :²

- 1) **l'acide linoléique** (LA, famille ω -6) et 2) **l'acide alpha-linolénique** (ALA, famille ω -3).²
- L'homme est capable de synthétiser l'acide arachidonique (ARA, famille ω -6) à partir de l'AL et l'acide docosahexaénoïque (DHA, famille ω -3) et l'acide eicosapentaénoïque (EPA, famille ω -3) à partir de l'ALA. Cependant, chez les nourrissons, cette capacité est limitée.²
- Le lait maternel, riche en ARA et en DHA, est donc essentiel pour fournir ces lipides au nourrisson en développement.³

Le saviez-vous ?

Entre les sexes des nourrissons : certaines études ont suggéré que le lait produit pour les fils contient plus de matières grasses que le lait produit pour les filles.^{4,5}

LA et ALA peuvent être convertis en AGCLP, y compris ARA et DHA, par l'enzyme



Zoom sur le DHA, l'ARA, le LA et l'ALA

La quantité et l'équilibre des apports alimentaires en LA et ALA ainsi que les AGCLP n-6 et n-3 préformés dans la nutrition en début de vie peuvent affecter le statut en AGCLP du nourrisson. Cela a un **impact sur le développement et la fonction du nourrisson au début de sa vie** :

Système immunitaire



Les AGPI sont importants pour le développement du **système immunitaire** précoce, y compris la modulation des réponses **anti-inflammatoires**.⁶

Cerveau



Les AGPI ont également été associés à la **vision** et au développement **neurologique** du **nourrisson**.²

Tissu adipeux



Croissance



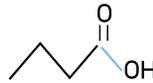
Le DHA préformé est considéré comme "conditionnellement essentiel" pour les nourrissons. En effet, les besoins en DHA sont extrêmement élevés pour favoriser la maturation structurelle et fonctionnelle d'organes clés, comme le cerveau, mais la capacité de synthèse endogène est trop faible. Par conséquent, le DHA est obligatoire dans les préparations pour nourrissons.

Comment les acides gras sont-ils classés ?

Les acides gras peuvent être classés de différentes manières⁷

En fonction de la longueur

Le nombre d'atomes de carbone



Chaîne courte (<6 atomes de carbone)



Chaîne moyenne (6-12 atomes de carbone*)



Chaîne longue (>12 atomes de carbone*)

* Certaines publications indiquent que le C14 est également un acide gras à chaîne moyenne.

Les acides gras peuvent être classés de différentes manières⁷

Sur la base de la saturation

Le nombre et la position des doubles liaisons présentes dans un acide gras



Saturés (également appelés AGS)



Mono-insaturés (également appelés AGMI)



Poly-insaturés (également appelés AGPI)

Les acides gras polyinsaturés sont par exemple l'acide docosahexaénoïque (DHA) oméga-3 et l'acide arachidonique (ARA) oméga-6.

Liaison simple = saturée
Liaison double = insaturée

Les oméga-3
et les oméga-6
sont également
appelés
respectivement
n-3 et n-6.

* Certaines publications indiquent que le C14 est également un acide gras à chaîne moyenne.

Quelles sont les fonctions des lipides ?

Les lipides ont diverses fonctions, notamment



Fournir, transporter et stocker **l'énergie**, principalement sous forme de triglycérides.



Composants structurels des **membranes cellulaires biologiques** (différents types de lipides et d'acides gras dans la membrane affectent la fonction de la membrane).



Précurseur des **vitamines** et des **hormones**.



Fonctionnement en tant que **molécules de signalisation**.

En outre, la graisse dans le corps est nécessaire pour :



Protection mécanique.



Isolation thermique.



Isolation électrique des nerfs et des récepteurs dans les membranes de terminaison nerveuse.

Lait maternel

Le lait maternel fournit un apport complet de nutriments pour soutenir de manière optimale la croissance et le développement du nourrisson au début de sa vie.⁸

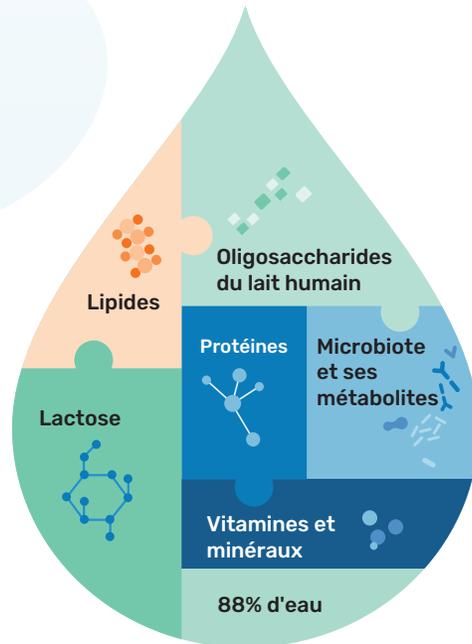
L'allaitement maternel exclusif pendant **les 6 premiers mois** et en combinaison avec des aliments complémentaires **jusqu'à l'âge de 2 ans et au-delà** est le mode d'alimentation universellement recommandé pour les nourrissons par l'Organisation Mondiale de la Santé.⁹

Si l'allaitement maternel n'est pas possible, les préparations pour nourrissons fournies doivent être sûres et adaptées pour répondre aux **besoins nutritionnels des nourrissons** et favoriser leur croissance et leur développement.¹⁰



Le lait maternel est riche en lipides

Le lait maternel est une matrice étonnamment complexe et diversifiée de composants nutritionnels et bioactifs*.



Le saviez-vous ?

Le lait maternel s'adapte au cours d'une seule tétée :

Le lait postérieur (le dernier lait d'une tétée) peut contenir jusqu'à 2 à 3 fois la concentration en lipides du lait antérieur (le premier lait d'une tétée).¹¹

*Parmi d'autres composants.

Que sont les lipides dans le lait maternel ?

Les lipides constituent le deuxième groupe de macronutriments le plus important dans le lait maternel

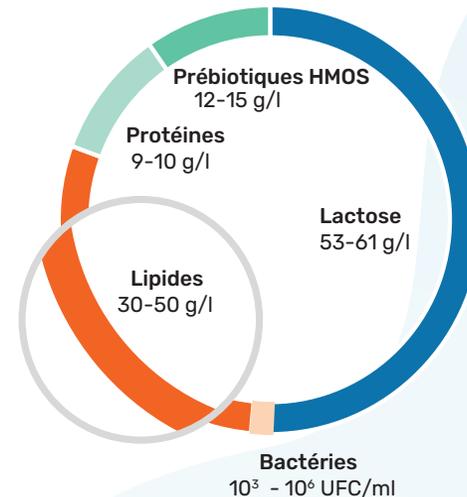
Le lait maternel contient différentes formes de lipides, tels que

- Les **Triglycérides**
- Les **Phospholipides**
- Le **Cholestérol**
- Les **Sphingolipides**

Le saviez-vous ?

Le régime alimentaire de la mère influence la composition des acides gras dans le lait maternel. La consommation de poisson entraîne des concentrations plus élevées de DHA dans le lait maternel.^{11,12}

Les lipides sont un composant clé du lait maternel



Que sont les lipides dans le lait maternel ?

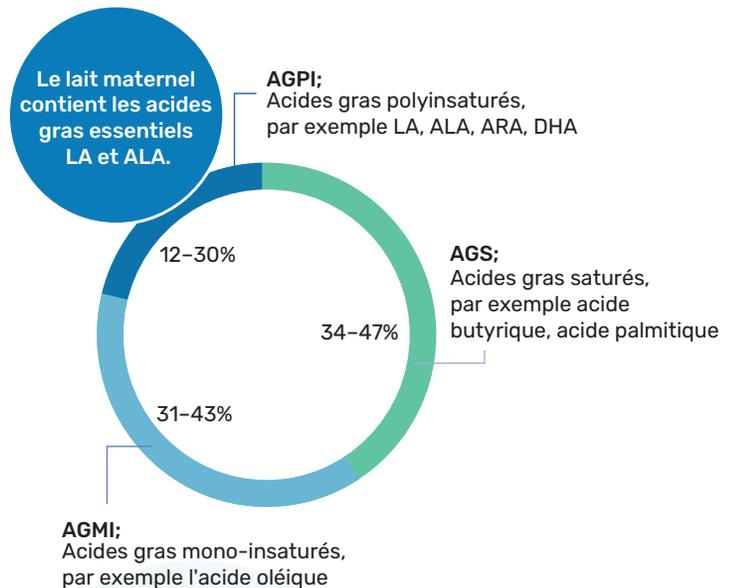
Les acides gras saturés (**AGS**, y compris les acides gras à chaîne moyenne, **AGCM**) sont les plus abondants, suivis par les acides gras mono-insaturés (**AGMI**) et les acides gras polyinsaturés (**AGPI**).



Le saviez-vous ?

Les lipides du lait maternel dépendent de l'IMC de la mère : il a été constaté que la concentration en graisses totales du lait augmentait avec l'IMC de la mère.¹³

Les lipides fournissent environ 50 % de l'énergie contenue dans le lait maternel.



Que sont les lipides dans le lait maternel ?

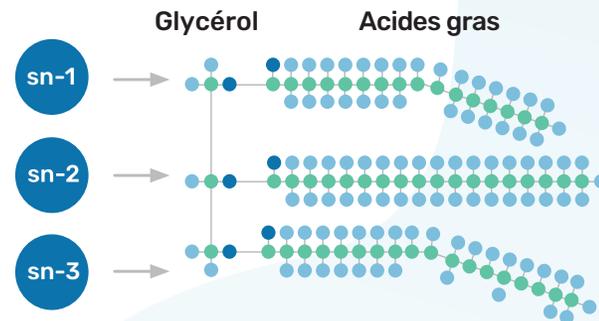
Acide palmitique

- L'**acide palmitique** (PA, C16:0), est l'acide gras saturé le plus abondant et représente 20 à 25 % de tous les acides gras du lait maternel.¹⁴
- 70 à 75 % des acides palmitiques du lait maternel sont liés à l'épine dorsale du glycérol en position sn-2 (également appelé **bêta-palmitate** ou **acide palmitique sn-2**).¹⁴

Le saviez-vous ?

La graisse de lait de vache ressemble beaucoup à la graisse de lait humain, car elle contient plus de β -palmitate que les huiles végétales.

Les Triglycérides (TG) dans le lait maternel



Que sont les lipides dans le lait maternel ?

Les triglycérides représentent la principale forme de lipides du lait maternel

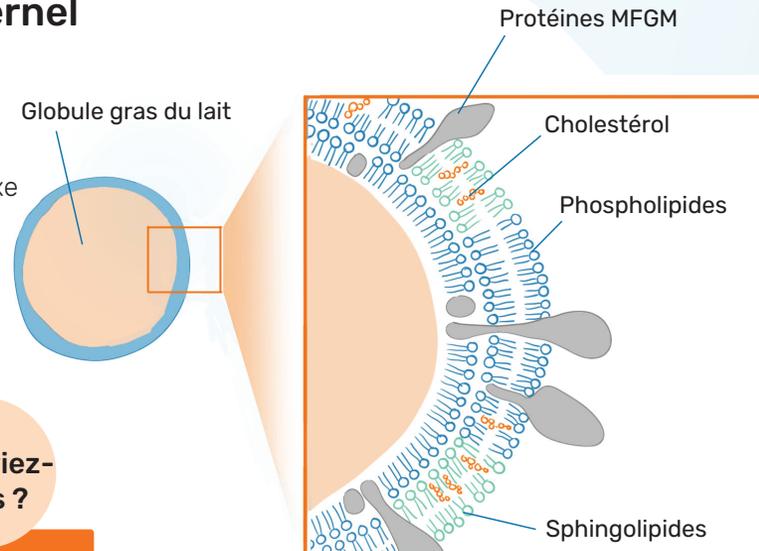
Dans le lait maternel, ces lipides sont incorporés dans de **grands globules gras** du lait (MFG) entourés d'une membrane complexe à trois couches (MFGM).¹⁵

Membrane biologique à trois couches composée de phospholipides, de sphingolipides, de protéines MFGM, de glycosphingolipides et de cholestérol.

(Diamètre moyen : 4 µm)

Le saviez-vous ?

Les concentrations d'acides gras dans le lait maternel varient d'une région géographique à l'autre, probablement en raison de différences dans les facteurs alimentaires. En particulier, des écarts de DHA ont été constatés entre des populations ayant des habitudes alimentaires différentes.^{12,16}

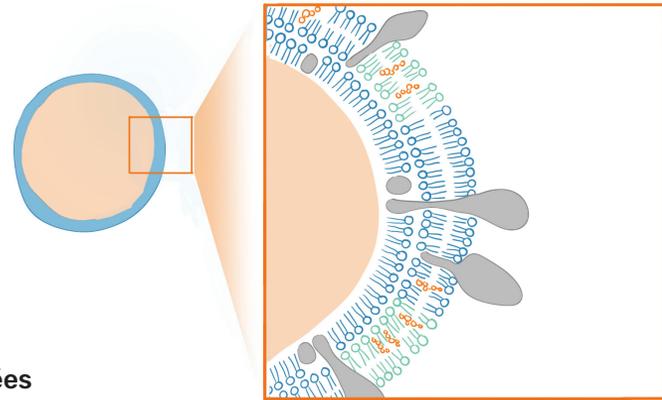


Que sont les lipides dans le lait maternel ?

Globules gras du lait

- Les **globules gras du lait (MFG)** sont entourés d'une **membrane de globule gras du lait (MFGM)**.¹⁷
- Le MFGM agit comme un émulsifiant, protégeant contre la coalescence et l'agrégation, et assure ainsi une **distribution stable** des MFG dans le lait.^{17,18}
- La stabilité des MFG permet l'apport de **lipides** et de **protéines bioactives** dans l'intestin du nourrisson.¹⁸
- Grâce à cette structure très complexe, les lipides du lait maternel sont digérés et absorbés très efficacement.
- Il a été suggéré que les composants de la MFGM jouent un rôle important dans le **développement cérébral et neurocognitif** des nourrissons.¹⁹
- Le MFGM est composé d'une **triple couche**, constituée d'une monocouche de phospholipides et d'une bicouche de phospholipides dans laquelle sont incorporés des (glyco) protéines, du cholestérol et des (glyco) sphingolipides.²⁰
- 70 % de protéines, 25 % de phospholipides et 5 % de (glyco) sphingolipides et de cholestérol.²¹
- Le MFGM contient plus de 400 protéines différentes ayant des fonctions diverses.²²

Dans le lait de vache et la plupart des préparations pour nourrissons, les structures MFG sont perturbées et ne sont pas maintenues en raison de la transformation de la source de lait.



D'où viennent les lipides du lait maternel ?

La **composition** et la **structure** du MFGM dans le lait maternel résultent des mécanismes de **sécrétion du MFG** par les cellules épithéliales de la glande mammaire pendant la **période de lactation**.²³

Le saviez-vous ?

Au cours des étapes de la lactation :
La concentration en lipides augmente généralement du colostrum au lait mature, mais les acides gras polyinsaturés à longue chaîne diminuent du colostrum au lait mature.²⁴

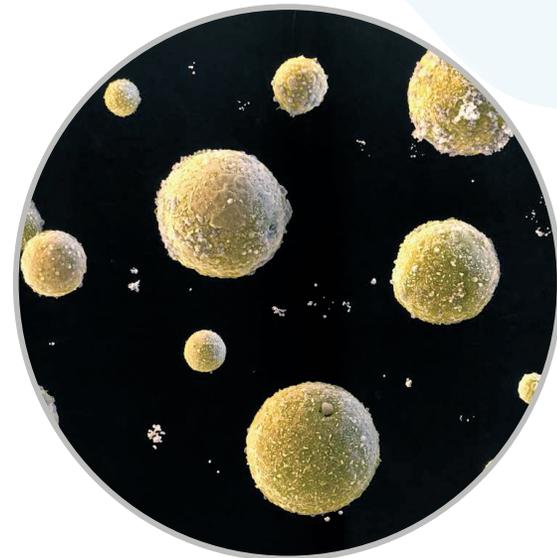
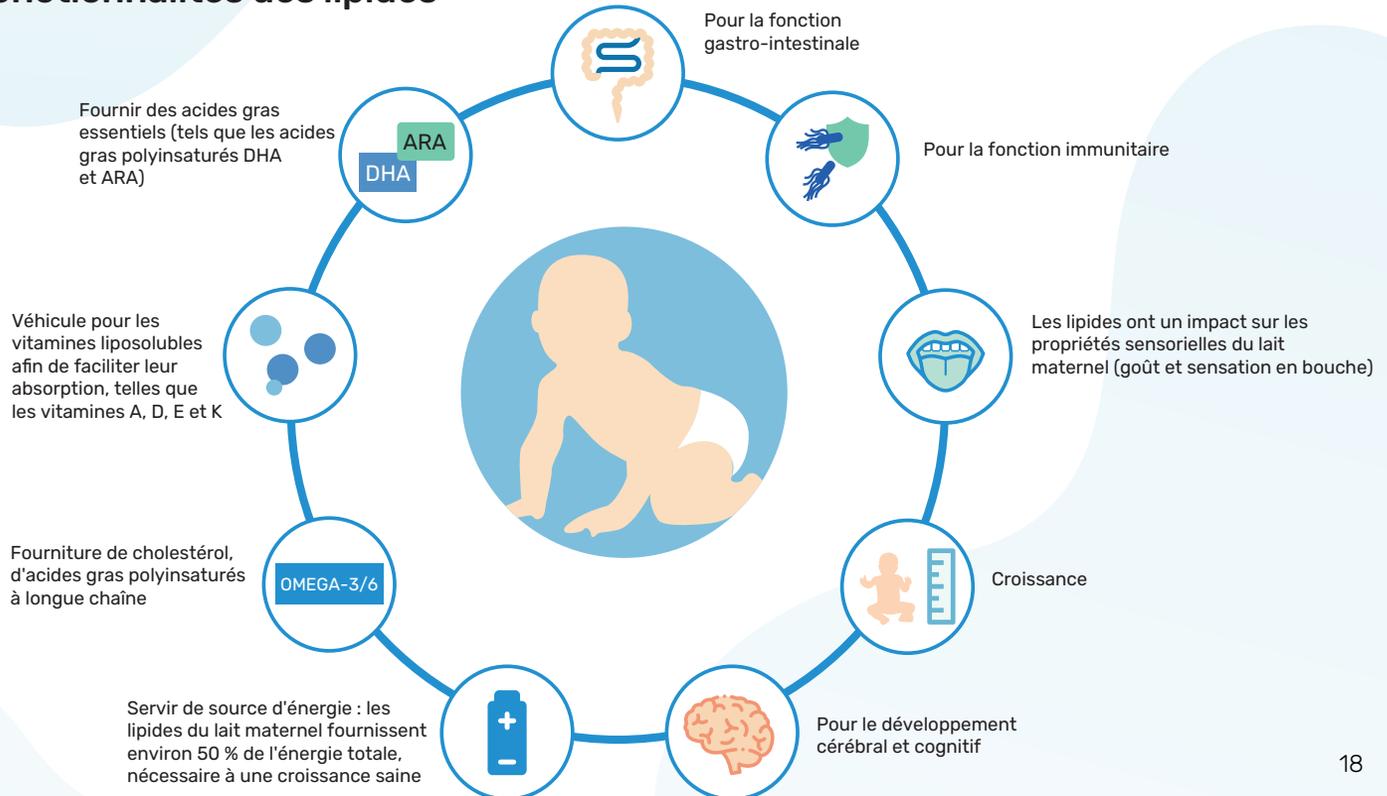


Image obtenue par microscopie électronique à balayage à émission de champ, avec un grossissement de 5000:1

Pourquoi les lipides du lait maternel sont-ils importants ?

Fonctionnalités des lipides^{12, 25, 26}



Résumé



Le lait maternel est le meilleur et l'étalon-or de l'alimentation infantile. La composition du lait maternel **est très complexe** et fournit naturellement de nombreux composés nutritifs et protecteurs différents qui interagissent les uns avec les autres d'une manière unique et sont spécifiquement adaptés aux besoins du nourrisson.



Les lipides constituent le deuxième groupe le plus important de macronutriments dans le lait maternel. Les lipides dans le lait maternel sont présents sous forme de gouttelettes lipidiques d'un diamètre moyen de 4 μm et sont enveloppés par une membrane à trois couches principalement composée de phospholipides, de protéines spécifiques à la membrane et de cholestérol.



Les lipides du lait maternel fournissent 50 % de l'énergie nécessaire au nourrisson pour soutenir de manière optimale sa croissance et son développement au début de sa vie. En outre, les lipides du lait maternel fournissent des acides gras essentiels tels que le DHA et l'ARA et contiennent d'importantes vitamines liposolubles (vit A, D, E, K).



Bien que l'allaitement maternel soit fortement recommandé, il n'est pas toujours possible d'allaiter exclusivement. **Les préparations pour nourrissons constituent une alternative** et il est important qu'elles reproduisent le plus fidèlement possible la composition et la fonctionnalité du lait maternel.



L'un des moyens **d'imiter la complexité et la fonctionnalité du lait maternel** consiste à se rapprocher le plus possible de la composition et de la structure des lipides du lait maternel.

Références

1. Kullenburg D et al. Lipids in Health and Disease. 2012;11:3.
2. Ojo-Okunola A et al. Metabolites. 2020;10(2):77.
3. Floris LM et al. Prostaglandines Leukot Essent Fatty Acids. 2020;156:102023.
4. Amaral Y et al. Int J Food Sci Nutr. 2020;71(2):186-192.
5. Daniel AI et al. Am. J. Clin. Nutr. 2021;113(4):1009-1022.
6. Miles EA et al. Nutrients. 2021;13(1):247.
7. Fahy E. et al. A comprehensive classification system for lipids. J. Lipid Res. 2005. 46 : 839-861.
8. Eidelman AI. Breastfeed Med. 2012;7(5):323-4.
9. OMS/UNICEF. Global nutrition targets 2025 : breastfeeding policy brief, consulté en janvier 2022.
10. Panel de l'EFSA. Journal de l'EFSA. 2014;12:3760.
11. Ballard O & Morrow AL. Pediatr Clin North Am. 2013;60(1):49-74.
12. Koletzko B. Ann Nutr Metab. 2016 ; 6(2):27-40.
13. Daniel AI et al. Am. J. Clin. Nutr. 2021;113(4):1009-1022.
14. Havelicekova Z et al. Nutr J. 2016;15:28.
15. Gallier S et al. Colloids Surf. B. 2015;136:329-39.
16. Bahreynia MF et al. Int J Food Sci, Nutr. 2020;71(8):909-20.
17. Manoni M et al. Foods. 2020;9(9):1251.
18. Lopez C et al. Eur J Lipid SC. 2018 ;():1800201.
19. Cohen K et al. Nutrients. 2020;13(1):199.
20. Fontecha J et al. Nutrients. 2020;12(6):1607.
21. Ramiro-Cortijo D et al. Nutrients. 2020;12(2):534.
22. Cao X et al. Food Funct. 2018;9(2):1163-7
23. Hernell O et al. J Pediatr. 2016;173:S60-5.
24. Siziba LP et al. Nutrients. 2019;11(12):2842.
25. Demmelmair H & Koletzko B. J Clin Endocrinol Metab. 2018;32(1):57-68.
26. Hageman JH et al. Int. Dairy J. 2019;92:37-49.