**LES BESOINS ALIMENTAIRES AU QUOTIDIEN**

Les glucides, lipides, protides, vitamines, sels minéraux, les boissons ... sont des substances qui composent l'ensemble des aliments et que l'on appelle nutriments.Ils proviennent de la transformation des aliments au cours de la digestion apportant l'énergie nécessaire aux cellules et les éléments indispensables à leur réparation et leur multiplication.
On appelera d'équilibré une ration alimentaire quand elle se compose de la manière suivante:

* + Glucides:55 % de l'apport calorique total
	+ Protides:30 % de l'apport calorique total
	+ Lipides:15 % de l'apport calorique total
	D'autre part, il faut respecter certaines données:

Pour les glucides, les sucres sous formes raffinée ne doivent pas dépasser 10 % de l'apport énergétique total.
Pour les lipides, leur apport d'origine végétale doit être au moins de 40 %
Pour les protides, leur apport doit être équilibré entre les protides d'origine animal et végétal.
Un déséquilibre entre les nutriments est souvent constaté dans les pays développés, contribuant à une augmentation des maladies cardio vasculaires.

**Constitution et prises des repas**

Pour assurer un équilibre dans les apports alimentaires, il faut garder la même proportion dans chaque repas.C'est le docteur Creff qui a proposéla règle 421 GPL. Cette règle bien que n'ayant aucun rapport avec le carburant pour les voitures, peut s'avérer utile, car facile à retenir.En effet il vous suffit d'appliquer à chaque repas:

* + 4 parts de glucides
	+ 2 parts de protides
	+ 1 part de lipides
	De ce fait nous devons retrouver dans notre assiette et à chaque repas:

|  |  |
| --- | --- |
| **Nutriments** | **Constituants** |
|  |  |
| 4 portions de glucides  |  une crudité: Salade,tomate... * + une cuidité: Légumes cuits...
	+ un glucide à digestion lente: Pain, riz, pâte, semoule...
	+ Un glucide à digestion rapide: Miel, confiture, compotes, chocolat...
 |
| 2 portions de protides  |  un protide lacté apportant du calcium: Lait, fromage... * + un protide non lacté: Viandes, poissons, oeufs, crustacés...
 |
| 1 portions de lipides  |  1/2 portion de lipide d'origine animale: Beurre, crème fraiche, graisses animales... * + 1/2 portion de lipide d'origine végétale: Huile (en assaisonnement par ex), margarines fruits oléagineux (noix, noisettes, amandes, cacahuètes)...
 |

**Principes généraux à respecter au cours des repas**

-Prendre les repas à heures fixes
-Manger lentement dans une atmosphère détendue
-Mastiquer longuement les aliments
-Ne pas boire pendant les repas
-Ne pas grignoter entre les repas

En sachant que:

* + 1g. de protide fournit 4 calories
	+ 1g. de lipide fournit 9 calories
	+ 1g. de protides fournit 4 calories
	Bien que trés employée, la calorie n'est pas l'unité officielle internationale. celle-ci est le joule.
	+ 1 calorie = 4.18 joules

Le tableau ci-dessous donne une estimation des besoins énergétiques pour des groupes d'individus diffèrents:

|  |
| --- |
| **Apports énergetiques recommandés en Kilocalories/Jour** |
|  |  |  |  |
| Enfants | Filleou Garçon | * + 1 à 3 ans
	+ 4 à 6 ans
	+ 7 à 10 ans
 | * + 1300
	+ 1700
	+ 2100
 |
| Adolescents | HommesFemmes | * + 11 à 12 ans
	+ 13 à 15 ans
	+ 16 à 20 ans
	+ 11 à 12 ans
	+ 13 à 15 ans
	+ 16 à 20 ans
	+ Activité physique réduite
 | * + 2600
	+ 2900
	+ 3000
	+ 2300
	+ 2500
	+ 2400
	+ 2100
 |
| Adultes | HommesFemmes | * + Activité physique moyenne habituelle
	+ Activité physique importante
	+ Activité physique très importante
	+ Activité physique réduite
	+ Activité physique moyenne habituelle
	+ Activité physique importante
	+ Enceintes:
		- -1er trimestre
		- -2ème trimestre
		- -3ème trimestre
		- Allaitante
 | * + 2700
	+ 3000
	+ 3500 à 5000
	+ 1800
	+ 2000
	+ 2200
	+ 2200
	+ 2300
	+ 2500
	+ 2800
 |

La ration calorique doit faire face aux différents besoins.Cependant si celle-ci est supérieure ou inférieure aux dépenses, le sujet grossira ou maigrira.Vous pouvez calculer votre poids théorique en appliquant la formule ci-dessous.

**Alimentation de l’enfant**

## 1 Besoins alimentaires

Un besoin nutritionnel ou alimentaire se définit comme la quantité minimale d'un nutriment qui doit être régulièrement absorbée pour assurer une nutrition normale chez un individu en bonne santé.

Le terme sous-entend chez l'enfant plusieurs grands principes de nutrition :
- La nécessité d'apporter une alimentation équilibrée et adaptée à la maturité des fonctions digestives et rénales de l'enfant (en particulier du nouveau-né et du nourrisson).
- Le respect de l'aspect quantitatif et qualitatif.
- Le but d'un développement optimal et non maximal.
- Les besoins alimentaires couvrent :

* l'apport énergétique minimal (métabolisme de base),
* le remplacement des matériaux usagés,
* l'apport énergétique destiné à l'activité physique,
* l'apport calorico-protidique destiné au développement (croissance et maturation) spécifique à l'enfant.

De nombreux experts ont établi des "apports recommandés" en tenant compte autant des variations individuelles de chaque enfant que de l'insuffisance de nos connaissances sur certains points. La plupart des recommandations actuelles incluent donc une marge de sécurité pouvant atteindre 50 %. La consommation d'une quantité de nutriment respectant " à la lettre " les besoins nutritionnels élimine tout risque de carence ; le risque est très élevé en deça de 70% des apports quotidiens recommandés. Il faut enfin noter que ces apports recommandés tiennent souvent compte de traditions alimentaires et qu'ils ne constituent pas un dogme absolu, applicable à l'échelon individuel.

### 1.1 Les besoins caloriques

Les besoins sont exprimés en " grandes " calories (Kcal ou Cal) ou en Joules, en fonction du poids et de l'âge : 1 cal = 4,18 joules.

#### 1.1.1 Aspects quantitatifs

##### 1.1.1.1 Les besoins énergétiques (AET Apports énergétiques totaux)

Ils sont d'autant plus grands que l'enfant est jeune et/ou en croissance rapide (3 premières années, puberté) :

|  |  |
| --- | --- |
| - Prématuré : 130 Cal/kg/j- 3 à 9 mois : 110 Cal/kg/j - Puberté : 50 à 55 Cal/kg/j  | - 0 à 3 mois : 120 Cal/kg/j - 2è enfance : 70 à 80 Cal/kg/j - Adulte : 40 Cal/kg/j  |

On peut utiliser une formule en fonction du poids de l'enfant :
- pour les 10 premiers kilogrammes : 100 Cal/kg
- pour les 10 suivants : 50 Cal/kg
- pour le reste du poids : 25 Cal/kg.

Exemple : 10 ans - 32 kilos : (100 x 10) + (50 x 10) + (25 x 12) = 1.800 Cal.

Il y a un risque de surévaluation pour l'obèse et de sous évaluation chez l'hypotrophique dans le calcul de la ration en fonction du poids.

A 1 an (10 kg), les besoins sont à peu près à la moitié des besoins de la mère (1000 Cal).
A 15 ans, lors de la puberté (55 kg), les besoins sont de 1,5 fois ceux de l'adulte (3000 Cal).

##### 1.1.1.2 Destinée de l'apport calorique

L'énergie est utilisée à (en ordre décroissant) :
1. le métabolisme de base
2. le renouvellement et la synthèse de tissus nouveaux (croissance)
3. les pertes énergétiques diverses (thermorégulation)
4. l'activité musculaire (surtout après 6 mois)

L'apport calorique destiné à couvrir le métabolisme de base et les pertes énergétiques est peu " compressible " ; en cas de carence calorique, c'est bien évidemment la part destinée à l'activité physique qui est réduite puis très rapidement la part destinée à assurer la croissance. Plus la croissance est rapide et plus elle sera altérée par un déficit énergétique.

***Besoins liés à la croissance :***- Pendant sa première année un nourrisson grandit de 25 cm (sa taille s'accroit donc de 50%) et il prend 6 Kg (son poids triple pratiquement).
- Pendant les phases de croissance rapide (3 premières années, puberté), les besoins énergétiques destinés à la croissance sont élevés. On estime qu'il faut environ 5 Cal pour un gain de poids d'1 g.

* de 0 à 3 mois l'enfant prend 30 g/j (soit un besoin de 150 Cal)
* de 3 à 6 mois l'enfant prend 20 g/j (soit un besoin de 100 Cal)
* de 6 à 12 mois l'enfant prend 12,5 g/j (soit un besoin de 60 Cal)
* de 1 à 3 ans, le gain de poids journalier n'est que de 6 g (soit un besoin de 30 Cal).

Pendant la croissance la composition corporelle change avec diminution de l'eau totale, augmentation de la masse maigre et de la masse grasse qui atteint son maximum à 6 mois de vie (21% du poids corporel). Au cours des premiers mois le gain de poids est constitué de 3,3 g/Kg/J de lipides (41% du gain) et de 1 g/Kg/j de protéines (14% du gain).
Il faut par ailleurs souligner l'importance prépondérante de la croissance cérébrale qui représente à elle seule 50% des dépenses énergétiques de croissance au cours des 6 premiers mois de vie.

#### 1.1.2 Aspects qualitatifs

Les calories sont apportées dans l'alimentation par les glucides (4 Cal/g), les protides (4 Cal/g), les lipides (9 Cal/g).
- Après diversification, l'équilibre recommandé est le suivant :

* 12 à 15% des calories protidiques,
* 30 à 35% des calories lipidiques,
* 50 à 65% des calories glucidiques.

Ces trois groupes ne sont pas interchangeables.

- Avant la diversification, le lait maternel assure une croissance optimale alors que sa composition est toute différente ; il apporte :

* 10% des calories protidiques,
* 30 à 50% des calories lipidiques.

Dans l'équilibre entre les 3 grandes catégories de nutriments, il faut tenir compte :
- de l'action dynamique spécifique représentant la fraction de l'apport énergétique alimentaire obligatoirement dispersée en chaleur. Elevée pour les protides, elle est faible pour les glucides. Ainsi pour disposer de 100 Cal, il faut :

* 106 Cal glucidiques,
* 114 Cal lipidiques,
* 140 Cal protidiques.

- des différences métaboliques pour une mise en " réserve " ; ainsi pour stocker 100 Cal sous forme de graisses de réserve, il faut :

* 101 Cal lipidiques
* 120 Cal glucidiques (15% de perte)
* 145 Cal protidiques (31% de perte)

Les régimes déséquilibrés majorent les risques de malnutrition.

### 1.2 Les besoins en eau

#### 1.2.1 L'importance des besoins en eau s'explique par trois arguments :

1.2.1.1 L'eau est le principal constituant du corps avec une répartition différente chez l'enfant de l'adulte. Dans l'organisme, l'eau est répartie en deux secteurs :
- liquide intracellulaire (LIC)
- liquide extracellulaire (LEC), subdivisé en liquide intravasculaire et liquide intersticiel.
La répartition de ces secteurs est très différente chez l'adulte et chez l'enfant :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|   | **Adultes**  | **Nourrissons**  | **Nouveau-nés**  | **Prématurés**  |
| **LIC** | 50%  | 35%  | 25%  | 20%  |
| **LEC** | 20%  | 40%  | 50%  | 60%  |
| **TOTAL** | 70%  | 75%  | 75%  | 80%  |

1.2.1.2 L'excrétion urinaire de l'eau est la voie d'élimination de déchets métaboliques solubles, d'autant que le pouvoir de concentration osmolaire est faible pendant les premiers mois de vie (< 400 mosmol/l).

1.2.1.3 L'évaporation hydrique sur la peau et les muqueuses est un facteur important de perte d'eau. Le rapport surface corporelle / poids est plus élevé chez l'enfant, expliquant l'importance de la déperdition hydrique.

Les besoins hydriques du nourrisson sont proportionnellement beaucoup plus élevés que ceux de l'adulte :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Age** | **Poids** | **Eau (ml/Kg)** |
| - 3 jours- 10 jours- 3 mois- 6 mois- 9 mois - 1 an  | 3,0 Kg3,2 Kg5,5 Kg 7,5 Kg 8,7 Kg 9,5 Kg  | 80-100 125-150 130-160 120-150 110-140 100-120  |

#### 1.2.2 L'équilibre de la balance hydrique

Normalement, il existe un équilibre entre :

##### 1.2.2.1 les apports :

- eau ingérée, eau de constitution des aliments, eau provenant du métabolisme (1 g de protides et 1 g de glucides = 0,5 ml d'eau ; 1 g de lipide = 1 ml)

##### 1.2.2.2 les éliminations qui se font par :

**- les urines** : 65% des éliminations (1000 ml/m²/j).
La filtration glomérulaire et la ré-absorption tubulaire peuvent être perturbées (tubulopathie, troubles endocriniens).
**- les matières fécales** : 5 à 10%.
On doit cependant rappeler dans les éliminations les fausses éliminations constituées par la sécrétion des sucs digestifs normalement ré-absorbés, sauf en cas de diarrhée et de vomissements. Proportionnellement, la quantité de sucs digestifs est beaucoup plus élevée chez l'enfant que chez l'adulte.
- **la perspiration cutanée** insensible, **la transpiration** et **la respiration** : 25 à 30%.
Ces chiffres varient en fonction de la chaleur ambiante (augmentation des besoins de 30 ml/kg/j par degré au dessus de 30°), du degré hygrométrique (problème des incubateurs), de la vitesse de circulation de l'air et enfin de la température du corps.

La balance hydrique, rapport entre les entrées et les sorties d'une part et le stock d'eau de l'organisme d'autre part, est considérablement plus élevée chez le nourrisson que chez l'adulte :

* 2 litres pour 14 litres chez un adulte de 70 kg (1/7)
* 0,7 litre pour 1,4 litre chez un nourrisson de 7 kg (1/2).

### 1.3 Les besoins en azote

Les protéines sont la seule source d'azote de l'organisme. Il n'existe pas de protéines de réserve et en cas de carence d'apport, la synthèse protéique se fera au dépens de protéines de structure et en premier lieu de la masse musculaire.
Les protéines ont des rôles biologiques aussi divers qu'indispensables :
- Croissance et développement de l'organisme (os, muscles, peau, phanères)
- Protéines de défense (immunoglobulines)
- Protéines de transport (albumine, hémoglobine, etc.)
- Protéines enzymatiques et hormonales.

Toutes les protéines alimentaires n'ont pas la même valeur nutritionnelle, aussi est-il artificiel de distinguer les besoins quantitatifs et qualitatifs, ce que nous ferons cependant pour faciliter l'exposé.

#### 1.3.1 Aspect quantitatif

La mesure quantitative du besoin azoté se fait par la technique des bilans : quantité ingérée moins quantité rejetée (rejetée dans les urines : azote métabolisé ; dans les selles : protéines non métabolisées + petite quantité secrétée par le tube digestif).
Tout bilan chez le nourrisson nécessite l'immobilisation sur un lit métabolique, manoeuvre qui, en elle-même, peut modifier le métabolisme. Le bilan dépend par ailleurs de multiples facteurs : taux de protides du régime, qualité des protéines (teneur en acides aminés), ration calorique, équilibre protides / autres nutriments, facteurs psychologiques (immobilisation, visite de la famille,etc). Ceci explique la grande variabilité des recommandations.

**Apports protéiques : marges de variation acceptables**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Groupes d'Age**  | **g/kg/24 h**  | **g/24 h**  |
| 1 - 3 mois  | 2-2,2  | -  |
| 3 - 6 mois  | 1,8-2  | -  |
| 6 - 9 mois  | 1,5 - 1,8  | -  |
| 9 - 12 mois  | 1,4 - 1,7  | -  |
| 1 - 3 ans  | 1,2  | 15 à 45  |
| 4 - 6 ans  | 1,1  | 20 à 60  |
| 7 - 9 ans  | 1  | 30 à 70  |
| ***Garçons* :** 10 - 12 ans 13 - 15 ans 16 - 19 ans  | - - -  | 45 à 85 60 à 95 60 à 110  |
| ***Filles* :** 10 - 12 ans 13 - 15 ans 16 - 19 ans  | - - -  | 45 à 75 50 à 85 50 à 85  |

#### 1.3.2 L'aspect qualitatif

La valeur des protéines apportées par un aliment varie beaucoup en fonction des acides aminés qui la composent (AA essentiels) et de sa digestibilité.

##### 1.3.2.1 Les Acides Aminés Essentiels :

Parmi les 23 acides aminés 8 sont dits essentiels (isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophane et valine) car l'organisme ne peut en faire la synthèse. On y ajoute chez l'enfant l'histidine, essentielle pour la croissance, mais également les acides aminés dits semi-essentiels (tyrosine, cystéine, taurine) dont les voies de synthèse sont "immatures".

La valeur biologique d'une protéine est fonction de la présence de ces acides aminés indispensables et de l'équilibre de leurs taux respectifs.
La valeur d'une protéine est donnée en comparant sa composition en acides aminés à celle d'une protéine de référence : l'oeuf. En pratique, lorsque l'on compare différents régimes, on utilise plus volontiers le lait que l'oeuf et il serait plus logique pour l'homme et le nourrisson, d'avoir la protéine du lait de femme comme protéine de référence. Il existe en France une protéine " idéale "de référence officielle en termes de composition pour chacun des AA (J.O du 14/09/1976).

Les protéines d'origine animale (oeuf, viandes, poissons, lait) ont une composition satisfaisante en acides aminés. Ce sont des protéines nobles, mais elles se conservent mal et sont chères. Les protéines d'origine végétale, sont déficientes en plusieurs acides aminés essentiels : les céréales principalement en lysine, les légumineuses en méthionine. Deux légumineuses font exception : le soja et le tournesol.
On connaît la composition en acides aminés des différentes protéines et on en détermine ainsi l'indice protéique. L'acide aminé dont le taux est le plus bas par rapport au taux de la protéine de référence est dit facteur limitant.
On peut ainsi établir différents coefficients :
- taux d'AA essentiels par rapport à 1 g d'azote d'une protéine,
- taux d' AA essentiels par rapport au poids des acides aminés totaux,
Il faut en effet également tenir compte des AA non essentiels. Dans les phases de croissance rapide, la capacité de synthèse des AA non essentiels telle la glutamine peut devenir un facteur limitant de la proteosynthèse.
Un rapport précis AA essentiels / AA totaux doit donc être respecté : 0,4 de 0 à 6 mois, 0,33 à 2 ans.

**Estimation des besoins en acides aminés**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ACIDES AMINES (mg/j)**  | **DE 4 A 6 MOIS**  | **DE 10 A 12 ANS**  |
| Histidine  | 33  | ?  |
| Isoleucine  | 83  | 28  |
| Leucine  | 135  | 42  |
| Lysine  | 99  | 44  |
| AA Soufrés totaux (Methionine, Cystine)  | 49  | 22  |
| AA Aromatiques totaux (Phénylalanine, tyrosine)  | 141  | 22  |
| Thréonine  | 68  | 28  |
| Tryptophane  | 21  | 4  |
| Valine  | 92  | 25  |

 **Remarques :**
1. Il est souhaitable que la moitié des protéines de l'alimentation soient des protéines animales : ceci est largement réalisé dans les pays industrialisés, mais malheureusement pas dans les pays du tiers-monde.

2. On peut, par des mélanges de protéines de valeur biologique modeste, mais contenant des acides aminés en proportion différente, obtenir un produit bien meilleur : c'est la "supplémentation". Par exemple, en mélangeant une protéine de valeur biologique 50 à une protéine de baleur biologique 60, on peut obtenir un mélange de valeur biologique 80, en diminuant les facteurs limitants de chaque protéine.

3. On doit insister sur les besoins en lysine, particulièrement importants dans les périodes de croissance et sur le déficit en cet acide aminé dans les céréales qui sont cependant la base de la plupart des farines utilisées dans l'alimentation de l'enfant.

4. Les notions de besoins en acides aminés prennent une importance très grande dans les troubles du métabolisme de certains acides aminés (exemple : la phénylcétonurie) qui nécessitent des régimes restrictifs en certains acides aminés.

##### 1.3.2.2 Digestibilité des protéines

Une protéine se juge également par sa digestibilité, la vitesse de libération des acides aminés au cours de la digestion, la vitesse d'absorption des acides aminés. La digestibilité dépend de la composition globale de l'aliment telle que la teneur en fibres ou en phénols des végétaux. Le mode de préparation culinaire (cuisson) modifie également la digestibilité des protéines.
Ces différents facteurs permettent d'établir la valeur d'utilisation nette ou le coefficient d'utilisation digestive : CUD (N retenu/N ingéré).

Le tableau suivant résume ces qualités nutritionnelles des protéines alimentaires :

**Valeur nutritionnelle des protéines (en %)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Protéine**  | **Digestibilité**  | **Valeur** **Biologique**  | **Acide Aminé** **Limitant**  |
| - Œuf | 99,1  | 98,7  | -  |
| - "Petit lait" | 99,8  | 91,4  | -  |
| - Muscle de boeuf | 92  | 87,5  | -  |
| - Caséine | 93,1  | 83,9  | Méthionine  |
| - Farine de Soja | 79,4  | 74,1  | Méthionine  |
| - Farine d'Arachide | 90,9  | 50,8  | Lysine - Méthionine  |
| - Gluten de Blé | 98,5  | 48,5  | Lysine - Thréonine  |
| - Zéïne (maïs) | 48,3  | 26,7  | Lysine - tryptophane  |

### 1.4 Besoins en glucide

Les glucides ont essentiellement un rôle d'apport calorique: ils représentent 50 à 60% de l'apport énergétique total (AET).

**Classification des glucides alimentaires :**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **SUCRES LIBRESMonosaccharides**GlucoseFructose**Oligosaccharides**SaccharoseLactoseMaltose**POLYSACCHARIDES****De réserve**DextrineAmidon**---------------------------------** GommesMucilagesAlgues**De structure**PectinesHémicellulosesCellulosesLignines  | **Glucides****assimilables**--------------------------------**Glucides non assimilables****ou****Fibres alimentaires** | **Glucides****digestibles**--------------------------------- **Fibres brutes**  |

#### 1.4.1 Les oses simples

Le glucose pur ou venant de l'hydrolyse intestinale du saccharose, du lactose ou de glucides plus complexes est le sucre type mais il ne peut être utilisé à une dose supérieur à 5%.
Le fructose est présent dans les fruits et le miel ou issu de l'hydrolyse du saccharose.
Le xylose est un pentose constituant majeur des polysaccharides de parois cellulaires des plantes (voir " fibres "). Il n'est pas présent à l'état de monosaccharide dans l'alimentation.

#### 1.4.2 Les disaccharides

Le lactose (glucose + galactose) est le sucre du lait maternel. Le galactose entre dans la constitution des cérébrosides, donc de la substance cérébrale. En raison d'un faible pouvoir édulcorant, il ne risque pas de développer l'appétance pour le goût sucré de l'enfant.
Le saccharose (glucose + fructose) extrait du suc de betterave ou de canne à sucre, également présent dans certains fruits est bien toléré mais il est à l'inverse très sucrant et très cariogène, son apport doit rester inférieur à 10% des apports énergétiques totaux.
Le maltose (glucose + glucose) est issu de l'hydrolyse des polymers de glucose après action des amylases.

#### 1.4.3 Les polymères de glucose ou polysaccharides

Ce sont des polymères de haut poids moléculaire, de structure complexe, sans saveur sucrée, et de digestibilité variable.
- La dextrine-maltose est bien absorbée. Elle est moins sucrante que le saccharose et accoutume moins l'enfant à une alimentation sucrée. Elle est très souvent ajoutée au lait dans de nombreuses préparations pour nourrissons et de suite à sucrage mixte.
- L'amidon est le principal glucide de réserve du monde végétal : tubercules (pomme de terre), racines (manioc), graines (riz, maïs). Il est formé de deux types de polysaccharides (l'amylose et l'amylopectine). La capacité de digestion de l'enfant pour ces glucides plus complexes est faible au début de la vie (rôle de l'amylase pancréatique), mais se développe rapidement.

#### 1.4.4 Les fibres alimentaires

Elles proviennent des plantes où elles forment un complexe de polymères.
La cellulose, est retrouvée dans la peau des fruits, l'enveloppe des graines, les feuilles et tiges des plantes comestibles. Les pectines et l'hémicellulose forment une matrice entourant la cellulose dans la paroi cellulaire.
Les fibres alimentaires non digestibles et non assimilables jouent un rôle biologique important, en particulier du fait de leur pouvoir de rétention d'eau. On note par exemple une rétention d'eau de 4 x son poids pour le son de blé, 8 x pour le chou, 13 x pour la pomme. Ces propriétés sont utilisées pour le traitement diététique de la constipation.
Les fibres non assimilables favorisent la croissance bactérienne (fibres fermentescibles). Sous l'influence de la flore intestinale, elles peuvent être en partie digestibles (de 20 à 80% pour la cellulose, à 50% pour le son de blé, à 90% pour les pectines, les lignines sont totalement non digestibles).

### 1.5 Besoins en lipides

#### 1.5.1 Composition des lipides

##### 1.5.1.1 Les lipides simples :

- Il s'agit en premier lieu des **triglycérides** représentant plus de 95% des graisses alimentaires. Ils sont constitués d'une molécule de glycérol et de 3 acides gras.

* **Les acides gras (AG)** sont constitués d'une chaîne d'atomes de carbone saturée ou non.
Ils sont représentés par :
- Le nombre d'atomes de carbone : C18
- Le nombre de doubles liaisons: : 3
- La position de la première double liaison par rapport à l'extrémité méthyle : n-3
* **Les acides gras polyinsaturés à longue chaînes (AGPLC)** , font plus de 18 atomes de carbone, comportent plusieurs doubles liaisons et sont issus après des réactions de désaturation et d 'élongation des **2 acides gras essentiels (AGE)** en C18 des séries n-3 et n-6 ne pouvant être synthétisés par l'organisme et devant être apportés par l'alimentation : Acide linoléique (C18:2 n-6), acide alpha-linolénique (C18:3 n-3). Les autres AGPLC les plus importants sont l'acide arachidonique (C20:4 n-6), l'EPA (C20:5 n-3) et le DHA (C22:6n-3).

- On peut également citer les esters partiels moins répandus : mono et diglycérides.

##### 1.5.1.2 Les lipides composés :

Ils contiennent une partie non lipidique dans leur structure :
- Phospholipides (acide phosphorique) ; ex : lécithine d'oeuf
- Glycolipides (composé glucidique)
- Lipoprotéines (composé protéique) : molécules de transport.
En général, ce sont des molécules à haute fonction biologique : constituants des membranes cellulaires, d'organites intracellulaires (mitochondries).

##### 1.5.1.3 Les lipides dérivés :

Il s'agit des stérols (et stéroides à action hormonale). Ce sont des alcools complexes dont le cholestérol est le plus important d'origine animale. Constituant normal des membranes cellulaires, il est également le précurseur de la synthèse de l'acide cholique et des acides biliaires d'une part et des hormones stéroidiennes (surrénaliennes et sexuelles) d'autre part.

#### 1.5.2 Le rôle des lipides, les besoins

##### 1.5.2.1 Apport énergétique,

grâce à leur densité calorique élevée (9 Cal/g) : ils doivent représenter 30% de l'AET.

##### 1.5.2.2 Rôle qualitatif structural et fonctionnel :

Les AGPLC sont des constituants majeurs des membranes cellulaires. Le DHA est ainsi retrouvé à des taux élevés dans la rétine et le cerveau.
Les AGPLC sont également précurseurs des éicosanoïdes, prostaglandines, thromboxanes, leucotriènes.
De nombreuses études chez l'animal et chez l'enfant (prématuré en particulier) ont souligné le rôle majeur des AGE essentiels dans le développement cérébral et rétinien et " affiné " les recommandations dans l'apport des AGE précurseurs mais également discuté la nécéssité d 'une supplémentation en DHA.
On a ainsi énonçé des recommandations d'apport :

* Acide linoléique (C18:2 n-6): 2,5 à 10% de l'AET (un apport supérieur risque de bloquer la Delta 6 désaturase, freinant la synthèse des AGPLC ). La législation impose chez le nouveau-né à terme un apport de 300 à 600 mg/Kg/J soit 2,5 à 5,5 % de l'AET.
* Acide alpha linolénique (C18:3 n-3): 0,2 à 0,5 % de l'AET. (70 à 150 mg/Kg/J)
* Rapport Linoléique/Linolénique de 5 à 15
* AGPLC n-3: 0,5% des AG totaux
* AGPLC n-6: 1% des AG totaux.

Au vu de la teneur en DHA du lait maternel et d'une certaine immaturité enzymatique, la supplémentation en DHA (30 à 75 mg/Kg/J) semble particulièrement justifiée chez le nouveau-né et le prématuré en cas d'allaitement artificiel. Les huiles de poisson qui ont pu être proposées pour leur richesse en DHA sont également riches en EPA dont l'apport excessif peut freiner la synthése des autres AGPLC. Une attention toute particulière doit donc être apportée dans l'équilibre entre les différents AG en cas de supplémentation de l 'alimentation.

##### 1.5.2.3 Véhicule des vitamines liposolubles

Les lipides sont les transporteurs indispensables à l'absorption des vitamines liposolubles (A,D,E,K) (Cf Vitamines)

### 1.6 Minéraux, macro-éléments

#### 1.6.1 Sodium

Fonction des pertes rénales et extrarénales (cutanées et digestives) et des quantités de Na+ incorporées dans la synthèse des nouveaux tissus, les besoins peuvent être évalués de 1 à 2 mEq/Kg/J de la naissance à 3 ans.

#### 1.6.2 Potassium

Les apports ( 1 à 2 mEq/Kg/J) doivent couvrir les pertes (fécales, urinaires, cutanées) et les besoins de croissance.

#### 1.6.3 Calcium

Les besoins dépendent de la rétention calcique osseuse lors de la croissance, du coefficient d'utilisation digestive, de l'imprégnation vitaminique D.
Le squelette contient la quasi-totalité du calcium de l'organisme. L‘accroissement de la masse calcique osseuse est évaluée à 150 mg/J pendant la première année , 90 mg/J pendant la deuxième. Une partie du calcium est mobilisable et doit, en particulier, assurer un rôle biologique dans l'homéostasie sous forme de calcium ionisé (cofacteur enzymatique, rôle dans l'excitabilité neuromusculaire).

Les besoins quotidiens sont de :
- 400 mg avant 6 mois
- 600 mg de 6 à 12 mois.
Le rapport Ca/P doit être de 1,2 à 1,5 pour assurer l'équilibre nécessaire à l'ossification :
- 800 mg de 1 à 9 ans
-1000 mg de 10 à 12 ans
-1200 mg pendant la puberté

#### 1.6.4 Phosphore

Egalement essentiel à la croissance osseuse, les besoins en phosphore sont liés en raison de leur liens métaboliques aux besoins en calcium. Le rapport Ca/P doit être impérativement supérieur à 1 avant un an puis les apports peuvent être identiques.

#### 1.6.5 Magnésium

Mal connus chez l'enfant les besoins semblent convenablement couverts par l'alimentation (50 mg/24h chez le nourrisson, 100 à 200 mg / 24 h chez l'enfant).

### 1.7 Besoins en vitamines

Les besoins vitaminiques n'ont été pendant longtemps considérés que sous l'angle des maladies de carence : rachitisme, encore rencontré, scorbut, béribéri, etc..., maladies qui ne se voient plus dans notre pays. Il existe cependant, particulièrement chez l'enfant, des situations d'hypovitaminoses latentes, méconnues, qui sont peut-être fréquentes. Une alimentation déséquilibrée, à base d'aliments industriels, peut en effet facilement réaliser un apport vitaminique insuffisant. Les apports recommandés, mal appréciés, permettent cependant, s'ils sont respectés, d'éviter probablement ces situations de carence.

**Apports vitaminiques recommandés chez l'enfant.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Vitamines /24 h**  | **Nourrissons**  | **Enfants de plus de 1 An**  |
| Vitamine A (µg) | 300 - 450  | 450 - 700  |
| Vitamine D (UI) | 1000  | 400  |
| Vitamine E (mg) | 3 - 5  | 6 - 7  |
| Vitamine K (µg) | 5 -10  | 15 - 30  |
| Vitamine B1 (mg) | 0,3 - 0,5  | 0,7 - 1  |
| Vitamine B2 (mg) | 0,4 - 0,5  | 0,8 - 1,2  |
| Vitamine B5 (mg) | 2 - 5  | 3 - 5   |
| Vitamine B6 (mg) | 0,3 - 0,6  | 1 - 2   |
| Vitamine B12 (µg) | 0,3 - 0,5  | 0,7- 1,4   |
| Vitamine C (mg) | 30 -50  | 40 - 50   |
| Acide Folique (µg) | 20 - 100  | 50 - 100   |
| Biotine (µg) | 10 - 15  | 20 -30   |
| Niacine (mg) | 5 - 6  | 9 - 13   |

Valeurs conseillées permettant d'éviter un état de carence et un risque de toxicité. La variabilité des besoins traduit les variations en fonction de la situation métabolique de chaque enfant, et surtout le caractère encore incomplet des connaissances sur ce sujet.
Depuis 1992, les aliments lactés diététiques 1er et 2è âge sont supplémentés à raison de 400 à 450 UI/l environ. Cette supplémentation est un peu faible et une couverture des besoins nécessite l'adjonction médicamenteuse de 400 à 800 UI/j.

### 1.8 Les oligo-éléments

Il y a 21 métaux lourds dans les tissus, un certain nombre étant reconnus comme essentiels. Il est cependant difficile de donner des recommandations d'apport. En pratique une alimentation équilibrée couvre bien les besoins et, en l'état actuel des connaissances, ce sont essentiellement les apports en fer et en fluor qui demandent une attention particulière.

**Les besoins en fer** sont plus importants au cours de la première année, particulièrement entre 6 et 12 mois, qu'à n'importe quel autre moment de la vie. Ils sont estimés à 10-15 mg/j.

**Des apports suffisants en fluor** devraient être assurés à tous les nourrissons dès les premières semaines de vie jusqu'à l'âge adulte, de l'ordre de 0,1 à 1 mg/j durant la première année, de 0,5 à 1,5 mg/j les deux années suivantes, de 1,5 à 2,5 mg jusqu'à 16 ans. Les eaux de boisson étant habituellement peu fluorées en France, une supplémentation médicamenteuse est nécessaire lorsque la concentration en fluor de l'eau de boisson est inférieure à 0,3 mg/L.

**Apports recommandés (valeurs moyennes habituellement conseillées).**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Oligoéléments** **(/ 24 h)**  | **Nourrisson** **(1 mois à 1 an)**  | **Enfants de plus de 1 an**  |
| Zinc (mg) | 5  | 10  |
| Cuivre (mg) | 0,4-0,7  | 0,7-2  |
| Chrome (ug) | 50  | 100  |
| Manganèse (mg) | 0,4-0,8  | 1  |
| Fer (mg) | 6-10  | 10  |
| Fluor (mg) | 0,25  | 0,5-2  |
| Sélénium (ug) | 10-15  | 20-30  |
| Molybdène (ug) | 40-60  | 100-200  |
| Iode (ug) | 40-50  | 70-120  |
| Cobalt (ug) | 50-100  | 150-200  |

## 2 Le lait maternel

### 2.1 Rappel physiologique

La maturation mammaire (développement des canaux galactophores) se produit au cours de la grossesse sous l'action conjointe des oestrogènes et de la progestérone qui développe les acinis. Ces hormones sont d'origine ovarienne et surtout placentaire chez la femme enceinte.
La sécrétion lactée est elle-même sous la dépendance de la prolactine, secrétée par l'hypophyse antérieure dès le deuxième trimestre de la grossesse (une très légère secrétion lactée est possible au 5ème mois de grossesse), mais dont l'action est inhibée par les hormones placentaires. L'accouchement et la disparition du placenta lèvent cette inhibition permettant à la prolactine d'agir rapidement sur la glande déjà préparée : c'est la montée laiteuse.

La sécrétion lactée est favorisée par l'augmentation des glucocorticoïdes libres type Cortisol, liée en partie à la sécrétion accrue d'ACTH qui accompagne l'accouchement. Par contre, la sécrétion des gonadotrophines hypophysaires est bloquée par l'action de la prolactine, ce qui explique l'aménorrhée physiologique, transitoire de la lactation.

L'éjaculation du lait et l'entretien de la sécrétion dépendent d'un mécanisme neuro-hormonal induit par la succion du mamelon. Ces excitations mécaniques déclenchent, par l'intermédiaire du diencéphale, une sécrétion de prolactine et d'ocytocine. L'ocytine produite dans le lobe postérieur de l'hypophyse entraîne la contraction des cellules myoépithéliales qui entourent les acinis et l'éjaculation du lait.

Enfin, le diencéphale et par lui le cortex cérébral joue un rôle dans la sécrétion lactée, expliquant en particulier l'influence des émotions sur la sécrétion.

On retiendra de ce rappel physiologique que :
- la sécrétion lactée se prépare pendant la grossesse ; c'est donc à ce moment qu'il convient de conseiller ce mode d'allaitement à la future mère et de noter l'état des seins et des mamelons ;
- la mère doit avoir le désir de nourrir son enfant et un climat favorable doit être maintenu en évitant anxiété, émotions, soucis, douleurs (action diencéphalique) ;
- la succion joue un rôle important dans le déclenchement et le maintien de la sécrétion lactée.

Le **colostrum** constitue la première secrétion: Il s'agit d'un liquide jaune, de densité élevée (1040 -1060), riche en protéines (23g/L) et contenant une quantité importante d'acides aminés libres (20%). Il est, de plus, riche en sels minéraux (magnésium, calcium) et en immunoglobulines, surtout IgA. Il contient des macrophages, contribuant à la défense contre l'infection. Il favorise l'évacuation du méconium. . La sécrétion est facilitée par la mise au sein de l'enfant qui, s'il n'a reçu aucune alimentation, a soif et tète avec énergie. La quantité au début faible (20 à 40 ml seulement) va augmenter rapidement.
Le **lait de transition** succède au colostrum pendant une période intermédiaire de quelques jours qui aboutit au **lait mature** en 2 à 3 semaines.

Ce chapitre s'attache à décrire les qualités nutritionnelles du lait maternel par la description de la ***COMPOSITION DU LAIT MATURE***

Une analyse comparative, même grossière, des laits des différents mammifères met en évidence les différences de composition liées aux différences de besoins de croissance et souligne la parfaite **adaptation du lait à l'espèce**.

De façon schématique, la teneur en protéines est d'autant plus élevée que la croissance est rapide; la teneur en lactose est d'autant plus élevée que la croissance cérébrale post-natale est importante; la teneur en graisses est d'autant plus élevée que les besoins énergétiques (notamment de thermo-régulation) sont importants.

Ces points sont illustrés dans le tableau suivant :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|   **Lapin** **Homme**  | **Temps de doublement du** **poids de naissance** 5 jours 5 mois  | **Teneur en Protéines** **du lait maternel** 13 g/100ml 1,2 g/100ml  |
| **Lapin** **Homme**  | **Poids du cerveau** 10 g 1 250 g  | **Teneur en lactose** 1,8 g/100ml 6,8 g/100ml  |
| **Baleine** **Homme**  |   | **Teneur en lipides** 45 g/100ml 3,5 g/100ml  |

Pour souligner ses qualités, d'autant que les "habitudes alimentaires" l'ont au cours des décennies passées mis en concurrence avec le lait de vache, il est habituel de comparer point par point le lait de femme à la composition du lait de vache. Ceci permet d'expliquer les avantages de l'allaitement maternel et de comprendre les modifications apportées pour la conception des aliments lactés infantiles, même si l'objectif de la reconstitution industrielle du lait de femme tient de la gageure.

**Tableau de Composition comparée lait de femme - lait de vache**( composition par décilitre)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|   | **LAIT DE FEMME**  | **LAIT DE VACHE**  |
| **Protides totaux** (en grammes)*a) Protéines* - caséine - lactosérum (protéines solubles) . lactalbumine . Bêta - lactoglobuline . lactotransferrine . immunoglobuline *b) Azote non protéique*  | **0,8 à 1,2** 1,2 40% 60% 35% 0 15% 10% 0,05  | **3 à 3,5** 3,5 80% 20% 7% 8% 0,2% 2% 0,03  |
| **Glucides** (en grammes) *a) lactose b) oligosaccharides*  | **7** 6 1  | **5** 5 traces  |
| **Lipides** (en grammes) AG saturés / AG non saturés  | **3 à 4** 50%/50%  | **3 à 4** 75 % / 25 %  |
| **Sodium** (en milligrammes) **Chlore** **Phosphore** **Calcium** **Rapport C/P** **Magnésium** **Total minéraux**  | 10 - 20  45 14-15  27-32  2 3,5 **200**  | 50 - 60  110 90  120  1,3 12 **700**   |
| **Fer** (en microgrammes) **Zinc** **Cuivre** **Iode**  | 30 à 70 50 à 400 25 à 70 3 à 50  | 10 200 à 500 2 à 15  |
| **Vitamines** . A (UI) . D(UI) . E (mg) . C (mg)  | 200 20 à 40 0,35 4  | 45 25 0,1 10  |
| **Charge osmotique** (mOsm/L) Déchets solubles d'élimination urinaire  | 90  | 280  |
| **Calories**  | 60 - 80  | 57 - 85  |

### 2.2 Les protéines

#### 2.2.1 Les caséines

On note une faible proportion de caséines dans le lait de femme, en particulier au cours des premiers jours, pour atteindre le rapport classique de 40% dans le lait mature.
La caséine beta est la plus importante ; sa dégradation libère des peptides à activité biologique (activité opioide ou anti-infectieuse). La caséine K, plus récemment décrite, est une glycoprotéine contenant 50% de glucides. La digestion de la caséine pourrait libérer une fraction glycopeptidique stimulant la croissance des bifidobactéries.
Quoique moins riches en phosphore que dans le lait de vache, ces phosphoprotéines (complexe de caséinate de calcium et de phosphate de calcium) permettent d'apporter à l'enfant calcium et phosphore dans un rapport optimal facilitant leur absorption.
La précipitation intragastrique des protéines du lait de femme entraîne une coagulation fine permettant une vidange gastrique de 60 à 90'. A l'inverse, la précipitation du lait de vache du fait de sa richesse en caséines aboutit à une coagulation en gros blocs avec une vidange gastrique de 3 heures.

**2.2.2 Les protéines solubles** (du lactosérum)

- L'**alpha lactalbumine**, protéine de 14000 daltons, possède une structure en partie analogue au lysozyme mais également à la lactalbumine bovine.

- La **lactotransferrine** (25 % des protéines du lactosérum) a la propriété de fixer le fer à l'état trivalent et son avidité pour le fer est trois fois plus importante que celle de la sidérophiline. La glande mammaire a ainsi la capacité de capter le fer sérique et de le transporter jusque dans le duodénum du nouveau-né où il est absorbé et repris par la ferritine. Cette globuline, en s'emparant du fer nécessaire au développement de certaines bactéries, aurait ainsi un effet protecteur anti-infectieux.

- Le lait maternel contient par ailleurs un taux élevé d'immunoglobulines et de lysozyme (cf chapitre sur les facteurs de défense).

- Rappelons qu'il est dépourvu de **bêta lactoglobuline**.

**2.2.3 L'équilibre en acides aminés** (A.A.) du lait maternel est mieux adapté : peu de méthionine, plus de cystine. Le lait de femme est riche en taurine (8 mg/100ml) et en cystéine, A.A semi essentiels. Le rapport AA essentiels sur AA non essentiels est de 0,75.

#### 2.2.4 L'azote non protéique

Il représente 20% de l'azote total du lait humain.
Il s'agit :
- d'**acides aminés libres** avec fort taux de taurine et d'acide glutamique.
- de l'azote contenu dans **les oligo-saccharides** (N-Acetylglucosamine).
- **des nucléotides**, molécules composées d'une base purique ou pyrimidique, d'un pentose et d'un (ou plusieurs) groupement phosphate. Précurseurs de la synthèse des acides nucléiques, on conçoit leur rôle biologique fondamental. Ils auraient par ailleurs de multiples autres effets ayant motivé la supplémentation des formules lactées aux U.S.A. et tout récemment en France.

On leur a attribué :
- des effets immunologiques : maturation des lymphocytes, production d'interleukine 2, activité NK.
- une meilleure biodisponibilité du fer.
- un effet favorable sur la croissance du bacille bifide.
- un effet stimulant de la croissance et de la maturation du tube digestif.
- une augmentation des taux circulants des HDL.

Leurs taux dans le lait maternel sont les suivants :
- Cytidine MP : 1 à 17 mg/L
- Uridine MP : 0,1 à 10,5 mg/L
- Adénosine MP : 0,1 à 5,4 mg/L
- Guanosine MP : 0,1 à 3 mg/L
- Inosine MP : 0 à 3 mg/L

### 2.3 Les glucides

Le lait de femme est plus riche en glucides que le lait de vache (6 à 7 g/L contre 4,5 à 5g/L), mais surtout, il s'agit de **lactose** beta, jouant un rôle important dans l'absorption du calcium et dans la formation des cérébrosides dont on conçoit l'importance au début de la vie quand la croissance du cerveau est particulièrement rapide. Une partie du lactose du lait de femme n'est pas hydrolysée et absorbée, sa transformation en acide lactique dans le colon entraine une baisse du pH, favorise le développement de la flore acidophile riche en bacilles bifides.
Les glucides du lait de femme sont également constitués de 15 à 20% d' **oligosaccharides** constituant le "gynolactose". Il s'agit de monosaccharides (galactose, glucose, fucose, N-Acetyl-glucosamine, N-Acetyl-galactosamine, acide neuraminique) incorporés dans des oligosaccharides dont la quantité et la variété sont très spécifiques au lait humain.

### 2.4 Les lipides

Si les taux sont proches dans le lait de femme et le lait de vache, la différence tient essentiellement dans l'aspect qualitatif et en particulier la richesse en acides gras polyinsaturés.

#### 2.4.1 Quantité globale

Le taux moyen est de 3,5 g/100ml ; il est surtout très fluctuant au cours même de la tétée, d'une période à l'autre de la journée, en fonction de l'alimentation de la mère et bien sur d'une femme à une autre.

#### 2.4.2 Composition

Le lait maternel est constitué de triglycérides (à 80%), de diglycérides, d'acides gras (AG) libres, de cholestérol et de phospholipides.
Les triglycérides sont composés d'une molécule de glycérol et de trois AG. La disposition des différents AG sur les trois sites de liaison du glycérol sont variables d'une espèce à une autre. Dans le lait de femme, on note une forte proportion d'acide palmitique (C16:0) et d'acide myristique en position C2, alors que les positions C1 et C3 sont surtout occupées par les AG insaturés. La disposition différente dans le lait de vache, où l'acide palmitique occupe les positions C1et C2, peut expliquer la moins bonne digestibilité et justifie la supplémentation des aliments lactés en graisses d'origine végétale et TCM.
Le lait maternel est toutefois essentiellement constitué d'AG à longue chaîne : 98% de C12 à C22.

#### 2.4.3 AG insaturés

Les monoinsaturés :
- Acide palmitoléique (C16:1n-9) (0,5%)
- Acide oléique (C18:1 n-9) (25 à 30%)

Les polyinsaturés à longue chaine(AGPLC ou PUFA pour les anglophones) : Ils appartiennent à 2 " séries " et sont synthétisés par une suite de réactions enzymatiques d'élongation et de désaturation :

- Série n-6

* **Acide linoléique** (C18:2 n-6) (10-15%)
* Acide di-homo-gamma linolénique (C20:3 n-6) (0,3%)
* Acide arachidonique (C20:4 n-6) (0,4%)
* Acide docosatetraénoique (C22:4 n-6) (0,1%)

- Série n-3

* **Acide alpha linolénique** (C18:3 n-3) (0,5-0,8%)
* Acide éicosapentaénoique (C20:5 n-3) ( 0,12% ) (**EPA**)
* Acide docosapentaénoique (C22:5 n-3) (0,5%)
* Acide docosahexaénoique (C22:6 n-3) (0,4%) (**DHA**)

Les AG polyinsaturés jouent de multiples roles biologiques : précurseurs d'éicosanoïdes (prostaglandines), constituants membranaires (retrouvés à un taux élevé dans le cerveau et la rétine). Si la nature "essentielle" de l'acide linoléique est connue de longue date (parfois appelé vitamine F) et a fait l'objet d'une règlementation depuis plus de 20 ans, les connaissances sur les autres AG polyinsaturés à longue chaîne sont plus récentes.
Les étapes de désaturation des AG semblent moins fonctionnelles chez le nouveau-né surtout prématuré, en particulier pour la synthèse de DHA (série n-3) et d'acide arachidonique (série n-6). La présence de ces AGPLC dans le lait maternel revet une importance toute particulière à l'origine de nombreux travaux et d'essai de supplémentation. Les AG de supplémentation sont cependant pour la plupart issus d'huiles de poisson, riches en EPA dont l'apport en trop forte proportion pourrait freiner la synthèse d'acide arachidonique par blocage de la delta 5 désaturase. Un équilibre très soigneux est indispensable à respecter dans cette supplémentation et doit suivre les apports recommandés: 4 à 10% de l'AET pour l'acide linoléique, un rapport acide linoléique/acide alpha linolénique de 5 à 15, des AGPLC n-3 à 0,5% et n-6 à 1% des AG totaux.

### 2.5 Les sels minéraux

Le taux est beaucoup plus faible dans le lait de femme (200 mg/100ml) que dans le lait de vache (700 mg/100ml).
La charge de chlorure de **sodium**, plus élevée dans le lait de vache (27 mEq/l, contre 9 mEq/l) dépasse les possibilités d'élimination du rein du petit enfant, non encore mature.
Les taux de **calcium** et de **phosphore** plus élevés dans le lait de vache sont dus à sa richesse en caséines comportant plus de calcium, de phosphore et de magnésium. Le rapport calcium/phosphore est cependant très différent : 2,2 dans le lait humain contre 1,3 dans le lait de vache. 60 % du calcium du lait maternel est absorbé, contre 20 % seulement du calcium du lait de vache. La meilleure absorption du calcium contenu dans le lait maternel est du à ce rapport optimal, à la richesse en lactose et à la bonne digestibilité des graisses. La malabsorption des graisses favorise la perte fécale de calcium par constitution de savons. La constitution de ses graisses et l'activité lipasique intrinsèque du lait maternel sont donc des éléments importants de l'absorption du calcium. L'enrichissement corporel en calcium au cours des 4 premiers mois est évalué à 25-28 mg/J.
Pour le phosphore, l'absorption est de 90% et la rétention quotidienne de 12-13 mg/J.

### 2.6 Les oligo-éléments

Leur rôle biologique, quoiqu'encore imprécis par beaucoup d'aspects, est essentiel dans la constitution du squelette. Leur concentration est en règle générale plus élevée dans le colostrum que dans le lait mature et leur absorption meilleure que dans le lait de vache.

**2.6.1 Le fer** : 30 à 70 ug/100ml

Le fer contenu dans le lait de femme est intimement lié à la lactoferrine à 30-40%. On note toutefois que la lactoferrine n'est saturée qu' à 1 à 10% et que son rôle biologique réel reste obscur.
Un tiers du fer est fixé au globules graisseux (xanthine oxydase pouvant fixer 8 atomes de fer) ; une plus faible proportion est fixée aux caséines et au citrate.
Il existe des variations de la richesse en fer : en fonction du terme, de la nature colostrale ou mature du lait, du moment de la tétée. Par contre il semble que le statut en fer de la mère n'intervienne que peu dans la richesse en fer de son lait.
Quoiqu'il en soit, la biodisponibilité est élevée : 50 à 75 % du fer sont absorbés.

**2.6.2 Le zinc** : 50 à 400 ug/100ml

Le zinc est contenu dans le lactosérum (albumine, citrate) (45-58%), les globules graisseux (12-38%), les caséines (phosphosérines) (8-14%). Sa concentration baisse au cours de la lactation mais sa biodisponibilité est élevée, facilitée semble-t-il par la liaison au citrate.

**2.6.3 Le cuivre** : 25 à 70 ug/100ml

Le cuivre est lié aux protéines solubles, en particulier l'albumine (45-55%), aux caséines (quelques %) et aux graisses (20%).

**2.6.4 Le manganèse** : 0,4 à 5 ug/100ml

Sa plus grande partie est liée à la lactoferrine. Il a un rôle de cofacteur enzymatique (synthèse des polysaccharides).

**2.6.5 Le Molybdène** : 0 à 2 ug/100ml

**2.6.6 Le Cobalt** : 0,1 à 2,7 ug/100ml

**2.6.7 L' Iode** : 0,7 à 1,2 ug/100ml

**2.6.8 Le Sélénium** : 1,5 à 6 ug/100ml

**2.6.9 Le Chrome** : 1,4 à 4 ug/100ml

**2.6.10 Le Fluor** : 0,1 ug/100ml

Certains éléments, tels le sélénium, le chrome et le fluor peuvent présenter un risque de toxicité en raison d'une trop forte concentration dans l'environnement. D'autres métaux semblent n'avoir aucun rôle biologique et pouvoir comporter un risque toxique en raison de leur présence dans l'environnement et le risque de contamination du lait maternel : le mercure, le plomb (peintures, vernis), le cadmium (fumée de cigarette) et bien sur les éléments radioactifs.

### 2.7 Les vitamines

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Vitamines (unités)  | Lait de femme/L  | Lait de vache/L  |
| A (UI)  | 2000  | 1025  |
| D (UI)  | 200-300  | 150  |
| E (mg)  | 1,8-3,5  | 0,4  |
| K (ug)  | 15  | 60  |
| B1 (ug)  | 160  | 440  |
| B2 (ug)  | 360  | 1750  |
| PP (ug)  | 1470  | 940  |
| B5 (ug)  | 1840  | 3460  |
| B6 (ug)  | 100  | 640  |
| B8 (ug)  | 5  | 35  |
| B9 (ug)  | 52  | 55  |
| B12 (ug)  | 0,3  | 4  |
| C (mg)  | 38-43  | 11  |

On constate un taux faible de vitamines B1, B2, B6, B9, B12, et surtout de vitamine K pouvant ne pas couvrir les besoins du nouveau-né. Ceci justifie la supplémentation systématique en période néonatale (quelque soit le mode d'alimentation) pour couvrir le risque de maladie hémorragique.
De la même façon, le taux de vitamine D est très dépendant du statut vitaminique de la mère et peut justifier une supplémentation de l'enfant au sein (et de sa mère).

### 2.8 Les hormones et substances apparentées

Certaines hormones semblent avoir un rôle actif : l'insuline, le facteur de croissance épidermique (EGF), les prostaglandines et les hormones thyroidiennes (à un taux semble-t-il suffisant pour prévenir les séquelles d'une hypothyroïdie néonatale). Même si leur rôle biologique dans des conditions physiologiques reste obscur, de nombreuses autres substances hormonales sont contenues dans le lait humain : prolactine, stéroïdes ovariens et surrénaliens, calcitonine, érythropoïétine, neurotensine, somatostatine, bombésine.

### 2.9 Les facteurs de défense contre les infections

L'allaitement maternel peut -et doit- être considéré comme la "norme" physiologique de l'alimentation de l'enfant humain. Il constitue un mode de défense "passive" d'un bénéfice sur le plan immunologique.

#### 2.9.1 Les immunoglobulines

Les IgAs contenus dans le colostrum puis le lait sont les facteurs de défense les mieux connus. Représentant 97% des protéines du colostrum initial, leur concentration peut être initialement de 5 à 15 g/L pour diminuer ensuite rapidement à 0,5 à 1 g/L, mais la quantité de lait ingérée augmentant rapidement, l'apport quotidien reste élevé, de l'ordre de 1g/J d'IgAs. Les IgAs ont une spécificité contre des agents infectieux bactériens ou viraux (Escherichia coli, Salmonella, Shigella, virus de la poliomyélite, etc) ou des protéines alimentaires présentes dans l'alimentation de la mère (Protéines du lait de vache, de soja).

Le lait humain contient également à une concentration sans commune mesure des IgG et IgM.

#### 2.9.2 Les cellules du lait

Le colostrum contient des leucocytes (3.106/ml), dont 90% de macrophages et, 10% de lymphocytes. Leur nombre diminue ensuite et leur réel rôle biologique dans le tube digestif du nouveau-né est mal connu.

#### 2.9.3 Les moyens de défense non spécifiques

- La lactoferrine capte le fer nécessaire à la croissance bactérienne (Gram - ). Elle aurait ainsi un rôle bactériostatique voire, quoique non démontré, bactéricide.
- Les ligands de l'acide folique et de la vitamne B12 ont un rôle équivalent par le même mécanisme de compétition avec la croissance bactérienne.
- Le lysozyme pourrait attaquer les membranes bactériennes.
- Le facteur de croissance du Bacillus bifidus contribue à l'installation d'une flore colique acidophile.
- On citera enfin de multiples facteurs de défense dont le rôle exact reste obscur : Interferon, Complément, Facteurs antibactériens, viraux ou parasitaires, Agents à rôle "anti-inflammatoire" pouvant notamment bloquer la libération de cytokines protégeant ainsi contre l'entérocolite ulcéro-nécrosante.

### 2.10 Conduite et hygiène de l'allaitement

**-** Il est nécessaire de faire une **préparation psychologique** pendant la grossesse plutôt que d'aborder le problème de l'allaitement "au dernier moment".
**-** Il faut souligner se **valeur nutritionnelle** mais également **psychoaffective**.
**-** La tétée est soumise à quelques **règles** simples :

* nettoyage du mamelon à l'eau bouillie sans antiseptique, ni alcool avant la tétée,
* tétée courte (moins de 15 minutes),
* début de la tétée par un sein différent,
* faciliter les premières succions par quelques pressions de l'aréole,
* donner si possible les deux seins à chaque tétée sans s'inquiéter si l'enfant ne prend pas bien le second,
* après chaque tétée, nettoyage des mamelons et aréoles à l'eau pour éviter la macération de lait dans les plis à l'origine des crevasses,
* protéger les mamelons entre les tétées par une gaze stérile.

**-** Au cours de l'allaitement, il faut exclure **tabac et alcool**,
**-** Augmenter les **ingestas caloriques** de la mère. Pour faire 850 ml de lait (soit 570 Cal - besoins d'un enfant de 3 mois), il faut 700 Cal environ, d'origine alimentaire et de réserve.
**-** Ne pas augmenter la **consommation lactée** de la mère mais augmenter son apport hydrique.
**-** Le problème des **médicaments** passant dans le lait maternel. Si la mère doit poursuivre cette thérapeutique avec des médicaments potentiellement toxiques, il vaut mieux contre-indiquer l'allaitement.

A titre d'indication, on peut donner la liste suivante des médicaments formellement contre-indiqués : acide nalidixique, anticancéreux, anticoagulants oraux (sauf warfarine), antithyroïdiens de synthèse, atropine, chloramphénicol, dérivés de l'ergot de seigle (sauf METHERGIN), iodures, laxatifs (sauf mécaniques), lithium, métronidazole, morphiniques, éléments radioactifs, sulfamides, tétracyclines, tolbutamide.

### En pratique

- Il est recommandé de pratiquer l'allaitement à la **demande**.
- Au départ **6 à 8 tétées** espacées de 2h30 à 4 heures.
- La variabilité des horaires et du nombre de tétées dépend de la rapidité d'installation du rythme nycthéméral et du sommeil nocturne prolongé.
- A l'âge de 4 à 8 semaines, l'enfant a en règle 5 à 6 tétées assez régulières et a une durée de sommeil nocturne de 8 heures continues.
- Il ne faut pas abusivement considérer que chaques pleurs de l'enfant signifient qu'il a faim et le mettre au sein toutes les 1/2 heures.
- Il est inutile de peser l'enfant avant et après chaque tétée pour juger de la quantité bue, il suffit de s'assurer d'une prise de poids normale.

## 3 L'allaitement artificiel

Jusqu'au début du siècle le lait de femme était le seul aliment du nourrisson, au besoin par l'intermédiaire de nourrices dans les milieux aisés. A la fin du XIX ème siècle sont apparues les méthodes de conservation des aliments et donc du lait de vache. Le XX ème siècle a vu se perdre, pour de multiples raisons (travail des femmes, perte de l'exemplarité d'une génération à une autre, préoccupations esthétiques, psychologiques, promotion insuffisante voire encouragement à ne pas allaiter), la " traditon " et plus exactement la logique physiologique de l'allaitement au profit du lait de vache, puis de lait de vache modifié (coupé-sucré) et de préparations industrielles (lait concentré, concentré sucré, laits destinés aux nourrissons).
Par définition l'allaitement est artificiel quant il utilise un autre produit que le lait de femme (le plus souvent lait de vache ou produits industriels).
Le terme de lait est réservé aux produits naturels (lait de vache, lait de chèvre, etc...)
L'analyse comparative de la composition du lait de vache et du lait de femme a souligné l'importance de leurs différences et suggéré la nécessité de modifier la composition du lait de vache pour le rendre plus proche du lait maternel.
Le terme d'aliment lacté diététique a été utilisé pour les "laits industriels" fabriqués à partir de lait de vache avec des modifications destinées à ressembler au lait maternel. Ces modifications sont surtout quantitatives, le lait maternel restant qualitativement non reproductible, en particuler dans ses qualités immunologiques.

### 3.1 Législation

#### 3.1.1 Arrétés de 1976 et 1978 sur la Composition des aliments lactés diététiques

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| (pour 100 Kcal)  | **Arrêté du 1.07. 1976** **(1er âge)**  | **Arrêté du 30.03.1978(2è âge)**  |
|   | **Aliment lacté** **diététique**  | **Aliment lacté** **diététique " maternisé "**  | **ALD pour** **nourrissons de plus de 4 mois**  |
| LIPIDES . graisses végétales . acide linoléique  | 3 à 6 g maxi. 40 % 300 à 600 mg  | 4 à 6 g maxi. 40 % 300 à 600 mg  | 3,5 à 6 g maxi. 50 % 300 à 600 mg  |
| PROTIDES  | 1,8 à 3,5 g  | 1,8 à 2,6 g  | 3,5 à 5 g  |
| LACTOSE AUTRES SUCRES  | > 70 % < 30 %  | 100 % -  | > 50 % (mono+disacch )20 %  |
| SODIUM  | < 60 mg  | < 40 mg  | < 80 mg  |
| FER  | > 0,75 mg \*  | > 0,75 mg\*  | > 0,75 mg\*\*  |
| VITAMINES + OLIGOELEMENTS  | > teneur du lait de femme  | > teneur du lait de femme  | > 2/3 des teneurs du lait de vache  |

\* enrichissement en fer non obligatoire mais avec seuil minimum fixé.
\*\* enrichissement en fer **obligatoire**

Au cours des années 1960-1970 de multiples modifications du lait de vache sont apparues pour donner des laits industriels dits "humanisés". Pour juguler une concurrence plus ou moins anarchique et dont le fondement scientifique était discutable, deux **arrêtés** pris en **1976** et **1978** ont donné des orientations et un "cadre règlementaire" nécessaires à la composition adéquate des aliments lactés diététiques (ALD) pour nourrisson. (cf. Tableau).

#### 3.1.2 Cette règlementation s'est vue modifiée par un Arrété du 11.01.1994

Précisant de nouvelles dispositions sur la composition des laits artificiels conformes à de nouvelles normes européennes.

##### 3.1.2.1 D'une manière générale

**Ce nouvel arrété interdit** toute dénomination ou présentation ayant pour objet une idéalisation du produit pouvant faire penser qu'un aliment lacté artificiel puisse avoir les mêmes qualités (nutritionnelles, immunologiques, etc) que le lait de mère. Ainsi les appellations laits " humanisés " et laits " maternisés " sont interdites.
Dans le même ordre d'idées, dans un souci de promotion de l'allaitement maternel, la publicité pour les laits artificiels est limitée aux journaux professionnels et certaines pratiques promotionnelles encourageant l'allaitement artificiel sont interdites ( J.O 4.06.1994)

##### 3.1.2.2 Les préparations pour nourrissons (ex premier âge) :

Elles sont : " destinées à l'alimentation du nourrisson jusqu'à 4-6 mois et répondent à elles-seules aux besoins de cet âge ".

##### 3.1.2.3 Les préparations de suite (ex 2ème âge) :

Elles sont : " destinées aux nourrissons de plus de 4 mois et constituent l'élément liquide principal d'une alimentation progressivement diversifiée".

##### 3.1.2.4 Des allégations particulières sont définies :

 Protéines adaptées (cf)
 Lacose uniquement (seul glucide)
 Sans lactose (absence de lactose)
 Sans saccharose ( absence de saccharose)
 Faible teneur en Sodium( <39mg/100 Cal)
 Enrichi en fer.

Un certain nombre de supplémentations (AGPLC, Nucléotides) ou d'appellations devenues habituelles (laits hypoallergéniques, pour prématurés, laits de régime) ne sont pas règlementairement définies.

### 3.2 Composition des préparations pour nourrissons (ex 1er âge)

Elles sont destinées aux nourrissons de moins de 4 à 6 mois ( période correspondant à l'alimentation lactée exclusive - avant diversification).

#### 3.2.1 Composition réglementaire

- Apport calorique : 60-75 Cal/100 ml
**- Composition pour 100 Cal :**

* Protéines :
	+ Lait de vache
		- " non modifiées " : 2,25 à 3 g
		- " modifiées " (Caséine/Lactosérum <1) : 1,8 à 3 g
	+ Soja (+ ou - LV) : 2,25 à 3 g
* Lipides : 3,3 à 6,5 g (Acide linoléique : 300 à 1200mg)
* Glucides : 7 à 14 g
	+ Lactose > 3,5 g
	+ Saccharose < 20 %
	+ Amidon < 30 %
* Na : 20 à 60 mg
* Ca : >50 mg
* Ph : 25 à 90 mg
* Fer : 0,5 à 1,5 mg
* Vit D : 1 à 1,25 ug

- Des recommandations sont données pour toutes les vitamines et tous les oligo-éléments.

#### 3.2.2 Caractéristiques principales

##### 3.2.2.1 Les protéines

Elles sont à un taux bien abaissé ( de l'ordre de 1,5 g/100ml) par rapport au lait de vache.
Le rapport caséine/protéines du lactosérum est celui du lait de vache 80/20 ou modifié pour diminuer le taux de caséine à 50/50 voire 40/60: allégation " protéines adaptées ", correspondant au profil protéique des anciens ALD " maternisés ".
Quelque soit ce taux, les protéines sont natives, non modifiées dans leur structure et , bien sûr, dans leur potentiel antigénique.
La supplémentation en nucléotides, très repandue aux U.S.A, n'est pas encore courante en France et n'est pas règlementé dans l'arrété du 11.01.1994 . Même si le rôle biologique des nucléotides est de mieux en mieux connu, le bénéfice de cette supplémentation est difficile à évaluer.

##### 3.2.2.2 Les glucides

Le taux, supérieur au lait de vache, est de l'ordre de 7 g/100ml.
Le sucrage est le plus souvent mixte: lactose + polymères (dextrine) à un taux limité à 30%.
Le sucrage exclusif au lactose donne lieu à l'allégation " lactose uniquement ", correspondant aux anciennes formules dites "1er âge maternisé ".
Ces préparations sont bien sûr dépourvues de gynolactose (oligosaccharides).

##### 3.2.2.3 Les lipides

Le taux moyen est de 3,6 g/100ml.
Pour un apport optimal en AG essentiels ( acide linoléique), une supplémentation en huiles végétales (palme, coco, soja, etc.) est nécessaire de longue date.
Certaines préparations enrichies en AGPLC des séries n-3 et n-6 ont été récemment mises sur le marché Français, notamment dans les produits pour prématurés (cf).

##### 3.2.2.4 Minéraux, vitamines, oligo-éléments

L'apport en NaCl est limité, le rapport Ca/Ph modifié pour une absorption optimale.
L'enrichissement en fer est devenu la règle.
L'enrichissement en vitamine D est obligatoire en France pour mise en conformité des règles européennes avec des taux moyens de 40 à 45 UI/100ml. Cette supplémentaton n'est cependant pas suffisante pour couvrir la totalité des besoins et ne permet pas de supprimer la supplémentation médicamenteuse.

#### 3.2.3 Liste des préparations pour nourrissons (disponibles en France) - cf tableau

|  |  |
| --- | --- |
| GALLIA :  | **Gallia 1**  |
| GUIGOZ : | **Guigoz 1** |
| BLEDINA : | **Alma 1 - Blédilait 1er âge.**  |
| MEAD JOHNSON :  | **Enfamil 1 - Enfalac -** |
| MATERNA : | **Materna Spécial 1er âge** (protéines modifiées, lactose seul : ex. maternisé) **Materna 1** |
| MILUPA : | **Aptamil 1 avec Milupan** (enrichi en AGPLC, lactose uniquement) **Lémiel 1** **Milumel 1**  |
| MONT BLANC : | **Aletina 1** |
| NESTLE : | **Nidal 1**  |
| NUTRICIA : | **Nutricia 1**  |
| SODILAC :  | **SMA " classic "** (protéines modifiées, lactose seul: ex-maternisé) (enrichi en nucléotides) **SMA " confort "** (enrichi en nucléotides) **Modilac 1** (protéines modifiées, enrichi en nucléotides)  |
| SOPHARGA : | **Sophimil 1** |

### 3.3 Composition des préparations de suite (ex 2è âge)

Elles sont destinées aux nourrissons de plus de 4 mois, accompagnées de la diversification.

#### 3.3.1 Composition réglementaire

- Apport calorique: 60 à 80 Cal/100ml
**- Composition pour 100 Cal :**

* Protéines : 2,25 à 4,5 g
* Lipides : 3,3 à 6,5 g
* Glucides : 7 à 14 g
	+ Lactose : >1,8 g
	+ Saccharose-Fructose-Miel : < 20%
* Na : 20 à 60 mg
* Ca/Ph : entre 1,2 et 2
* Fer : 1 à 2 mg
* Vit D :1 à 3 ug

- Des recommandations sont données pour toutes les vitamines et tous les oligo-éléments.

#### 3.3.2 Caractéristiques principales

##### 3.3.2.1 Les protéines

Le taux de protéines est plus élevé (2,5 à 3 g/100ml) et le rapport caséine sur protéines solubles est celui du lait de vache (80/20).

##### 3.3.2.2 Les glucides

Le sucrage est toujours mixte : lactose (70 % environ) + Dextrine maltose (30 % environ) ou plus rarement un autre sucre (saccharose).

##### 3.3.2.3 Les lipides

Le taux de lipides est plus élevé mais toujours avec en enrichissement en acide linoléique par l'apport de lipides d'origine végétale.

##### 3.3.2.4 Les minéraux, vitamines, oligo-éléments

Le taux de NaCl reste abaissé par rapport au lait de vache même s'il est supérieur aux préparations pour nourrissons.
L'enrichissement en fer est obligatoire. L'enrichissement en vitamine D appelle aux mêmes remarques que pour les préparations pou nourrisson.

Les préparations de suite sont au mieux utilisées jusqu'à 12 mois pour couvir les besoins de l'enfant de bien meilleure façon que le lait de vache: La couverture des besoins quotidiens est illustrée dans le tableau suivant pour un apport de 0,5 l à 9 mois.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|   | Protéines  | Fer  | Ca  | Vit A  | Vit E  | Ac linoléique  |
| Préparation de suite  | 90%  | 70%  | 90%  | 55%  | 90%  | 50%  |
| Lait de vache  | 110%  | 4%  | 100%  | 25%  | 5%  | 10%  |

#### 3.3.3 Liste des préparations de suite : (disponibles en France)

|  |  |
| --- | --- |
| GALLIA :  | **Gallia 2**  |
| GUIGOZ : | **Guigoz 2** |
| BLEDINA : | **Alma 2 - Blédilait 2.**  |
| MEAD JOHNSON :  | **Enfamil 2 - Enfalac**  |
| MATERNA : | **Materna 2** |
| MILUPA : | **Aptamil 2** - **Lémiel 2** - **Milumel 2**  |
| MONT BLANC : | **Aletina 2** |
| NESTLE : | **Nidal 2**  |
| NUTRICIA : | **Nutricia 2 - Nutrilon 2 (épaissi à la farine de Caroube)**  |
| SODILAC :  | **Modilac 2 - SMA 2** |
| SOPHARGA : | **Sophimil 2** |

Les différences d'une préparation à une autre restent minimes.

### 3.4 Les laits "de croissance"

Destinés aux enfants de 1 à 3 ans, ils n'ont pas de réglementation légale et ont pour objet d'apporter un lait de vache enrichi en Fer, Vitamines, Acide linoléique, sans pour autant remplir les critères des laits de suite.
Il s'agit de : **Candia Croissance** (Candia), **Blédilait** (Diepal-Jacquemaire), **Nactalia** (Gallia), **Guigoz 1ers pas** (Guigoz), **Materna complet croissance** (Materna), **Milupa Eveil** (Milupa), **Nutricia croissance** (Nutricia).
Même si ces produits sont enrichis en vitamines et oligo-éléments, leur justification entre 1 et 3 ans, si l'enfant a un régime bien diversifié et équilibré, reste à démontrer d'autant qu'ils sont nettement plus onéreux que le lait de vache.
Ils ne peuvent, à l'inverse, se substituer aux laits de suite entre 4 et 12 mois.

### 3.5 Les "laits de soja"

Leur fraction protéique est constituée de protéines isolées de soja ( par décret: 2,25 à 3 g/100Cal) et non de lait de vache.
Il s'agit de **Gallia Soja** (Gallia),**Vegebaby** (Sopharga), **Prosobee** (Mead Johnson) et **Modilac Soja** (Modilac).
Leur composition sur le plan glucides (sans lactose), lipides, minéraux, vitamines, doit répondre aux besoins du nourrisson et aux critères précis énoncés dans l'arrété du 11.01.1994 les règlementant au même titre que les produits à base de lait de vache. L'appélation " lait pour nourrissons ", même par extension, leur est toutefois interdite.
A l'inverse, de nombreux "laits de soja" commercialisés en magasins diététiques n'ont pas une composition conforme aux préparations pour nourrissons, notamment en acide linoléique, en calcium, etc.
L'indication principale pourrait être l'intolérance aux protéines du lait de vache, mais étant donnée la fréquence des intolérances associées protéines de lait-protéines de soja, ils sont peu employés en France.

### 3.6 Les aliments diététiques adaptés à certaines situations pathologiques

#### 3.6.1 Les aliments de régime pour régurgitation

L'épaississement par de l'amidon ou des fibres (pectine), est un mode de traitement diététique des régurgitations simples du nourrisson.
Certaines formules " prêtes à l'emploi ", évitent de rajouter des épaississants dans le lait reconstitué tels que Gelopectose\* ou Gumilk\*.
Il existe 2 types d'épaississant : amidon précuit et farine de caroube. (cf tableau).

#### 3.6.2 Les aliments appauvris en lactose

Les glucides sont de la dextrine maltose, du saccharose, des oses simples.
**OLAC** (Mead Johnson) **AL 110** (Nestlé), **Diargal** (Gallia) et **HNRL** (Milupa) et **Modilac sans lactose** (Sodilac) sont 5 préparations ne contenant pas (ou que des traces) de lactose et répondent à l'allégation particulière " sans lactose ".
**HN 25** (Milupa) contient 1,8 g de lactose pour 100 ml soit 20 % de glucides.
Ils sont également modifiés sur le plan protéique, non pas dans le sens de l'allégation " protéines modifiées " avec augmentation de la partie de protéines solubles, mais à l 'inverse en augmentant la part de caséine à 90 voire 100%.
Leur composition est plus détaillée dans le tableau suivant :

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Composition /100ml**  | **DIARGAL**  | **AL110**  | **HNRL**  | **HN25**  | **OLAC**  |
| Glucides (g)  | 8,95  | 7,4  | 9,5  | 9,5  | 6,8  |
| DM-Amidon/Lactoseet autres sucres en %  | 100/0  | 100/0  | 50/0Glu:15,Sacch:13,etc  | 51/18Glu:4,Sacch:13,etc  | 100/0  |
| Protéines (g)  | 2,2  | 1,9  | 2,5  | 2,5  | 1,5  |
| Caséine/Lactosérum  | 100/0  | 100/0  | 90/10  | 90/10  | 80/20  |
| Lipides (TCM)  | 3 (15%)  | 3,3  | 1,2  | 1,2  | 3,7  |
| Na (mg)  | 45  | 23  | 40  | 40  | 20  |
| Calories  | 72  | 67  | 59  | 59  | 68  |

Ces aliments peuvent être utilisés dans les intolérances au lactose, en particulier dans la phase de réalimentation des diarrhées aiguës du nourrisson. Leur utilisation prolongée dans ce contexte n'est pas recommandée, surtout pour les formules à teneur calorique faible (HNRL et HN25).

#### 3.6.3 Les aliments diététiques acidifiés

L'acidification par ferments lactiques et l'adjonction de bifidobactéries ont pour but de favoriser la digestion de la caséine et d'améliorer la tolérance au lactose.
Il s'agit de **Lactofidus** (Gallia), **Bio-Guigoz** (Guigoz) et **Pelargon** (Nestlé).
Lactofidus présente 0,2 g/100ml d'acide lactique et une culture de Bifidobactéries.
Bio-Guigoz est enrichi en *Streptococcus thermophilus* (acide lactique: 0,2 g/100ml et pH à 4,8) et d'une culture de bifidobactéries (106/g de poudre).
Pelargon est enrichi en ferment lactique (*Bacterium lactis acidi*). La concentration en acide lactique est de 0,24 g/L. Le pH est de 5,2.
Utilisés dans les troubles digestifs mineurs du nourrisson (" coliques "), leur composition répond par ailleurs aux critères des préparations pour nourrissons.

#### 3.6.4 Les aliments pour prématurés et nouveau-nés de petit poids de naissance

Ils ne répondent pas à une allégation règlementaire spécifique " pour prématurés ".
Il s'agit de **PreAlma** (Diepal-Jacquemaire), **PreGallia** (Gallia), **PreGuigoz** (Guigoz), **PreEnfamil** (Mead Johnson), **PreAptamil** et **PreMilumel** (Milupa), **PreNidal** (Nestlé).
**Leur caractéristiques** sont :
- Une teneur en **protéines** plus élevée que les préparations pour nourrissons (2 g/100 ml) avec une rapport caséine/protéines solubles modifié ( 30/70 ou 40/60).
- Un **sucrage mixte** Lactose + Dextrine.
- Un enrichissement en **triglycérides à chaîne moyenne** (20 à 40 % des lipides) ainsi qu'un enrichissement en acide linoléique, en acide linolénique et également en AGPLC des séries n-3 et n-6 (DHA) : Pre Aptamil, PreGallia, PreNidal, Pre Guigoz.
- Une **teneur en électrolytes** adaptée à l'immaturité rénale du prématuré.

Ces aliments sont destinés à couvrir les besoins de croissance en respectant les limites métaboliques des nouveau-nés prématurés et/ou de petit poids. Sans avoir de règlementation sur leur appellation " pour prématurés ", ils répondent aux critères des préparations pour nourrissons, en particulier en termes de vitamines, notamment D (40 à 80 UI/100ml ) E et K pour la prévention de la maladie hémorragique du nouveau-né, et d'oligoéléments.

#### 3.6.5 Les aliments diététiques dits hypoallergéniques (HA)

Une confusion existe dans l'appellation HA du fait de l'absence de règlement précis quant à leur composition.
Récemment commercialisés, ces aliments ont pour but théorique de réduire le risque d'allergie alimentaire par une hydrolyse partielle (enzymatique et/ou thermique) de leur fraction protéique d'origine lactée.
Il s'agit de : **Gallia H** (Gallia), **Guigoz HA** (Guigoz), **Alma H** (Jacquemaire), **Milumel HA** (Milupa) - **Enfamil HA** (Mead Johnson), **Nidal HA** (Nestlé). Un aliment étiqueté HA peut être considéré à part du fait de l'origine des protéines hydroly-sées : il s'agit de **Lactoprégomine** (Milupa) dont les protéines sont des protéines de soja et de collagène de porc.
L'hydrolyse de ces protéines aboutit à des peptides de taille certes inférieure aux protéines natives du lait de vache mais de taille non négligeable (jusqu'à 5000 dalton voire plus).
Leur rôle préventif reste en cours d'évaluation ; s'il parait réel dans la prévention de l'intolérance aux protéines de lait de vache, la prévention de l'eczéma ou des allergies respiratoires est beaucoup plus discutable voire nulle. Ils ne doivent en tout cas jamais être utilisés dans les intolérances aux protéines du lait de vache avérées.
Leurs indications restent discutables. Ils pourraient se justifier dans l'allaitement d'enfants présentant des antécédents familiaux d'allergie, en particulier au 1er degré et en cas d'antécédents multiples.
Dans tous les cas, les modifications ne portent que sur les protéines, la composition en glucides et en lipides restant conforme à l'arrêté règlementant les préparations pour nourrissons.

#### 3.6.6 Les substituts hydrolysés du lait

Ce sont des aliments destinés à l'alimentation d'enfants en situation pathologique et de prescription médicale. Leur composition et appellation ne sont pas légalement réglementées.
Ils présentent les **caractéristiques suivantes** :

**- Protéines hydrolysées** en très petits peptides (moins de 3500 Dalton) garantissant une réelle hypoallergénicité.
Les différences entre eux résident surtout dans l'origine et la nature des protéines hydrolysées :

* Caséine : **Galliagene Progress** (Gallia), **Nutramigen** et **Pregestimil** (Mead Johnson).
* Protéines du lactosérum : **Alfare** (Nestlé), **Peptijunior** (Nutricia).
* Protéines de soja et collagène de boeuf : **Pregomine** (Milupa).

On note également une différence dans le degré de l'hydrolyse protéique. La majorité des protéines est constituée d'acides aminés libres ou de petits peptides de 2 à 5-6 acides aminés de moins de 1500 dalton ; une fraction plus faible mais non négligeable peut cependant atteindre dans certains produits, une taille maximale de peptides dans le "produit final" de 2000 à 3000 voire 5000 Dalton. Il faut d'ailleurs noter que le profil peptidique de ces hydrolysats n'est donné qu'avec réticence par les fabriquants et qu'il ne figure pas sur les fiches " notices ", alors que la taille des peptides résiduels est un élément important dans l'évaluation du risque allergénique.

**- Absence de lactose** ou simple traces : Glucides composés exclusivement de polymères.
**- Enrichissement en TCM**.
- Composition en minéraux, vitamines, oligo-éléments conforme à l'arrêté.

## 4 La diversification

La diversification est l'introduction progressive à partir de 4 mois des aliments autres que le lait pour habituer l'enfant en l'espace de plusieurs mois à une alimentation proche de l'adulte.

### 4.1 Les différentes catégories d'aliments

Un aliment est une substance naturelle consommée en l'état ou après transformation.
Un nutriment est une substance chimique (glucide, lipide, protide).
Il est habituel de classer les aliments en cinq groupes aux caractéristiques différentes.

#### 4.1.1 Oeuf - poisson - viande + légumes secs

On distingue 2 sous-groupes :

##### 4.1.1.1 Oeuf - poisson et viande

**1. Valeur biologique**
Il s'agit de la principale source de protéines (20 % de leur poids en moyenne).
Les protéines d'origine animale sont riches en acides aminés (AA) essentiels.
On note par ailleurs la richesse en vitamines :
- B1 - PP dans la viande
- A - D dans le poisson
- A - PP dans l'oeuf.

**2. Valeur calorique**Elle dépend de la valeur en lipides.
Le dicton "le poisson le plus gras est plus maigre que la viande la plus maigre" ne repose sur aucun fondement scientifique.
En effet, dans la viande du même animal la teneur en lipides peut varier de 1 à 5 en fonction de son site dans le corps et du mode de préparation culinaire.
Pour mémoire, la teneur en lipides est de :
- 2-3 % dans la viande de cheval
- 10 % dans la viande de boeuf - poulet
- 30 % dans la charcuterie
- 0,55 % dans le poisson maigre
- 12 % dans le poisson gras

**3. La digestibilité**Elle est variable en fonction de la richesse en fibres et en tissu conjonctif et du mode de cuisson.

##### 4.1.1.2 Les légumes secs

**1. Valeur biologique**
Ils comportent 25 % de protéines mais avec un facteur limitant, le plus souvent la méthionine.

**2. Valeur calorique**Elle est élevée du fait de la richesse en glucides (50 %).

**3. La digestibilité**Elle est faible du fait de la richesse en fibres.

#### 4.1.2 Le lait et les fromages

**1. Valeur biologique**Elle est élevée puisqu'il s'agit de protéines d'origine animale sans facteur limitant.
C'est d'autre part la principale source de calcium de l'organisme.

**2. Valeur calorique**Dépend de la teneur en graisses : lait entier, demi-écrémé, écrémé, fromages maigres ou gras.

**3. La digestibilité** est élevée de l'ordre de 95 %

#### 4.1.3 Les graisses et les corps gras

Il s'agit de produits transformés par une séparation des lipides du reste des composants d'un aliment.
L'apport énergétique est élevé :
- 9 Cal/g pour l'huile
- 8 Cal/g pour le beurre
- 4 Cal/g pour la crème fraîche.
Ils représentent un apport exclusif de lipides avec AG saturés (beurre) ou insaturés (huiles de tournesol, maïs, soja, pépin de raisin ou graisses de poisson).
Ils sont riches en vitamines liposolubles notamment A.
La digestibilité est variable, fonction de l'état physicochimique et du mode de cuisson.

#### 4.1.4 Les céréales et dérivés

Il s'agit d'aliments à vocation énergétique du fait de leur richesse en glucides (70 %) sous forme d'amidon.
Ils sont dépourvus de graisses mais contiennent 10 % de protéines (sous forme de gluten pour certaines céréales) dont la valeur biologique est variable (le facteur limitant est le plus souvent la lysine).
Ils sont par ailleurs marqués par :
- la richesse en fibres (son),
- la pauvreté en eau,
- la richesse en vitamines (B1, B2, PP).
Leur digestibilité dépend de leur richesse en fibres.

#### 4.1.5 Les légumes et les fruits

Ils ne comportent pratiquement pas de protéines et peu de lipides (sauf les olives, avocats et fruits oléagineux).
Ils comportent des glucides dont la majorité sont des glucides non assimilables (cellulose, hémicellulose, pectines, lignines).
Leur valeur énergétique dépend de la teneur en glucides assimilables :
- 20 % pour pommes de terre, bananes,
- 10 % pour fruits, carottes, navets,
- 5 % pour légumes verts.
Ils sont par ailleurs marqués par la richesse en eau, en oligo-éléments, en vitamine C, en potassium (à l'état frais) et en magnésium.
La digestibilité est variable en fonction de la teneur en fibres.

La cuisson est nécessaire pour les tubercules et la plupart des légumes verts. Elle permet un éclatement de la cellulose et de l'amidon et améliore la digestibilité.
Elle dénature cependant la vitamine C et l'eau de cuisson emporte souvent les oligo-éléments et les sels minéraux (d'où l'intérêt de la cuisson à la vapeur)

L'alimentation est bien équilibrée lorsqu'elle comporte un ou plusieurs éléments de chacune de ces 5 catégories d'aliments. Sans aller jusqu'à une rigueur fastidieuse en voulant équilibrer chaque repas, il faut tout au moins essayer d'obtenir un tel équilibre sur les différents repas de la journée. Ceci est valable chez l'adulte mais également chez l'enfant dès lors qu'il est diversifié.