

# Mais qu'y a-t-il dans le lait maternel .....

Résultats tirés d'un projet universitaire pour le Breastfeeding Course for Health Care Providers, Douglas College, New Westminster, BC, Canada - © 2007 by Cecily Heslett, Sherri Hedberg and Haley Rumble.  
Version française LLL France. Mise à jour 2021 par Britta Boutry-Stadelmann. bst.boutry@gmail.com

Lait maternel	Lait artificiel
<b>Eau</b>	<b>Eau</b>
<b>Glucides</b> (source énergétique) Lactose Oligosaccharides (plus de 200 sortes différentes !) (Cf. ci-dessous)	<b>Glucides</b> Lactose Maltodextrine de maïs
<b>Acide carboxylique</b> Acide Alpha hydroxy Acide lactique	
<b>Protéines</b> (construction musculaire et osseuse) Protéines de lactosérum Alpha-lactalbumine HAMLET (Human Alpha-lactalbumin Made Lethal to Tumor cells) Lactoferrine Nombreux facteurs antimicrobiens (Cf. ci-dessous) Caséine Sérum albumine	<b>Protéines</b> Concentré de protéines de lactosérum partiellement hydrolysées à charge minérale réduite (à partir de lait de vache)
<b>Azote non protéique</b> Créatine Créatinine Urée Acide urique Peptides (Cf. ci-dessous) <b>Acides aminés</b> (constituants fondamentaux des protéines) Alanine Arginine Aspartate Clycine Cystine Glutamate Histidine Isoleucine Leucine Lycine Méthionine Phénylalanine Proline Sérine Taurine Théronine Tryptophane Tyrosine Valine Carnitine (nécessaire pour l'utilisation des acides gras comme source d'énergie)	<b>Acides aminés</b> Taurine L-Carnitine (combinaison de 2 acides aminés différents)

<p><b>Nucléotides</b> (composants chimiques qui sont les unités structurelles de l'ARN et de l'ADN)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5'-Adenosine monophosphate (5''-AMP)</li> <li>3':5'-Cyclic adenosine monophosphate (3':5'-cyclic AMP)</li> <li>5'-Cytidine monophosphate (5'-CMP)</li> <li>Cytidine diphosphate choline (CDP choline)</li> <li>Guanosine diphosphate (UDP)</li> <li>Guanosine diphosphate - mannose</li> <li>3'- Uridine monophosphate (3'-UMP)</li> <li>5'-Uridine monophosphate (5'-UMP)</li> <li>Uridine diphosphate (UDP)</li> <li>Uridine diphosphate hexose (UDPH)</li> <li>Uridine diphosphate-N-acetyl-hexosamine (UDPAH)</li> <li>Acide uridine diphosphoglucuronique (UDPGA)</li> </ul> <p>Plusieurs autres nucléotides du type UDP</p>	<p><b>Nucléotides</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cytidine 5-monophosphate</li> <li>- Disodium uridine 5-monophosphate</li> <li>- Adénosine 5-monophosphate</li> <li>- Disodium guanosine 5-monophosphate</li> </ul>
<p><b>Lipides</b></p> <p><u>Triglycérides</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Acides gras polyinsaturés à longue chaîne <ul style="list-style-type: none"> <li>Acide docosahexaénoïque (DHA) (important pour le développement cérébral)</li> <li>Acide arachidonique (ARA) (important pour le développement cérébral)</li> <li>Acide linoléique</li> <li>Acide alpha-linolénique (ALA)</li> <li>Acide eicosapentaénoïque (EPA)</li> <li>Acide linoléique conjugué (acide ruménique)</li> </ul> </li> <li>Acides gras libres</li> <li>Acides gras monoinsaturés <ul style="list-style-type: none"> <li>Acide oléique</li> <li>Acide palmitoléique</li> <li>Acide heptadécanoïque</li> </ul> </li> <li>Acides gras saturés <ul style="list-style-type: none"> <li>Acide stéarique</li> <li>Acide palmitique</li> <li>Acide laurique</li> <li>Acide myristique</li> </ul> </li> </ul> <p><u>Phospholipides</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Phosphatidylcholine</li> <li>Phosphatidyléthanolamine</li> <li>Phosphatidylinositol</li> <li>Lysophosphatidylcholine</li> <li>Lysophosphatidyléthanolamine</li> <li>Plasmalogènes</li> </ul> <p><u>Sphingolipides</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sphingomyéline</li> <li>Gangliosides <ul style="list-style-type: none"> <li>GM1</li> <li>GM2</li> <li>GM3</li> </ul> </li> <li>Glucosylcéramide</li> <li>Glycosphingolipides</li> </ul>	<p><b>Lipides</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Huile de palme</li> <li>Huile de soja</li> <li>Huile de noix de coco</li> <li>Huile de carthame à haute teneur en acide oléique (ou huile de tournesol)</li> <li>Huile de Mortierella alpina (DHA tiré d'un champignon)</li> <li>Huile de C.cohnii (ARA tiré d'une algue)</li> </ul> <p>Lécithine de soja</p>

<p>Galactosylcéramide Lactosylcéramide Globotriaosylcéramide (GB3) Globoside (GB4)</p> <p><u>Stérols</u></p> <p>Squalène Lanostérol Dimethylstérol Methostérol Lathostérol Desmostérol Triacylglycérol Cholestérol 7-déhydrocholestérol Stigmastérol et campestérol 7-kétocholestérol Sitostérol β-lathostérol Métabolites de la vitamine D Hormones stéroïdiennes</p>	
<p><u>Vitamines</u></p> <p>a-Tocophérol Acide folique Acide pantothénique Bêta-carotène Biotine Niacine Riboflavine Thiamine Vitamine A Vitamine B6 Vitamine B8 (Inositol) Vitamine B12 Vitamine C Vitamine D Vitamine E Vitamine K</p>	<p><u>Vitamines</u></p> <p>Acétate de d-alpha-tocophéryl Acide folique Ascorbate de sodium Biotine Chlorhydrate de pyridoxine Choline bitartrate Inositol Mononitrate de thiamine Niacinamide Pantothénate de calcium Phylloquinone Riboflavine Vitamine A acétate Vitamine B12 Vitamine D3</p>
<p><u>Minéraux</u></p> <p>Calcium Sodium Potassium Fer Zinc Chlore Phosphore Magnésium Cuivre Manganèse Iode Sélénium</p>	<p><u>Minéraux</u></p> <p>Chlorure de calcium Citrate de potassium Phosphate de potassium Phosphate tricalcique Citrate de sodium Chlorure de magnésium Sulfate ferreux Sulfate de zinc Chlorure de sodium Sulfate de cuivre Iodure de potassium Sulfate de manganèse</p>

<p>Choline Soufre Chrome Cobalt Fluor Nickel Molybdène (élément essentiel dans bcp d'enzymes)</p>	<p>Sélénate de sodium</p>
<p><b>Facteurs de croissance</b> (aident à la maturation de la paroi intestinale)</p> <p><u>Cytokines</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Interleukine-1<math>\beta</math> (IL-1<math>\beta</math>)</li> <li>IL-2</li> <li>IL-4</li> <li>IL-6</li> <li>IL-8</li> <li>IL-10</li> <li>Facteur de stimulation des colonies de granulocytes (G-CSF)</li> <li>Facteur de stimulation des colonies de macrophages (M-CSF)</li> <li>Facteurs de croissance dérivés des plaquettes (PDGF)</li> <li>Facteur de croissance de l'endothélium vasculaire (VEGF)</li> <li>Facteur de croissance -<math>\alpha</math> des hépatocytes (HGF-<math>\alpha</math>)</li> <li>HGF-<math>\beta</math></li> <li>Facteur de nécrose tumorale -<math>\alpha</math></li> <li>Interferon-<math>\gamma</math></li> <li>Facteur de croissance épithéliale (EGF)</li> <li>Facteur de croissance transformant -<math>\alpha</math> (TGF-<math>\alpha</math>)</li> <li>TGF <math>\beta</math>1</li> <li>TGF-<math>\beta</math>2</li> <li>Facteur de croissance analogue à l'insuline (IGF-I) (ou somatomédine)</li> <li>Facteur de croissance analogue à l'insuline type II</li> <li>Facteur de croissance du tissu nerveux (NGF)</li> <li>Erythropoïétine</li> </ul> <p><u>Peptides</u> (combinaisons d'acides aminés)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>HMGF I (facteur de croissance humain)</li> <li>HMGF II</li> <li>HMGF III</li> <li>Cholécystokinine (CCK)</li> <li><math>\beta</math>-endorphines</li> <li>Hormone parathyroïdienne (PTH)</li> <li>Peptide apparenté à l'hormone parathyroïdienne (PTHrP)</li> <li><math>\beta</math>-défensine-1</li> <li>Calcitonine</li> <li>Gastrine</li> <li>Motiline</li> <li>Bombésine(peptide facteur de libération gastrique ou neuromédine bêta)</li> <li>Neurotensine</li> <li>Somatostatine</li> </ul>	

<p><u>Hormones</u> (messagers chimiques porteurs de signaux d'une cellule ou d'un groupe de cellules vers d'autres par voie sanguine)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cortisol</li> <li>Triiodothyronine (T3)</li> <li>Thyroxine (T4)</li> <li>Hormone stimulant la thyroïde (TSH) (ou thyrotropine)</li> <li>Thyréostimuline (TRH)</li> <li>Prolactine</li> <li>Ocytocine</li> <li>Insuline</li> <li>Corticostérone</li> <li>Thrombopoïétine</li> <li>Hormone libératrice de la gonadotropine (GnRH)</li> <li>Leptine (aide la régulation de la consommation alimentaire)</li> <li>Ghréline (aide la régulation de la consommation alimentaire)</li> <li>Adiponectine</li> <li>Inhibiteur rétro-actif de la lactation - Feedback inhibitor of lactation (FIL)</li> <li>Eicosanoïdes <ul style="list-style-type: none"> <li>Prostaglandines (dérivés enzymatiques des acides gras) <ul style="list-style-type: none"> <li>PG-E1</li> <li>PG-E2</li> <li>PG-F2</li> </ul> </li> <li>Leucotriènes</li> <li>Thromboxanes</li> <li>Prostacyclines</li> </ul> </li> </ul>	
<p><u>Enzymes</u> (catalyseurs des réactions chimiques corporelles)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Amylase</li> <li>Arylsulfatase</li> <li>Catalase</li> <li>Histaminase</li> <li>Lipase</li> <li>Lysozyme</li> <li>PAF-acétylhydrolase</li> <li>Phosphatase</li> <li>Xanthine oxydase</li> </ul>	<p><u>Enzyme</u></p> <p>Trypsine</p>
<p><u>Antiprotéases</u> (supposées se lier aux macromolécules comme les enzymes et, par là, participer à la prévention des allergies et réactions anaphylactiques)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a-1-antitrypsine</li> <li>a-1-antichymotrypsine</li> </ul>	

<p><b>Facteurs antimicrobiens</b> (servent au système immunitaire à identifier et neutraliser les corps étrangers, comme les bactéries et virus)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Leucocytes (globules blancs) <ul style="list-style-type: none"> <li>Phagocytes <ul style="list-style-type: none"> <li>Basophiles</li> <li>Neutrophiles</li> <li>Eosinophiles</li> </ul> </li> <li>Macrophages</li> <li>Lymphocytes <ul style="list-style-type: none"> <li>B lymphocytes (ou B cells)</li> <li>T lymphocytes (ou C cells)</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>slgA (immunoglobuline sécrétoire de type A) (le facteur anti-infectieux le plus important)</li> <li>IgA2</li> <li>IgG</li> <li>IgD</li> <li>IgM</li> <li>IgE</li> <li>Complément C1</li> <li>Complément C2</li> <li>Complément C3</li> <li>Complément C4</li> <li>Complément C5</li> <li>Complément C6</li> <li>Complément C7</li> <li>Complément C8</li> <li>Complément C9</li> <li>Glycoprotéines <ul style="list-style-type: none"> <li>Mucines (se lient aux bactéries et virus et les empêchent d'adhérer aux muqueuses)</li> <li>Lactadhérine</li> </ul> </li> <li>Alpha-lactoglobuline</li> <li>Alpha-2 macroglobuline</li> <li>Antigènes du groupe sanguin de Lewis</li> <li>Ribonucléase</li> <li>Inhibiteurs de l'hémagglutinine</li> <li>Facteur bifidus (améliore la croissance du Lactobacillus bifidus qui est une bonne bactérie)</li> <li>Lactoferrine (se lie au fer, ce qui prive les bactéries nocives de fer pour leur propre croissance)</li> <li>Lactoperoxydase</li> <li>Protéine de liaison à la B12 (prive les microorganismes de vitamine B12)</li> <li>Fibronectine (rend les phagocytes plus efficaces, diminue l'inflammation et répare les dommages causés par l'inflammation)</li> <li>Oligosaccharides (plus de 200 types différents dont 150 spécifiquement humains ! = HMO Human Milk Oligosacch.</li> </ul>	
<p><b>Autres éléments vivants</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- cellules souches maternelles</li> <li>- mi-ARN (messagers épigénétiques)</li> </ul>	

### Le microbiome du lait humain

- Le lait maternel contient des bactéries spécifiques qui entrent dans le corps du bébé et le peuplent.
- La variété de ces bactéries est bien plus importante que ce qu'on imaginait avant les études de 2011.
- Dans le **colostrum** : Weisella, Leuconostoc, Staphylococcus, Streptococcus, et Lactococcus sont prédominants.
- Dans le **lait mature** (0-6 mois) les Veillonella, Leptotrichia, et Prevotella augmentent significativement.
  
- Sources :
  - Drago et al, Human Milk microbiome, Italy versus Burundi, ISME 2016; 1751-7362/16
  - Cabrera-Rubio et al, Human milk microbiome, Am J Clin Nutr 2012;96:544–51.
  - Fernandez et al, Human milk microbiota, Pharmacological Research 69 (2013)1-10.
  - Hunt et al, Bacterial communities in healthy human milk. PLoS ONE 2011; 6(6): e21313.

5 novembre 2021