

La nutrition de l'enfant

Enseignement clinique année 2012-2013
Gastro-entérologie et nutrition de l'enfant

masters en médecine

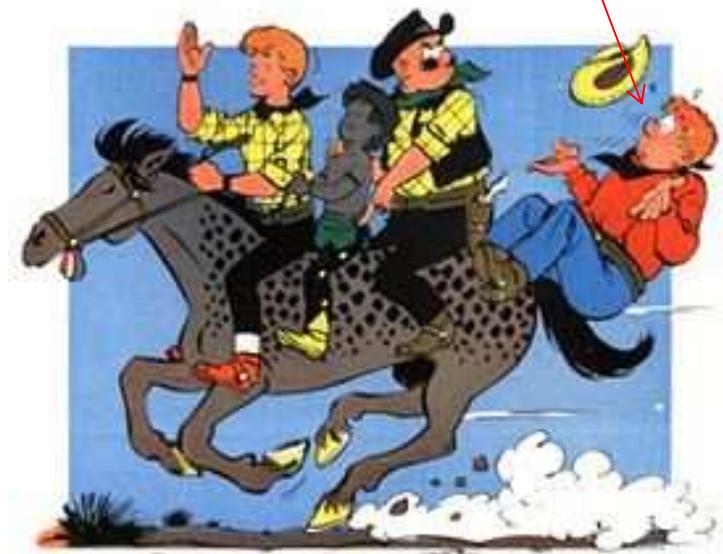
Université de Liège

Professeur Oreste Battisti

Objectifs du cours

- Connaître les bases biochimiques de la nutrition et leurs applications chez l'enfant normal et chez les enfants particuliers.
- Connaître l'alimentation normale d'un enfant sans particularité (chez lui et ou ses parents).
- Connaître les bases nutritionnelles des enfants particuliers
- Savoir reconnaître les principales déficiences nutritionnelles
- Savoir suspecter une maladie métabolique
- Savoir établir un bilan nutritionnel

Et J'espère que vous ne serez pas comme ceux-ci

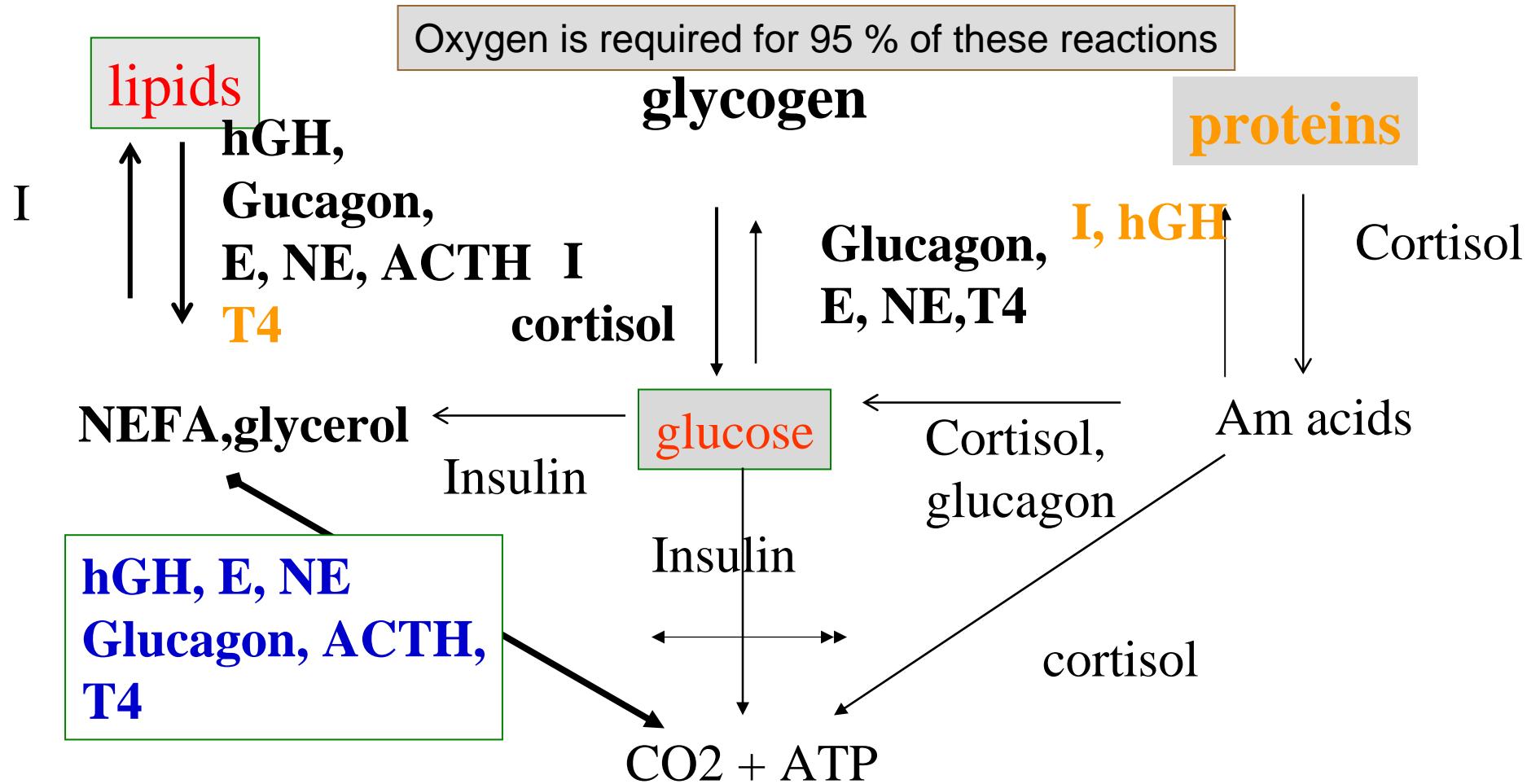


En fin du cours !

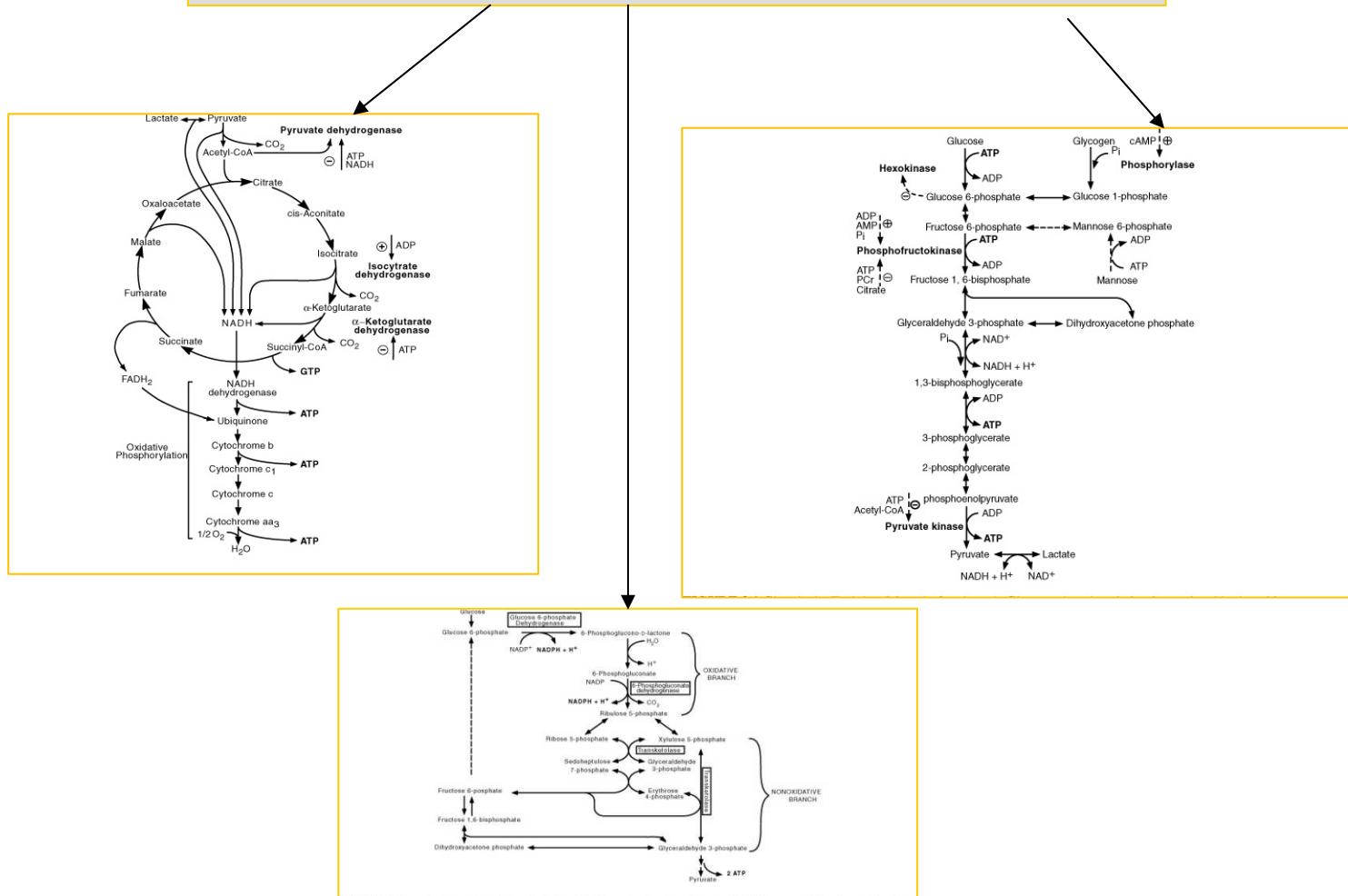
Partie 1. Bases biochimiques de la nutrition infantile

Les métabolites:
Les substrats, les produits
Et les hormones

« back to biochemistry »: hormones and organic metabolites



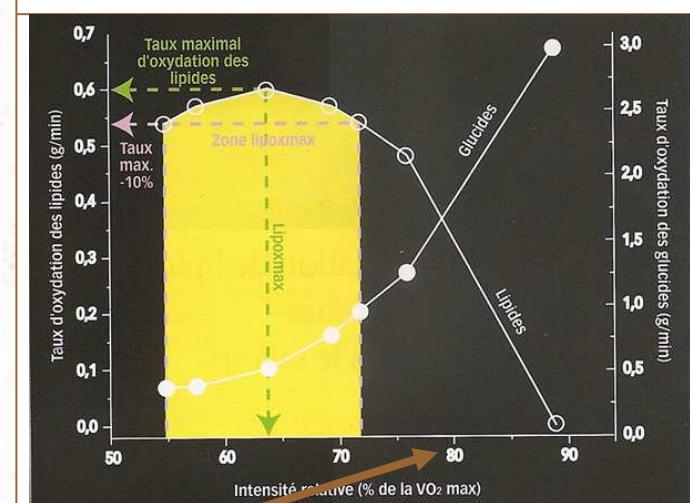
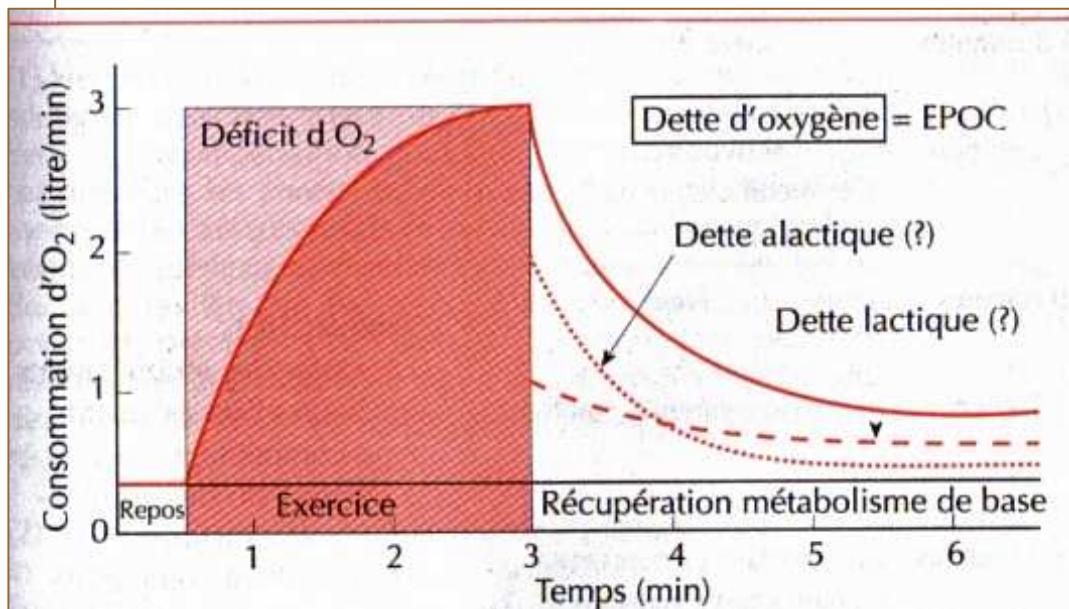
Voies métaboliques oxydatives: le cycle de Krebs, le cycle des PP et la glycolyse



$\Sigma = 95\% \text{ de la QO}_2$, le restant = glycolyse anaérobique et gestion des radicaux libres

Le quotient respiratoire QR=(VCO2/VO2)

- Lorsqu'il faut beaucoup d'O₂ pour « brûler » le métabolite, le QR baisse
QR < 1 à l'exercice, triglycérides utilisés
- QR = 1 glucose utilisé
- QR > 1 glycolyse anaérobie rejette + de CO₂ que d'O₂ consommé

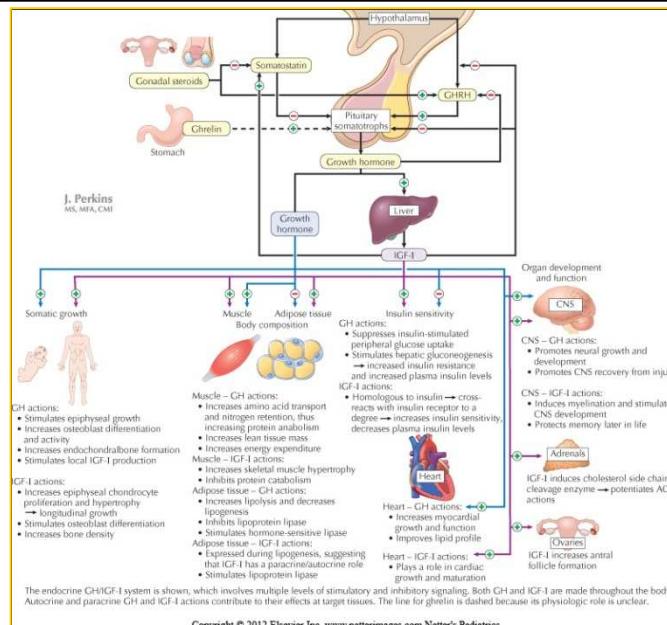


Si FC > [(220- âge années) x 0.8], l'enfant est en dette lactique d'oxygène

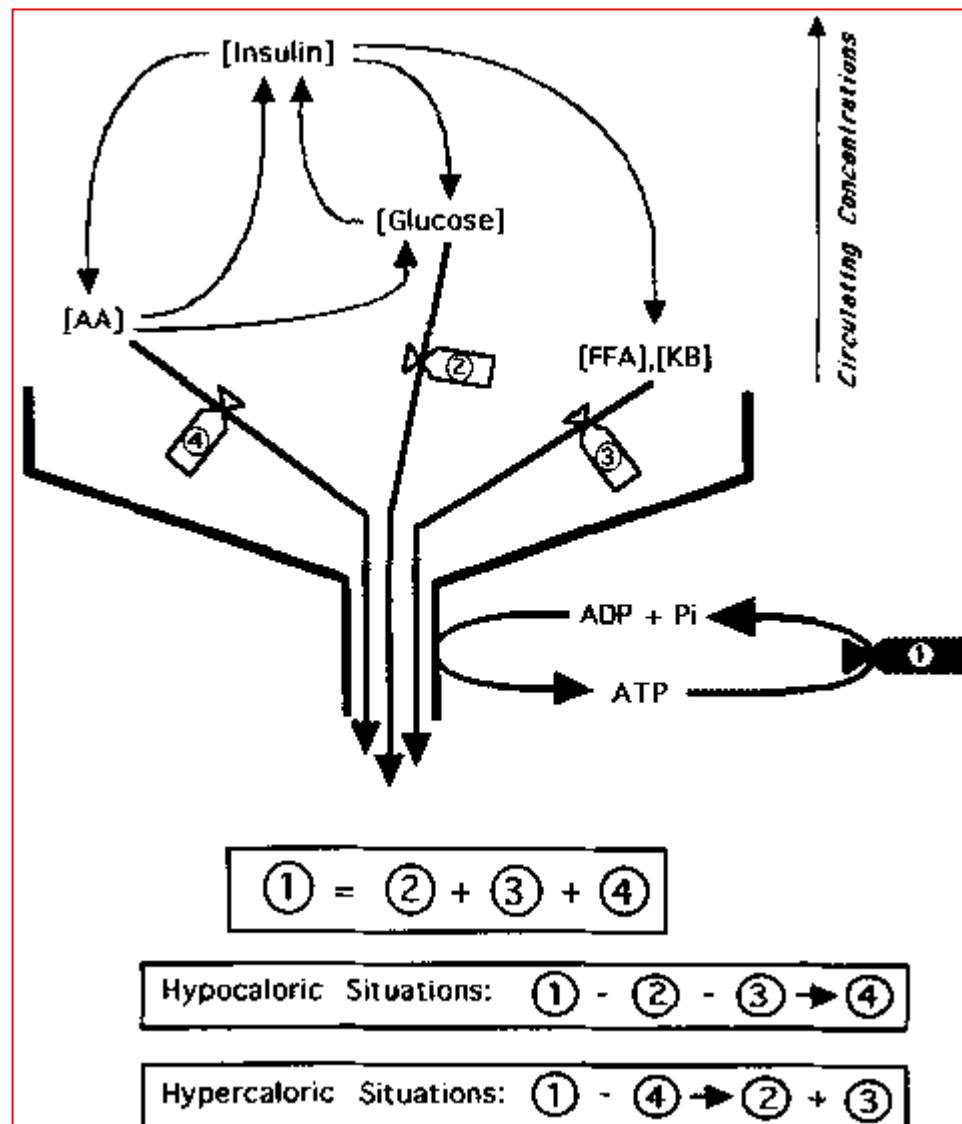
En cas d'oxydation de	Quotient respiratoire = [CO ₂ produit]/ [O ₂ consommé]
glucides	1
lipides	0.707
protides	0.835
éthanol	0.667

L'aspect hormonal intertissulaire

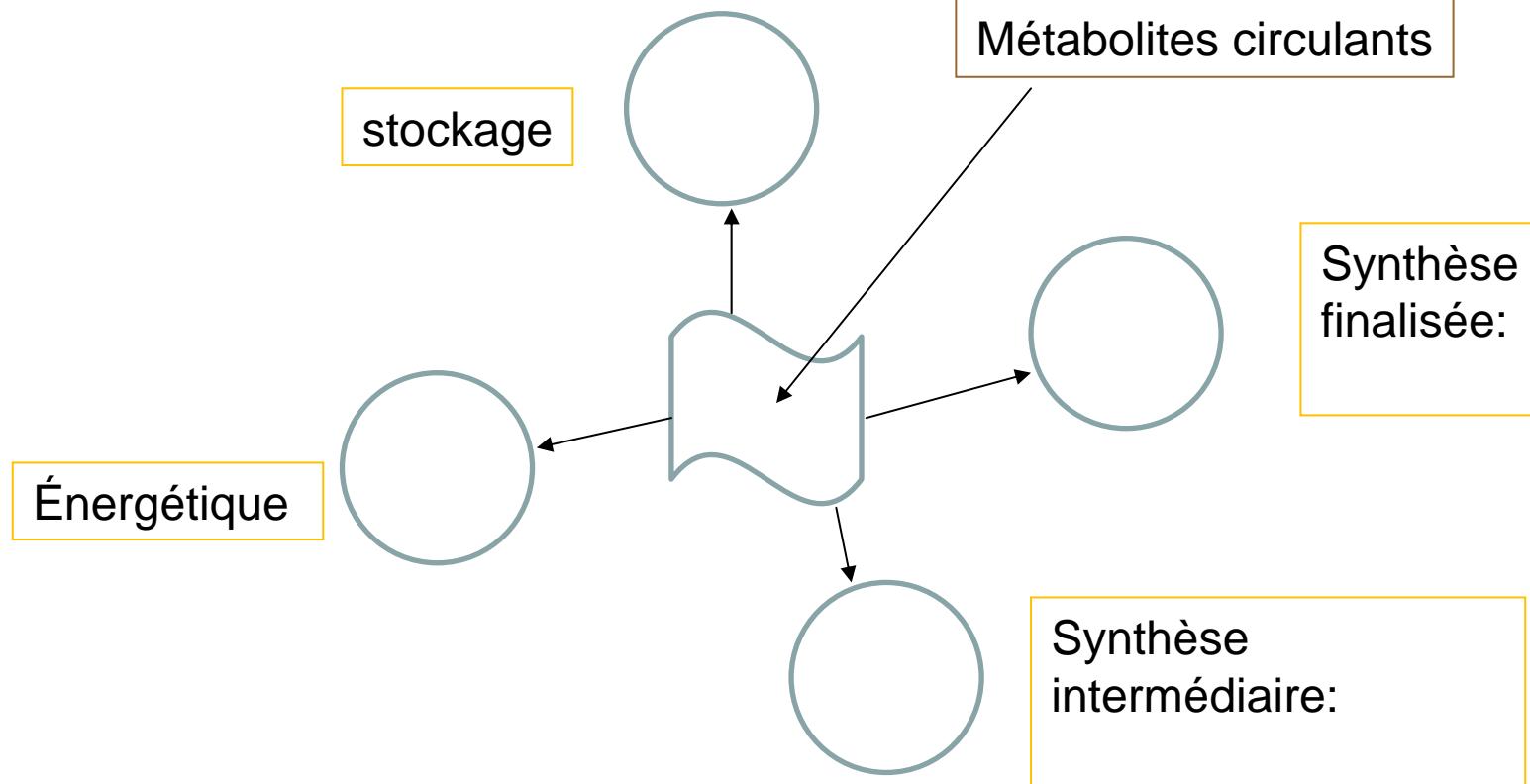
Tissu	QO2 ml/min/100g	QO2 ml/min/100 ml DS	QO2 ml/min/100 g PT
Myocarde ↑	9	11	69
Cerveau ↑	3	6	30
Reins ↓	5.5	1.5	32
Foie ↓	4.5	5	20
Tube digestif ↓	2.2	4	19



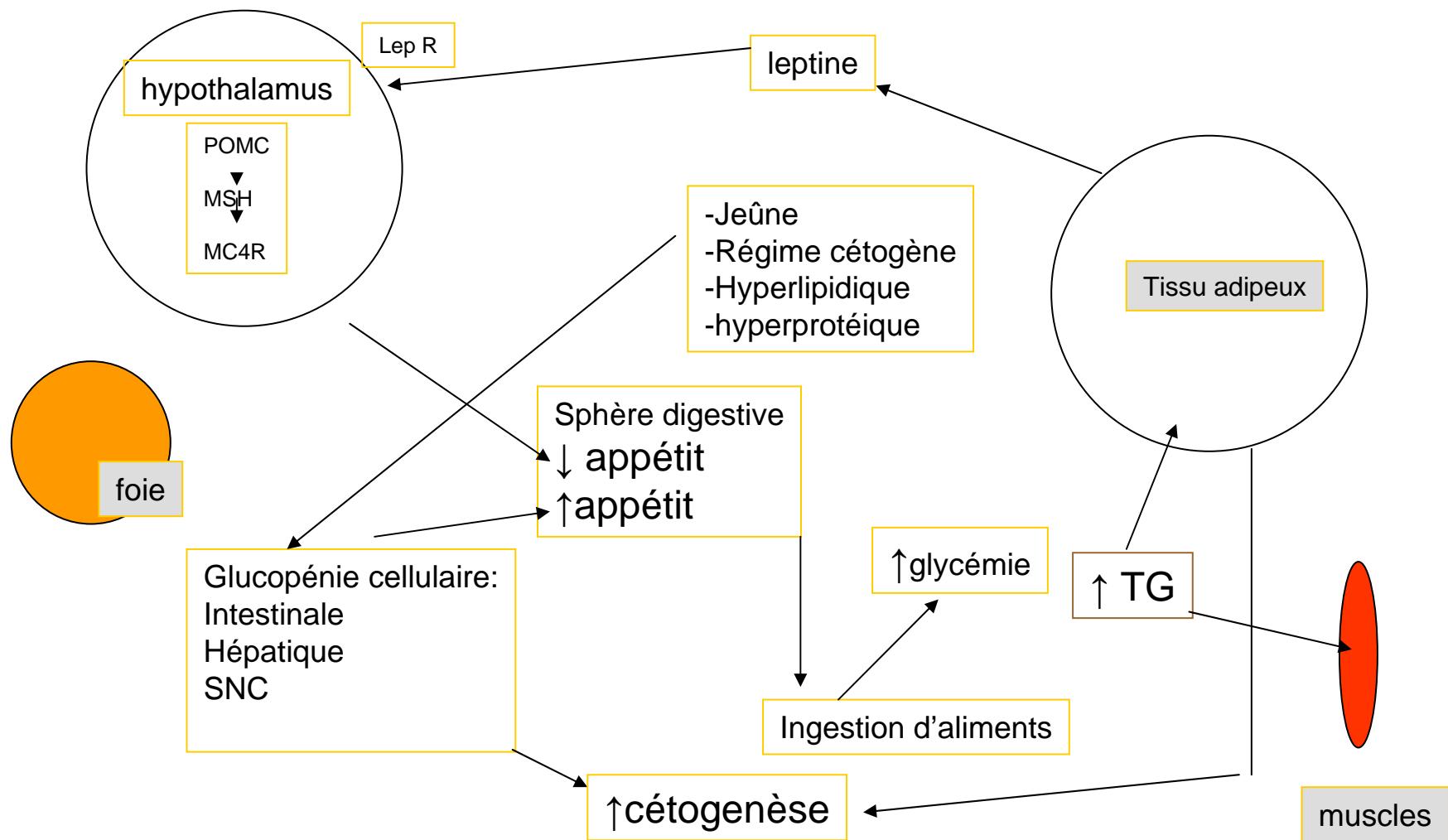
Interactions between insulin and circulating substrate levels and their contributions to energy production.



Prof O Battisti, nutrition infantile



Régimes, Tissus et SNC



Le métabolisme de base

MB kcal/kg/j = 0.372 FC moyenne

- Définition = ensemble des activités métaboliques pour le maintien des activités cellulaires de base
- Corrélation avec la consommation en O₂ et la production de CO₂ et notion de quotient respiratoire
- Corrélation de la FC avec le MB et la QO₂
- « Découpage » du MB:
 - 17 % pour le turnover protéique
 - 9 % pour l'absorption
 - 26 % pour la protéosynthèse
 - 23 % pour la lipidosynthèse
 - 6 % pour la glucosynthèse (glycogène, néoglucogenèse)
 - 19 % pour l'homéostasie cellulaire

	H	F	E
foie	21	21	14
cerveau	20	21	44
coeur	9	8	4
reins	8	9	6
muscles	22	16	6
adipocytes	4	6	2
autres	16	19	24

Le découpage des besoins

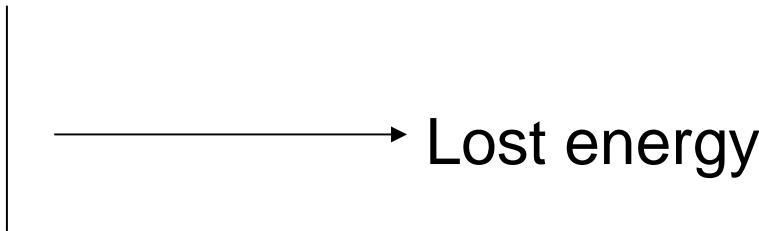
	kcal/kg/day
Métabolisme de base	40-60
Synthèses	15
Energies stockées	20-30
Excrétées	15
apports	90-120



Le turnover protéique = 17% du MB

→ The cotside metabolic balance =
une balance métabolique au lit de l'enfant

1. Energy intakes: 100%

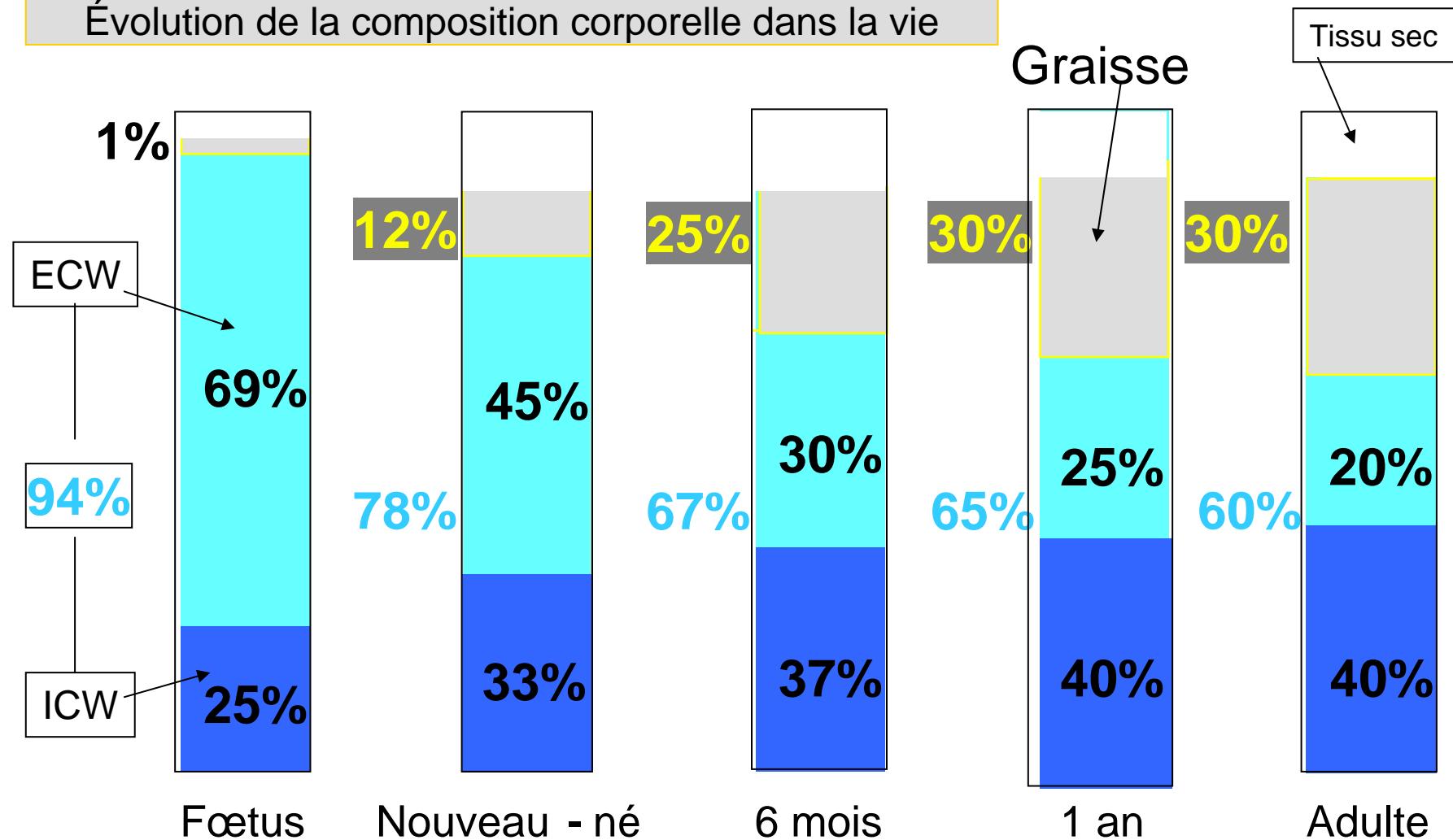


2. Metabolisable energy: 65-90%

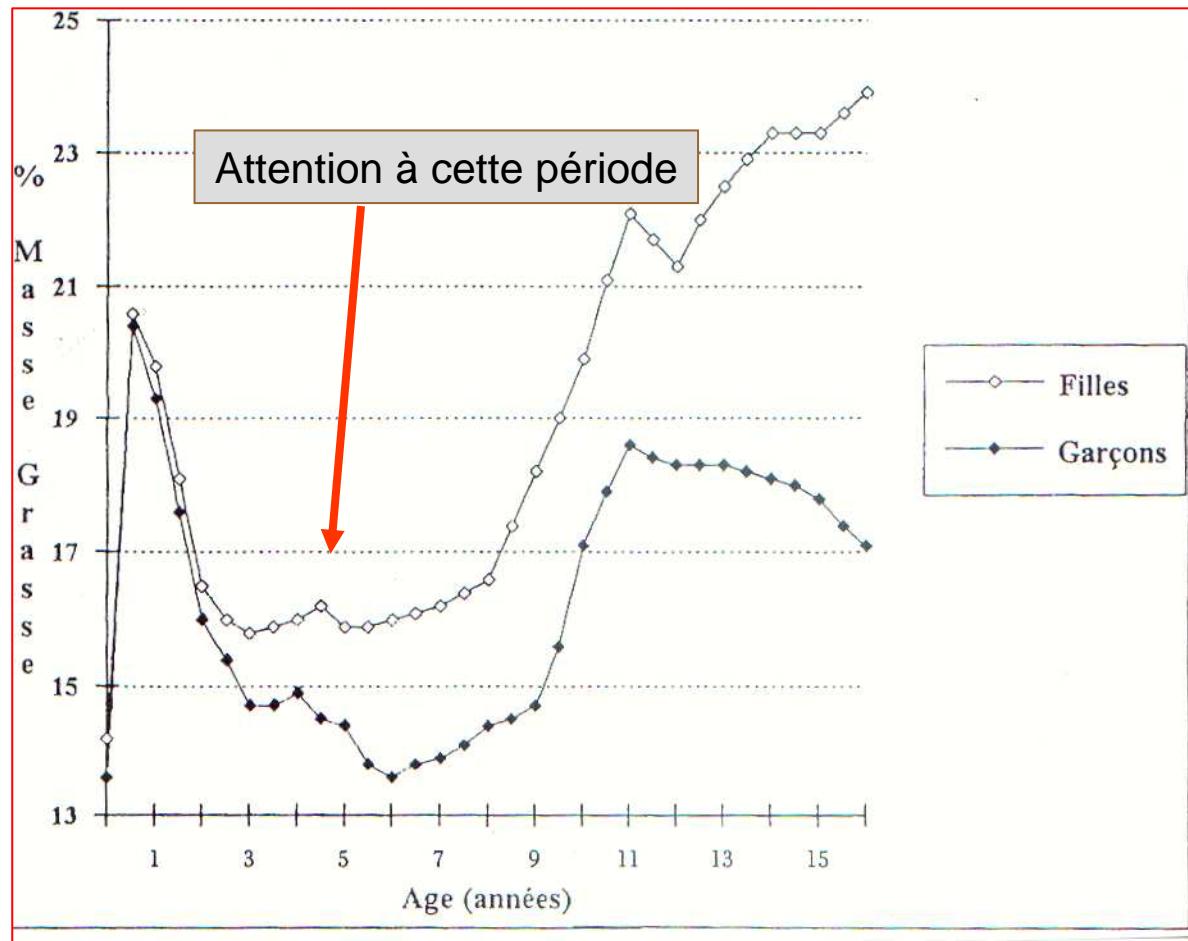
BMR kcal/ kg/d = 0.372 HR;
VO₂ ml/kg/min = 0.052 HR

Cost of Growth/ g
Normal G: 3 kcal
Retarded G: 5 kcal

Évolution de la composition corporelle dans la vie



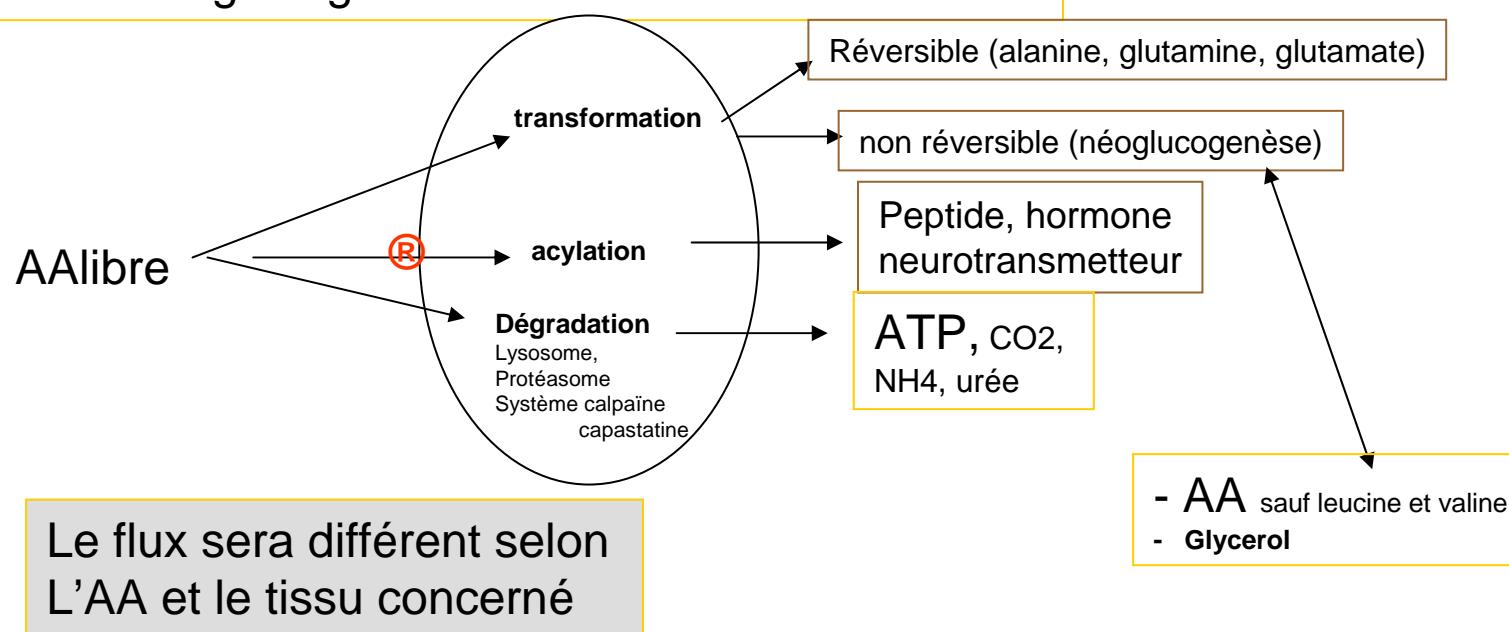
Evolution de la teneur corporelle en graisse



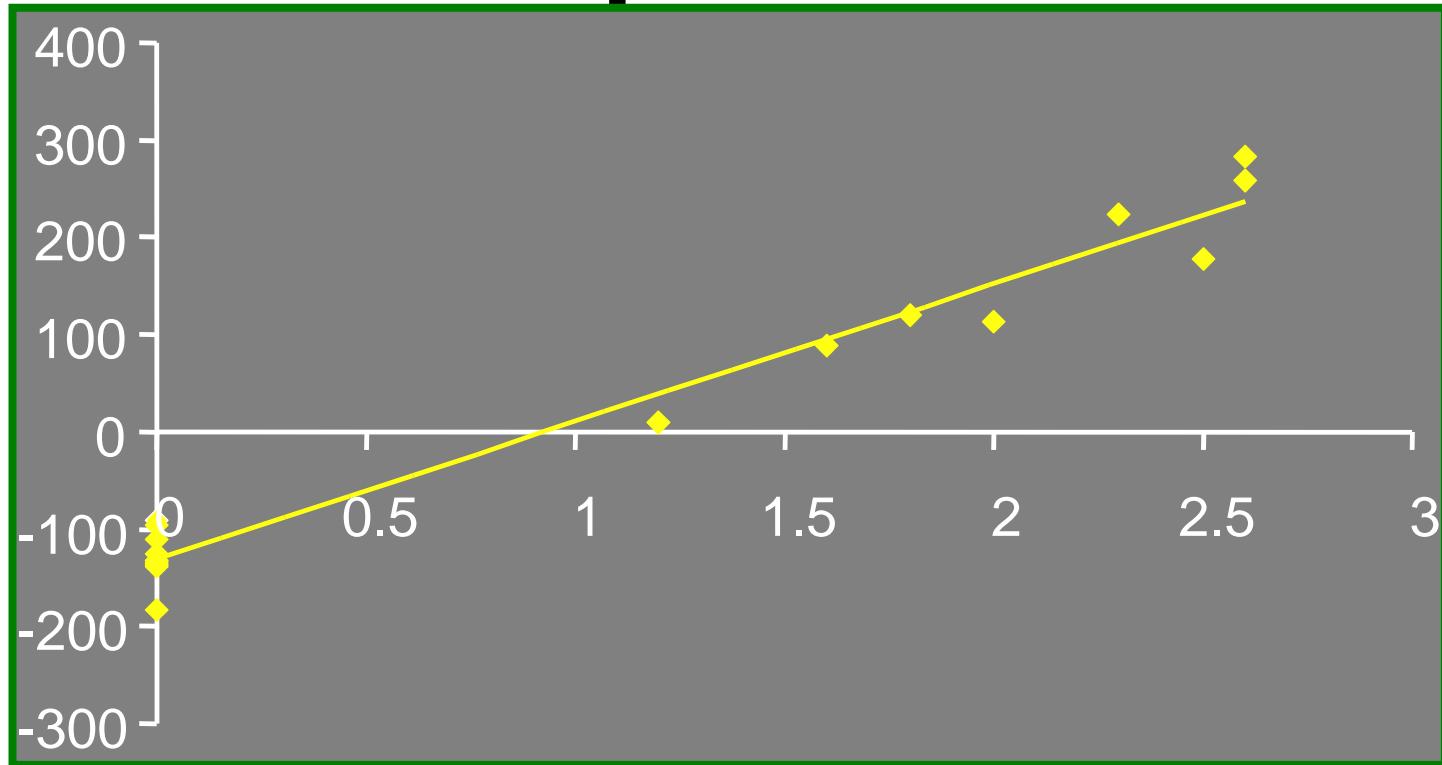
Les protéines et les acides aminés

Voies métaboliques des protéines

- Synthèse pour la croissance
- synthèse pour l'équilibre de la masse protéique
 - peptides dégradés, bloqués et ou erronés en cours de synthèse → Σ
- Certains acides aminés ont des fonctions spécifiques
 - exemples: ADN, ARN, neurotransmetteurs
 - néoglucogenèse



Utilisation précoce d'AA.



→ En dessous d'un apport en AA ou PTde 0.8g/kg/j
L'enfant sera obligé d'utiliser les sources internes

Les Acides Aminés

Acides aminés indispensables	éventuellement indispensables	non indispensables
Méthionine	Cystéine, Taurine	Alanine
Phénylalanine	Tyrosine	A. aspartique
Thréonine	Glutamine,	A. glutamique
Histidine	Glycine, Sérine	
Lysine	Arginine	
Tryptophane		
Isoleucine		
Leucine		
Valine		
	AAI + AAnI = Besoin en protéines « de bonne qualité »	

Aminoacids and the tissues preferences → intérêt de l'amonogramme sanguin

Liver:	Muscles:	shared:
Phe, Try, Thre, Lys, Met, His, Arg	Leu, Ileu, Val	Glu+ gutamic acid, Gly, Pro, Aspartic acid, Tyr, Ala

Alanine:from muscles and intestines to liver;

Glutamine: important for intestines and kidneys;

Some AA are toxic, other protect the brain

The proteins turnover (\neq proteins synthesis)

- **3 Purposes of that turnover:**

- blockage or abortion of erroneous synthesis
- Renovelling for:
Replacements for losses
Replacements for degradations

tissu	Dans le tissu Taux de renouvellement protéique Petits	adultes
foie	50 %	57 %
cerveau	44 %	18 %
Muscles reins	3-4 % ?	15 % 50 %

Quantitative and qualitative growth

Protein synthesis:

is correlated to activities of hormones (hGH, somatomedins, insulin , T4), to a caloric intake well proportionated and higher than 70 kcal/kg/d, and activities of skeletal muscles.

The quantitative needs of proteins

> 0.8 g/kg/day

The qualitative needs of proteins

should contain 48 % essential AA (mixture of casein and albumin).

Les protéines ou acides aminés:

- en cas de croissance, il y a obligatoirement une synthèse protéique**
- à n'importe quel âge, il y a un turnover**
- les protéines sont « la pièce» centrale de la nutrition**
- il n'y pas de véritable stockage mais il y a un pool de réserve (muscles et foie)**
- elles doivent être accompagnées de calories pour éviter d'être oxydés.**

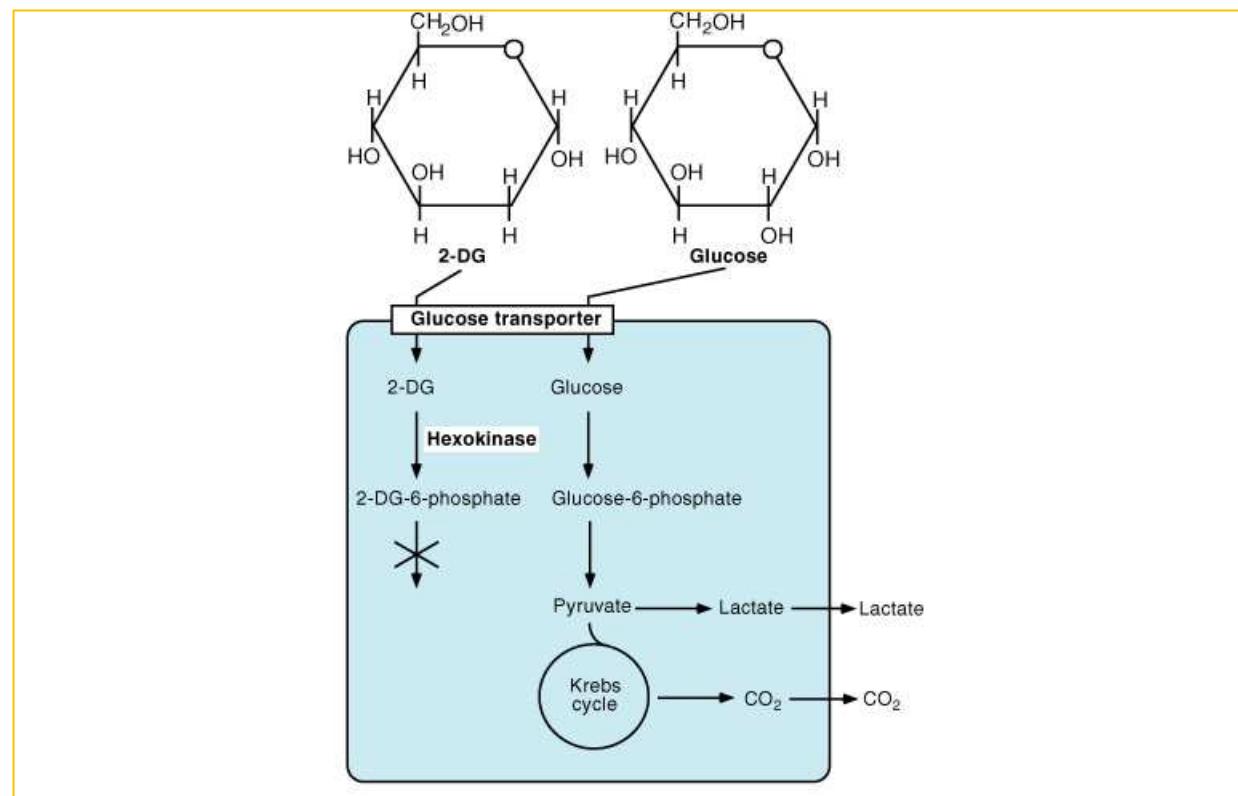
Les glucides ou hydrates de carbone

Glucides

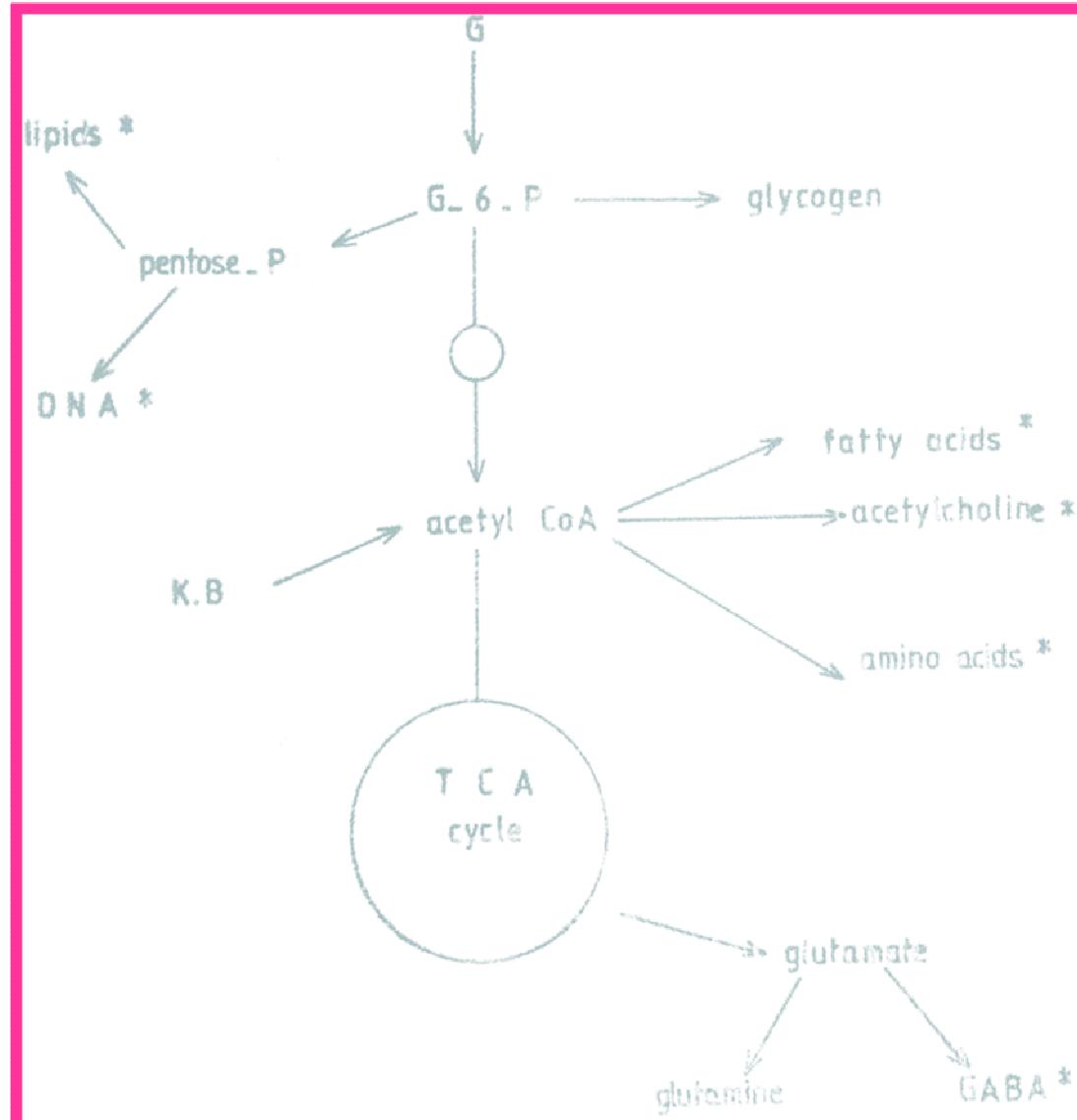
- nutrient le plus rapidement disponible par le cerveau.
- 1 g fournit 4 kcal à oxydation complète.
- Composant principal de l'alimentation.
- Représente 40-50% de l'apport énergétique.

Il s'agit:

- du glucose, du galactose, du fructose, du lactate
- de dissacharides; lactose, saccharose
- De polymère du glucose (amidrons)



Les rôles du glucose



-Énergétique:
aigu et stockage
- synthétique

Les glucides:

- leurs différentes formes
- leurs rôles
- formes de stockage: différences entre le foie, les muscles, le cerveau
- la néoglucogenèse

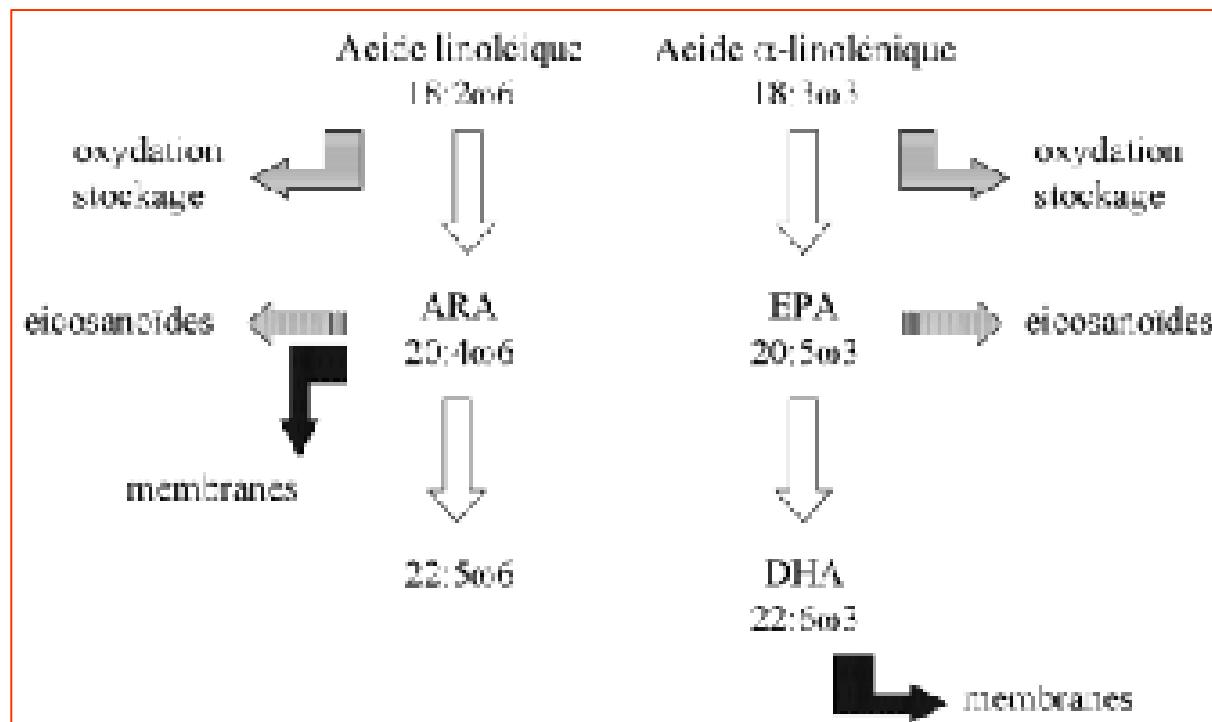
Les lipides.

Les lipides.

1. Substrats énergétiques rapidement utilisés
2. Grande densité énergétique, faible osmolarité
3. Pour l'action énergétique, leur métabolisme est en relation avec celui des glucides:
 - Chez le fetus: les lipides sont très largement synthétisés à partir du glucose
 - À tout âge, grâce à une collaboration entre le foie et les muscles squelettique (voir cycle de Cori)
 - Les corps cétoniques sont une source énergétique importante pour le cerveau

Pour maintenir une bonne fonction membranaire, il faut un apport d'AG essentiels (acide linoléique et linoléique)

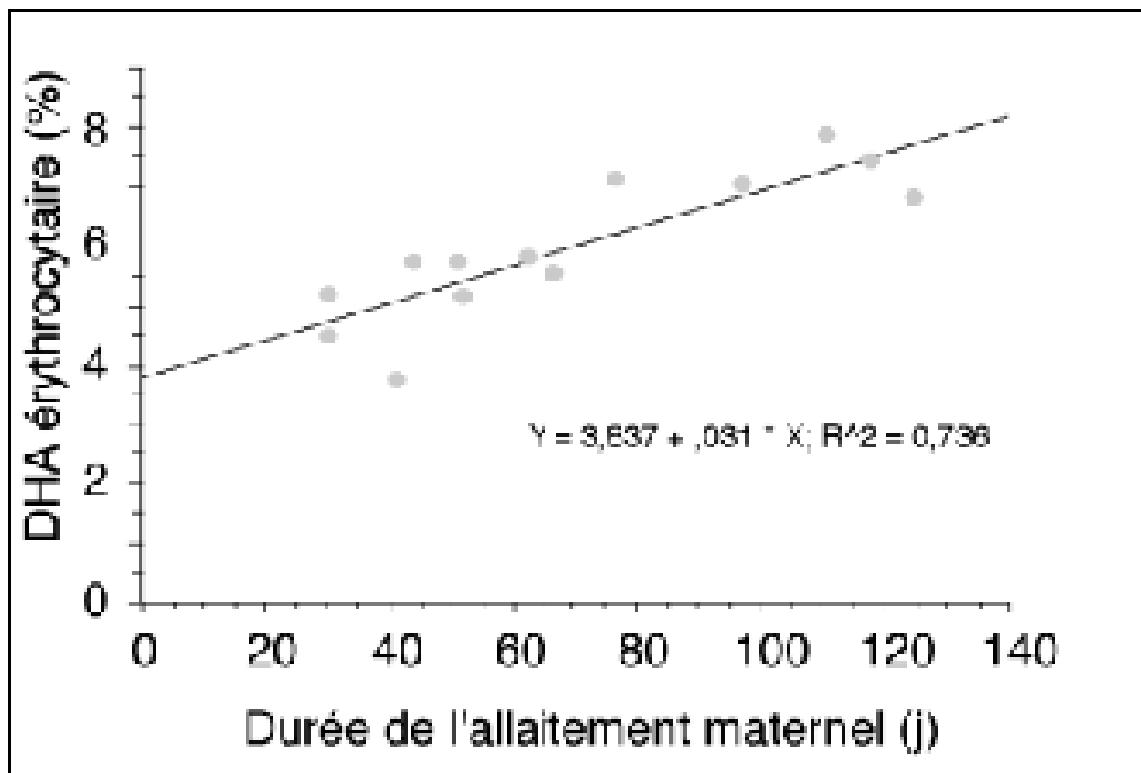
Les voies métaboliques des AGPI



Les AGPI ou les PUFA

- **L'acide docosahexaénoïque** (C22:6w3), acide gras plus connu sous le nom de DHA, est un AGPI à longue chaîne qui s'accumule de façon préférentielle dans les membranes des cellules photoréceptrices de la rétine et des neurones où il y joue un rôle essentiel. L'accumulation du DHA dans le tissu cérébral fœtal se fait essentiellement au cours du dernier trimestre de la grossesse, mais cette accumulation se poursuit en post natal pendant les 2 premières années de vie.
- **L'acide arachidonique** (ARA ou C20:4w6) et **l'acide eicosapentaénoïque** (EPA ou C20:5w3), autres AGPI à longue chaîne, sont les précurseurs des prostaglandines, leukotriènes et thromboxanes, molécules regroupées sous le nom général d'eicosanoïdes.
- **La synthèse de ces AGPI à longue chaîne (AGPI-LC) utilise le même système enzymatique ce qui rend l'organisme sensible à tout déséquilibre important entre les lignées w3 et w6 .**
- La couverture des besoins en DHA et ARA pendant les premiers mois de vie sont assurés par le lait maternel car il contient non seulement des AGPI essentiels mais également des AGPI à longue chaîne. Les taux d'AGPI à longue chaîne dans le lait maternel sont très variable d'une femme à l'autre mais ils sont en moyenne, en Europe, de 0,3 % pour le DHA et de 0,5 % pour l'ARA .
- Au contraire du lait maternel, les formules de lait infantile ne contenaient pas de DHA et d'ARA et le nouveau-né recevant ce type de lait artificiel non supplémenté est donc totalement dépendant de ses capacités de synthèse endogène et de mobilisation de ses réserves. **Les formules récentes les ont ajoutés.**

Effet de la durée de l'allaitement maternel chez le nourrisson de 4 mois



prescrire un lait artificiel enrichi en DHA et ARA chez l'enfant à terme et chez l'enfant prématuré paraît souhaitable au regard des données actuelles de la littérature.

Les vitamines hydrosolubles

- Thiamine ou B1

Stabilité membranaire (glie, neurone, myocyte) → **béri-béri, encéphalopathie**

- Riboflavine ou B2

Stabilité de l'oxydo-réduction FAD mitochondriale → **lésions des lèvres et de la bouche**

- Niacine ou PP ou B3

Stabilité de l'oxydo-réduction NAD → **photosensibilité**

- Acide pantothénique ou B5

Coenzyma A pour l'acetylation et l'acylation → **paresthesies**

- Pyridoxine ou B6

Décarboxylation et transamination des AA → **convulsions, dermatose**

- Biotine ou B8 (ou H)

Cofacteur des carboxylase → **dermatite, alopecie**

- Acide folique ou folacine ou B9

• Acide ascorbique: anti oxydant

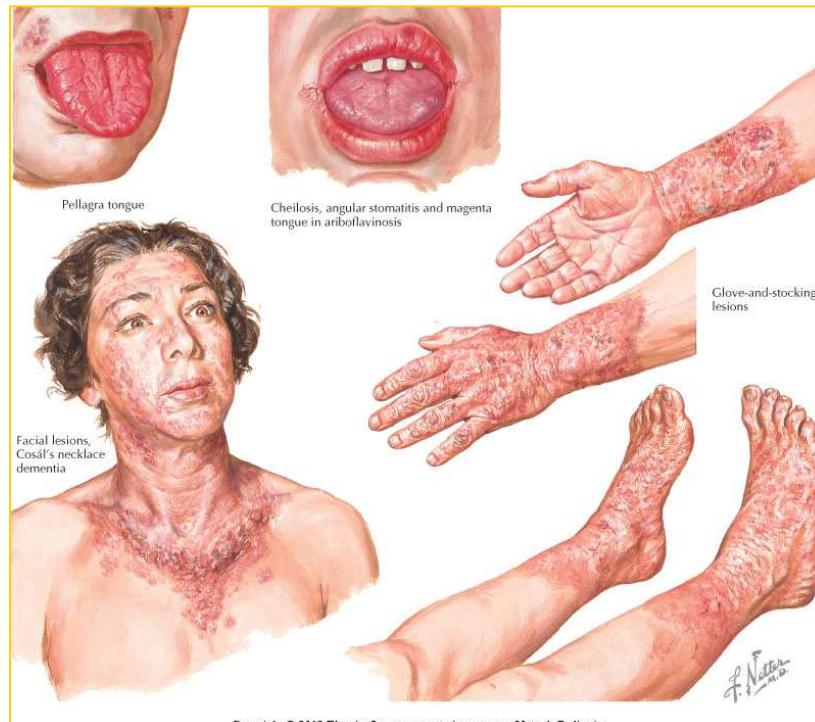
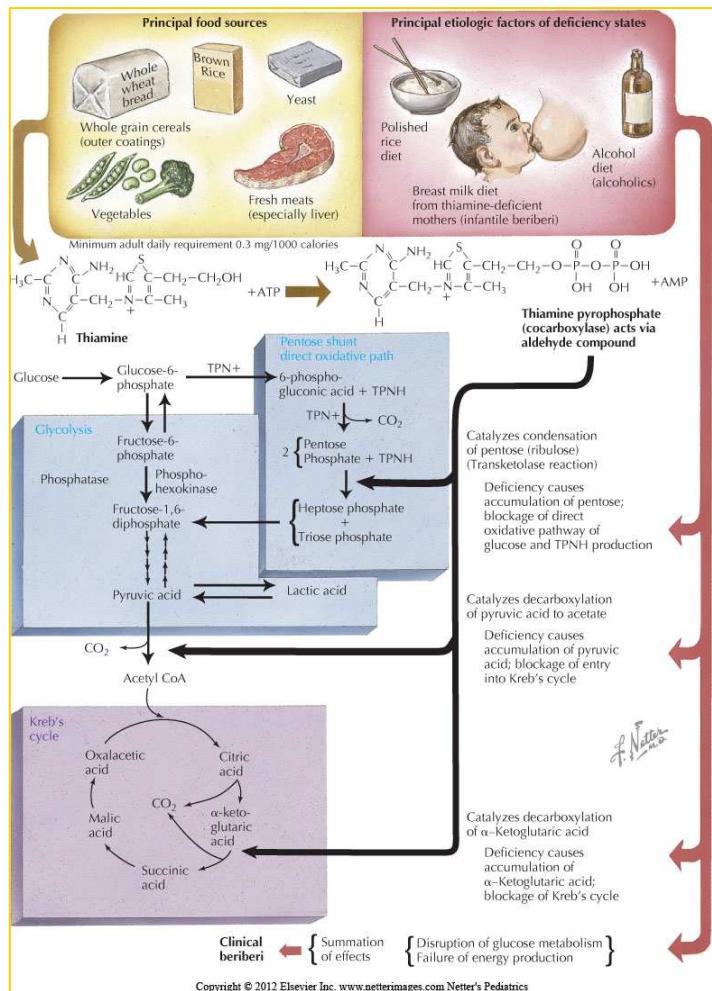
Synthèse ADN → **anémie, trouble du comportement, autisme**

- Cobalamine ou B12

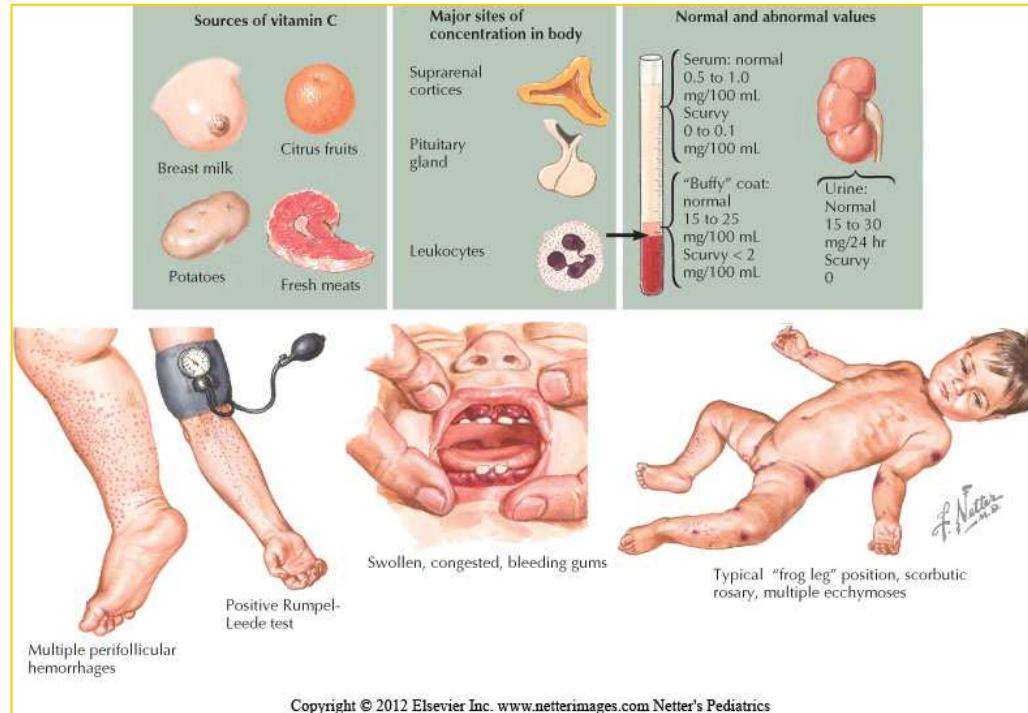
Synthèse ADN → **anémie**

Beri-beri (déficit en B1)

déficit en niacine ou B3



Déficit en vitamine C



Chez un nouveau-né ex-prématuré → trouble du métabolisme de La tyrosine et Phenylalanine → trouble de la synthèse T4 et T3

Vitamines liposolubles

- Rétinol ou vitamine A

Vision, cornée, muqueuse → attention au déficit dans les pays défavorisés
attention à un excès

- Calciférol ou vitamine D

Métabolisme C-P, activité lymphocytaire → attention au déficit partout,
surtout chez les enfants, les handicapés et les personnes âgées
→ attention à l'excès

- Tocophérol ou vitamine E

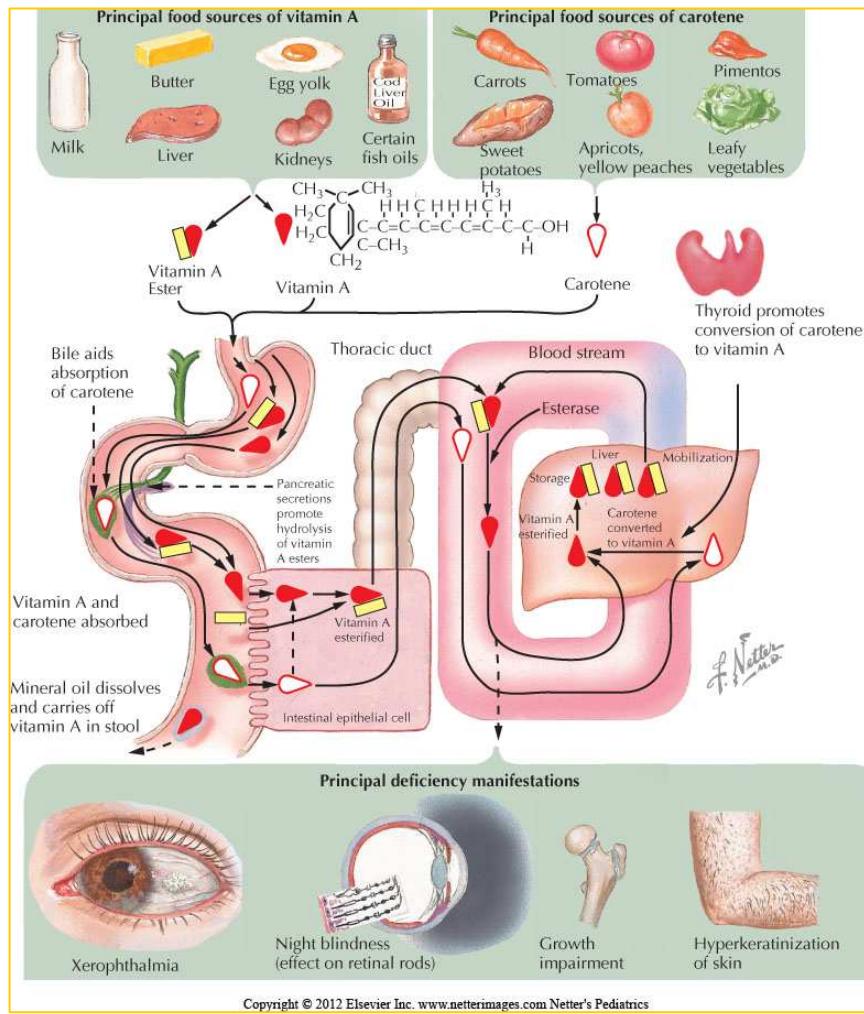
Anti oxydant, stabilisation membranaire → attention en cas de
malabsorption

- Phytoménadione ou vitamine K

Synthèse des facteurs de coagulation → attention chez le nouveau-né et
lors d'un allaitement prolongé

Dans la plupart des cas, attention au déficit et à l'excès pour la A et la D

La carence en vitamine A



Les minéraux

- **Na:** extracellulaire: attention en cas d' IRA, IRC, I cardiaque, de déshydratation
- **K:** intracellulaire: attention en cas de vomissements, d'anorexie mentale, de brûlures, de diabète sucré, de lyse cellulaire
- **Cl**
- **Ca:** attention à la fonction du muscle lisse, du muscle squelettique, des os
- **P:** attention en cas d'anorexie mentale, de cachexie, de diabète sucré, de lyse cellulaire.

Les métaux

- Le Fe héminique et non héminique.

Les sources sont: viande, poisson, céréales

Effet + de l'acide ascorbique, de la cystéine

Effet – des tannins (thé), protéines de l'œuf et du soja, chélateur

Effet ? Phytates, fibres

- Les autres oligo-éléments: Cu, I, Zn, Se, Chr, Mo, Mn, F

Rôle de cofacteur (vitaminique, hormonal), structural (ADN, émail, myoglobine, enzymes) d'antioxydant

Attention au déficit en I, Fe et Zn, attention à l'excès en I, Fe et PB

Pour les 3 grands composants organiques, établissez un tableau et ou un diagramme relevant leur fonction

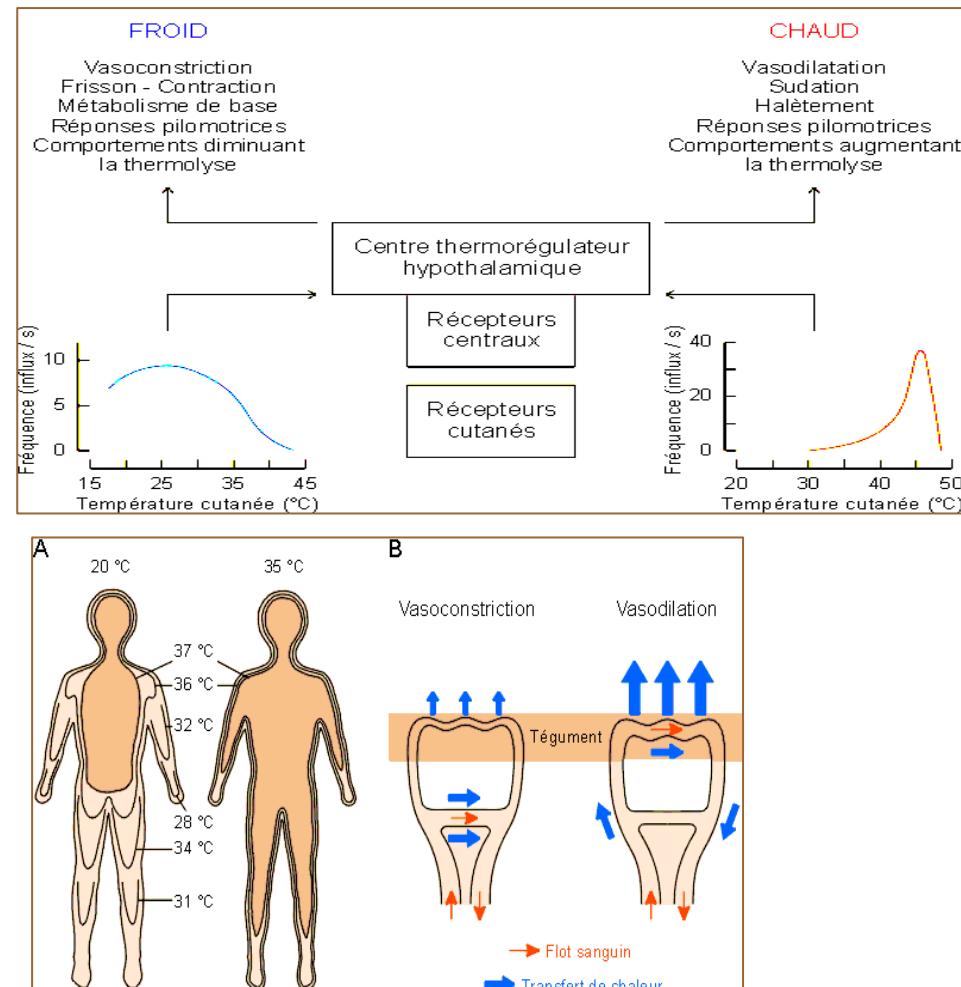
- Protides
- Glucides
- lipides

- Énergétique
- Stockage
- Synthèse finalisée
- Intermédiaire d'une synthèse

Premiers éléments tirés de la littérature et à pointer

- Les molécules organiques sont au 1^oplan de la nutrition; mais il ne faut pas scotomiser les minéraux, les vitamines et les oligo-éléments.
- Les glucides et les lipides ont un véritable stockage, au contraire des protides.
- La nutrition sera différente selon la voie d'apport: entérale ou parentérale.
- Les hormones intervenantes sont nombreuses, et peuvent être classées en anabolisantes et catabolisantes.
- Les hormones montrent quelques différences importantes durant la vie fœtale et après

La thermorégulation est énergétique



Thermogénèse physiologique (au repos)

- Fruit du métabolisme oxydatif
 - Correspond à une consommation d' O^2 ou $\dot{V}O^2$
 - Variations nyctémérales
 - Diminution pendant sommeil
 - Élevation pendant digestion
 - X 10 si exercice musculaire

Kcalories, eau et T°

«back to thermodynamics»

- Un joule= Quantité de travail (ou d'énergie) produit par une force de 1newton dont le point d'application se déplace de la force (1méga joule = 278 Wh)
- La chaleur spécifique du corps humain est estimée à 0,83Kcal/kg/°C
- Le besoin hydrique, dans les conditions internes et externes normales est superposable au besoin calorique si l'apport est IV, et de 15 % plus élevé si l'apport est par voie entérale (δ = pertes fécales et l' action spécifique dynamique)
- Une calorie = quantité de chaleur nécessaire pour éléver de 1°C la température d'un gramme d'eau à pression atmosphérique normale
- 1 cal = 4,18 joules
- 1 Kcal → 1,163 Wh → 11 ml O₂
- MB _{kcal/kg/j} = 0.372 x FC
- VO² _{ml/kg/min} = 0.052 x FC
- Q _{théorique} = c M δ T (où c = 0.83)
- Q _{par minute} = c M (δ T%0.5)
- L'augmentation / diminution spontanée de la T°corp oreille est de 0,5°C par heure.
- FC/FR = 5

Conséquences de δT°

Le point setting neutralité thermique :

Température ambiante permettant de maintenir l'équilibre thermique du corps:

- Nouveau né : 32°C
- enfant : 30 °C
- Adulte : 28°C

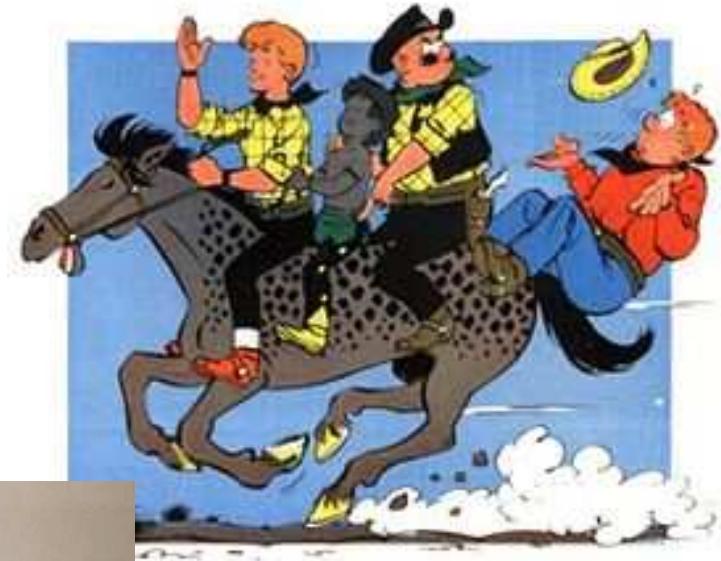
le frisson

- Composante tonique puis clonique
- Augmentation de la production calorique
 - Activité musculaire squelettique
 - Remboursement rapide de la dette calorique

modification de la VO² = 8% par $\delta 1^\circ C$

- Reflet de la diminution des activités enzymatiques
- Constitution d'une δ la dépense calorique

Comment vous sentez-vous ?

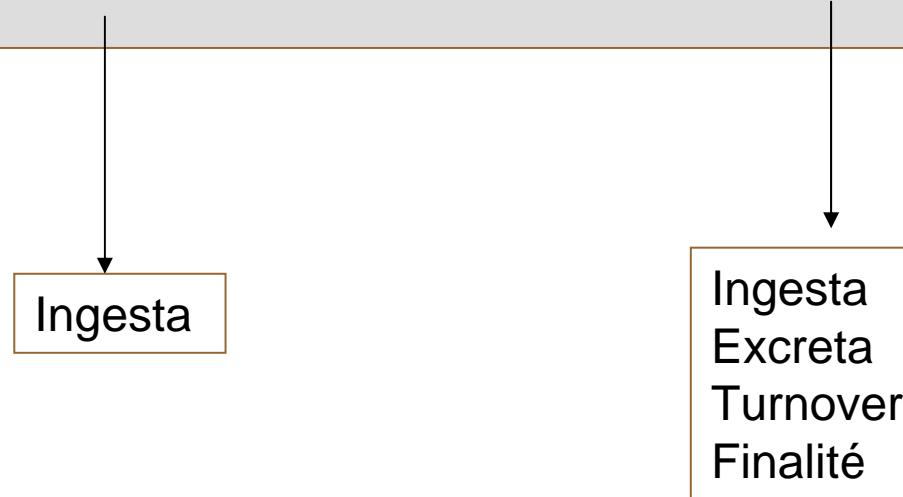


Nutrition de l'enfant. Partie 2. La nutrition de l'enfant normal

Nutrition et alimentation

- **Alimentation** = apports, par voie entérale ou parentérale
- **Nutrition** = (apports – pertes)
- « Pertes » voies digestive, rénale, réaction intermédiaires.
- L'enfant doit faire face aux **besoins de base**, aux besoins de la croissance, et aux surplus demandés par les épisodes de **maladie**

Alimentation et nutrition



Ces 2 termes ne sont pas équivalents

La notion de métabolisme de base et des débits sanguins tissulaires: importance en gastroentérologie

1. Le métabolisme de base =

0.372 * FC b/m kcal/kg/j

0.058 * FC b/m mlO₂/kg/m

→ activités minimales

→ Turnover protéique

2. Le métabolisme de

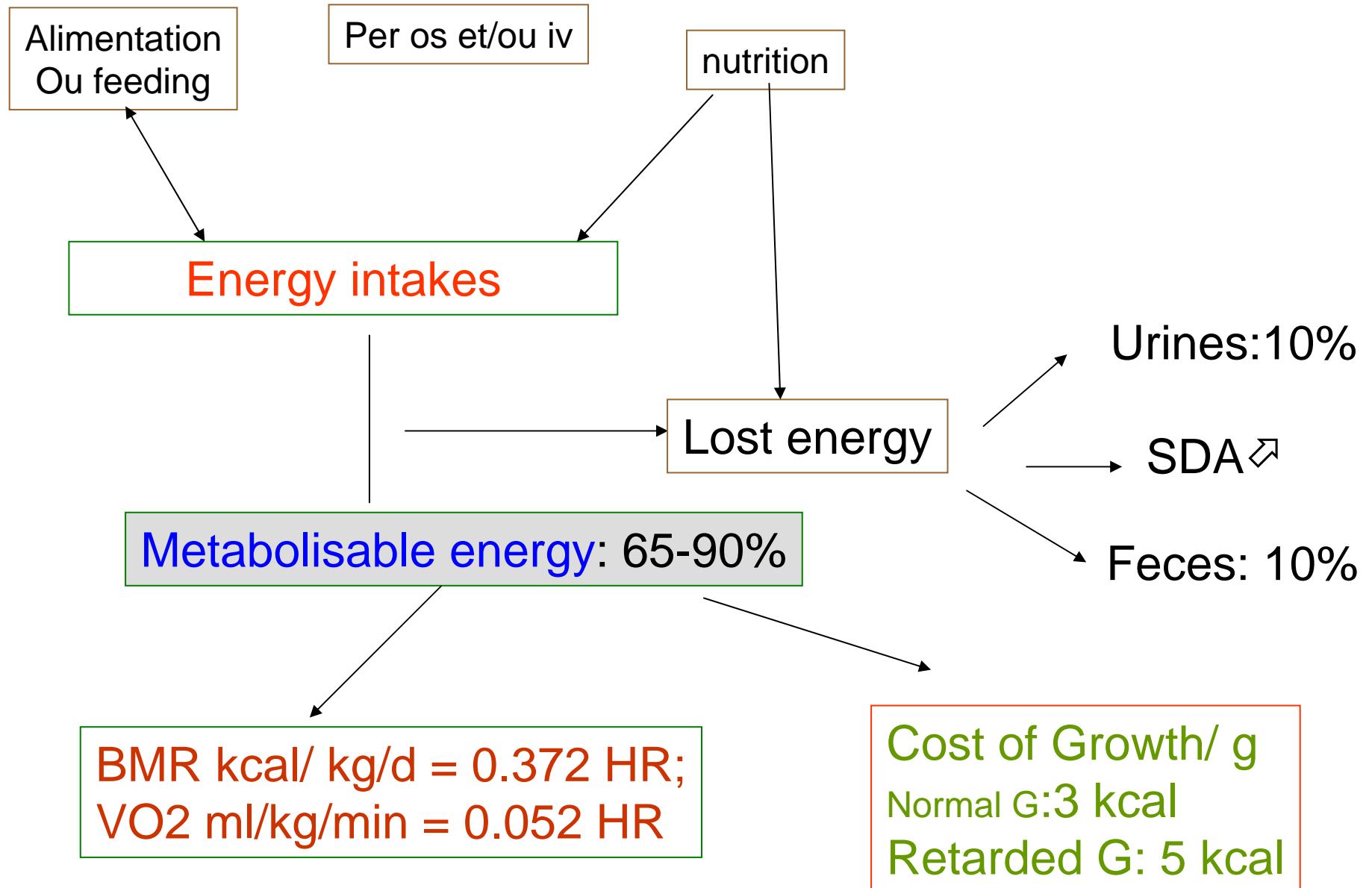
la croissance =

3.5 kcal/g;

→ Route d'alimentation:iv,per os;

→ pertes digestives/urinaires;

→ Action spécifique dynamique



La notion de maintenance et du déficit

- Il faut faire la différence entre les composants, organiques ou minéraux
- Il faut faire la différence entre les calories et le secteur hydrique
- Il faut tenir compte du passé de l'individu: voir les ex-prématurés, les cas d'anorexie-boulimie,
- Il faut faire la différence entre les besoins de base et un état particulier: effort, maladie inflammatoire, état de la peau, environnement physique, insuffisance cardio-respiratoire, rénale, hépatique, cancer,...

La Maintenances calorique chez l'enfant de plus de trois mois * (règles de Malcolm Halliday)

Par kg de poids corporel	Kcal/kg/j	sodium mEq/J	potassium mEq/j
entre 0 et 10	100	2-4	1,5-2,5
entre 10 et 20	50	1-2	0,5-1,5
> 20 kg	20	0,5-1	0,2-0,7

* Soit lorsque la période d'adaptation néonatale est installée

Réponse pour le cas de Yvan

Ses besoins de base sont

caloriques = $1500 \times SC \text{ m}^2$ soit 2080 kcal/j

hydriques = 2.4 L

Déficit Na

$$= (140-146) \times 45 \times 0.6 = 162 \text{ mEq}$$

Ce qui correspond à un déficit hydrique de $(162/140 = 1,16)$ litre d'eau.

Cette marche a causé:

Une dépense supplémentaire calorique de 300 kcal ou 14 % et hydrique de 0.39 L.

Si on ajoute la maintenance qu'il doit de toute façon prendre sur cette période $(2.4/6 = 0.4)$, il aurait dû boire $(0.4 + 0.39 = 0.79 \text{ L})$.

Le déficit hydrique calculé d'après la natrémie est expliqué en partie par cette période de marche, et le reste $(1.16 - 0.79 = 0.37)$ par ce qui n'a pas été pris durant la période précédente.

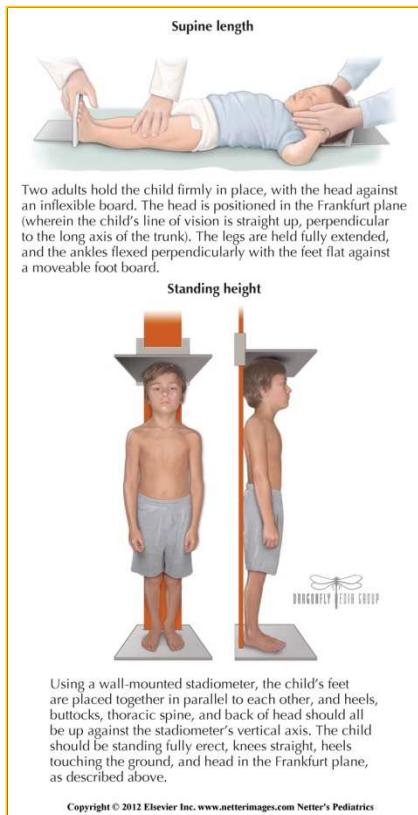
Le déficit hydrique d'avant aurait dû être accompagné de $(370/1.15 = 322)$ kcal soit 15 % des apports journaliers.

Probablement que Yvan n'a presque rien mangé et insuffisamment bu avant la marche.

Les paramètres de la croissance

- Les paramètres les plus fréquemment utilisés sont:
la taille, le poids, le périmètre crânien.
D'autres paramètres existent. (notamment les vitesses de croissance, le BMI ou indice de Quetelet), le rapport CBG/PC
- Globalement, le meilleur paramètre de croissance reste, selon Tanner, **la taille**
- Les couloirs de croissance (percentiles ou autre) propres à l'enfant sont ceux obtenus vers l'âge de 4 à 6 mois de vie.

Les mesures pour apprécier l'état nutritionnel



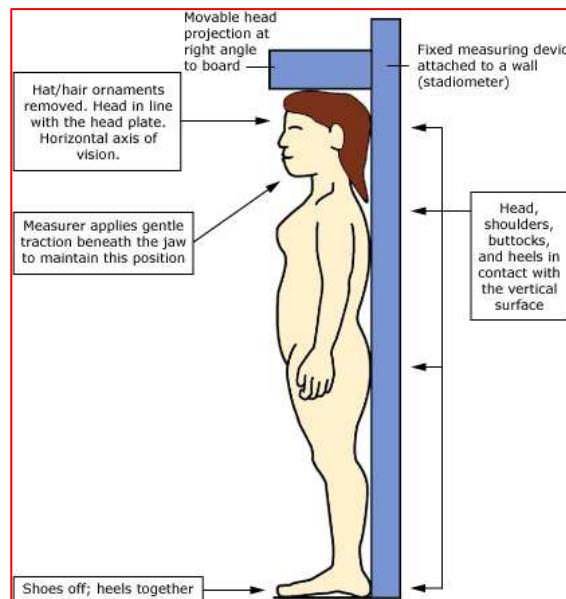
- Taille
- Poids
- PC
- Tour de hanche
- CBG ou LAC
- TSK ou pli cutané
- CMBG ou LAMC
- Rapport et calculs d'indice:
Indice pondéral,
Quetelet,
LAC/PC
Taille/hanche
-
- Impédancitométrie
-
- Dosage urée, préalbumine,
-Aminogramme sanguin
-Hémogramme, fer, vitamines...
-Excréition Crétatinine, 3-CH3 histidine

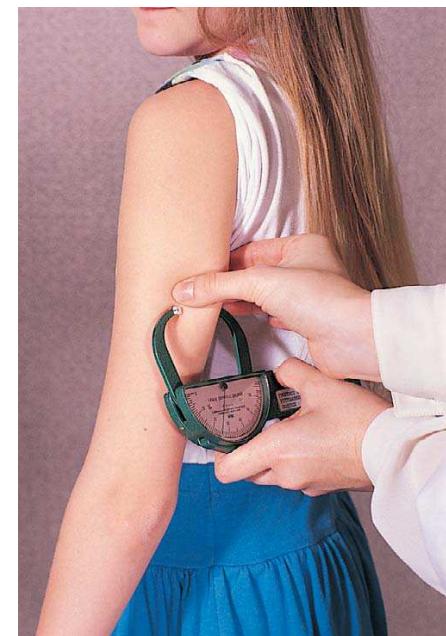
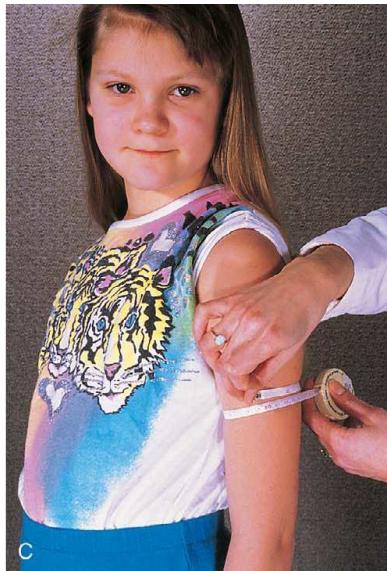
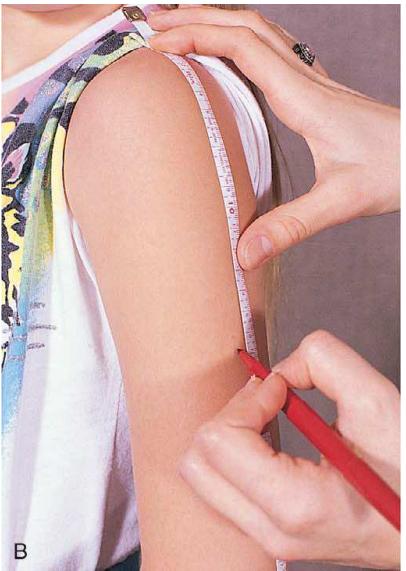
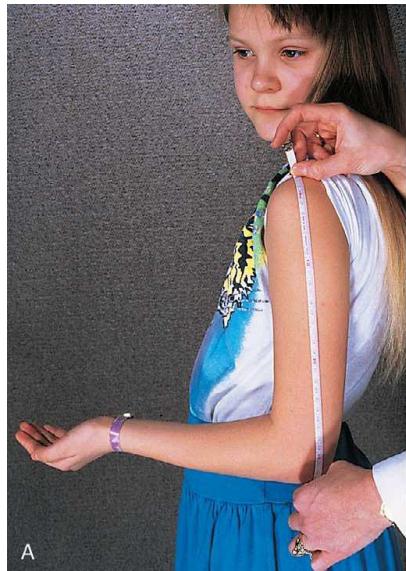
Évaluation globale de la croissance



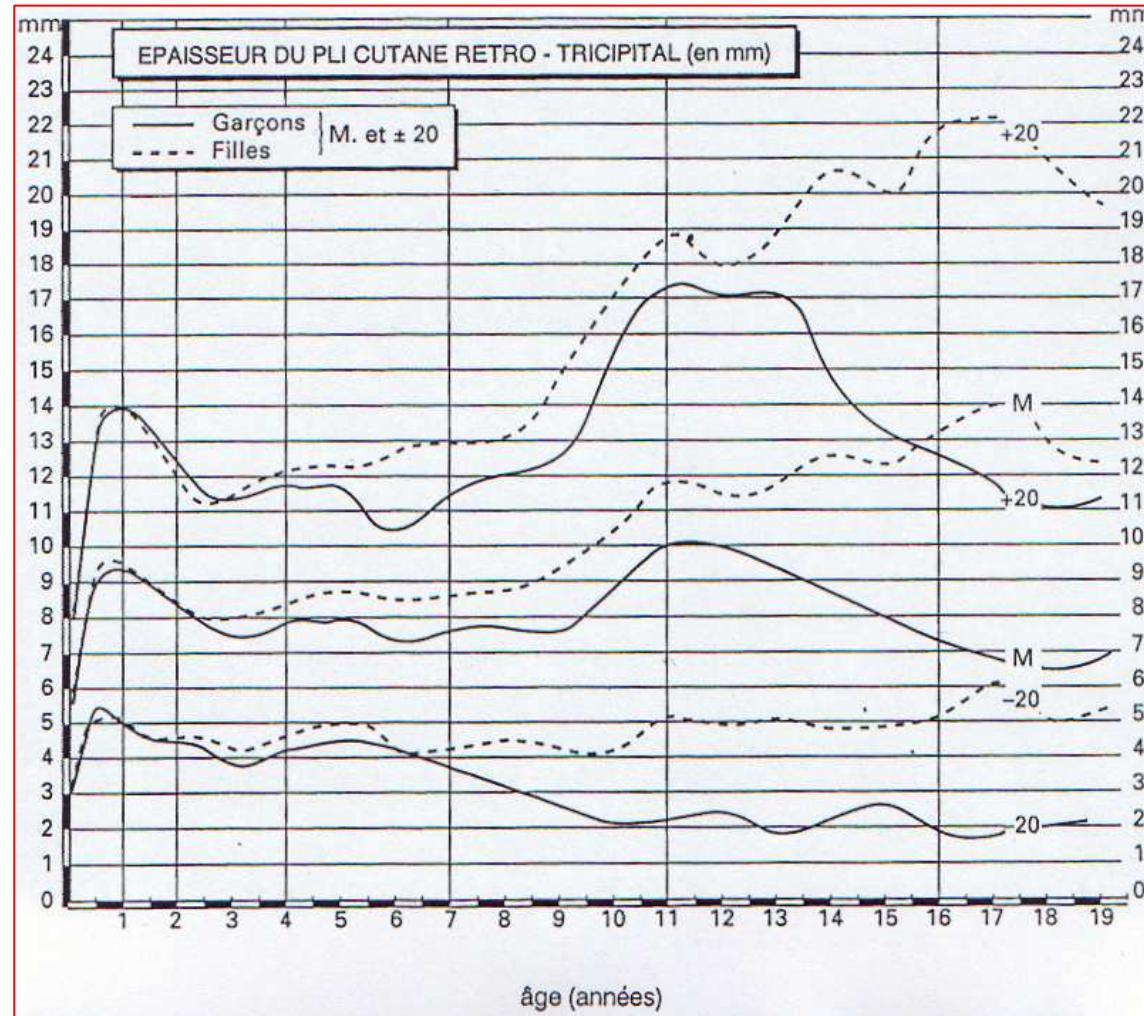
→ 3
ans

> 3 ans

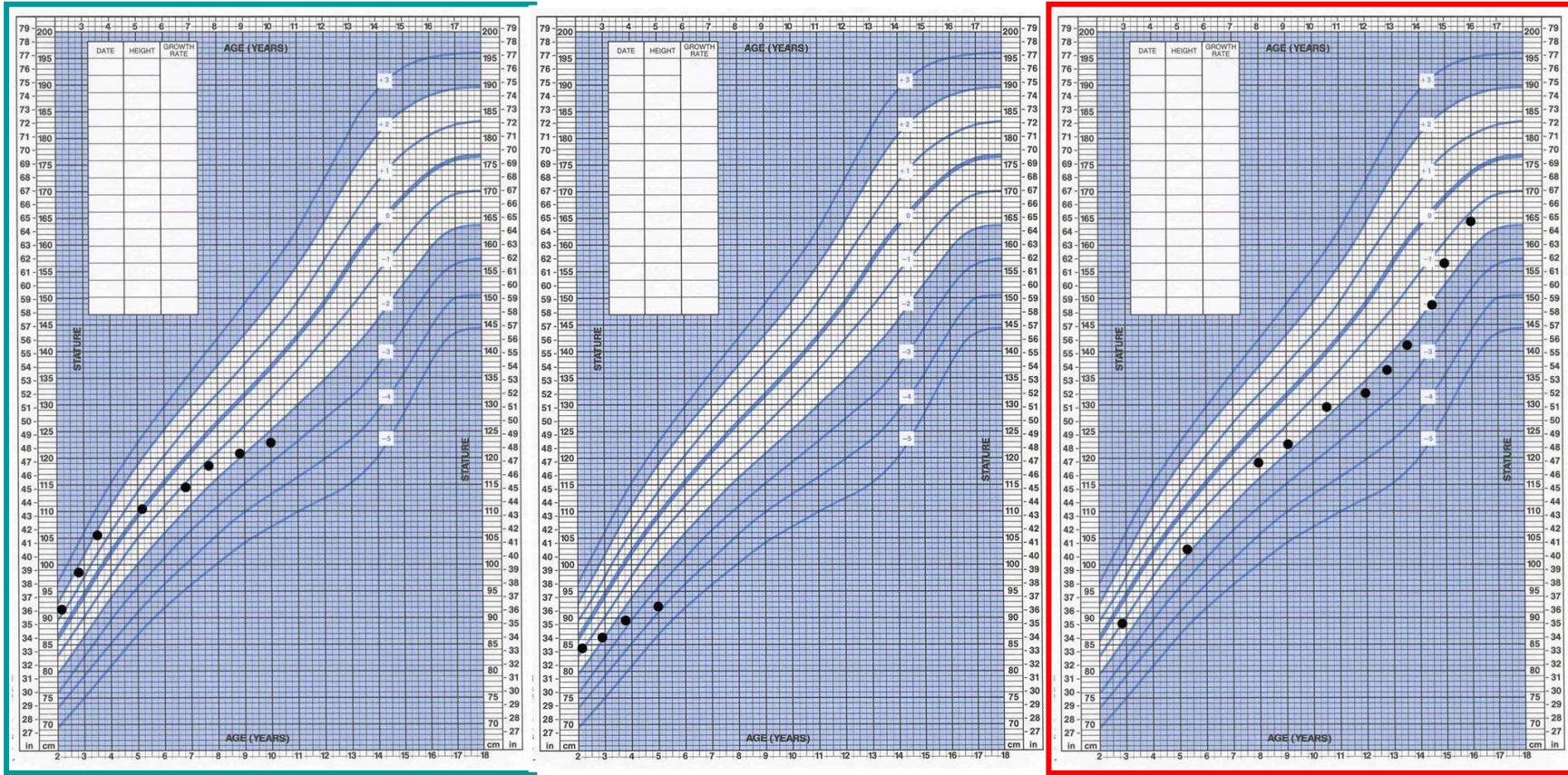




Les plis cutanés: le tricipital est le + utilisé

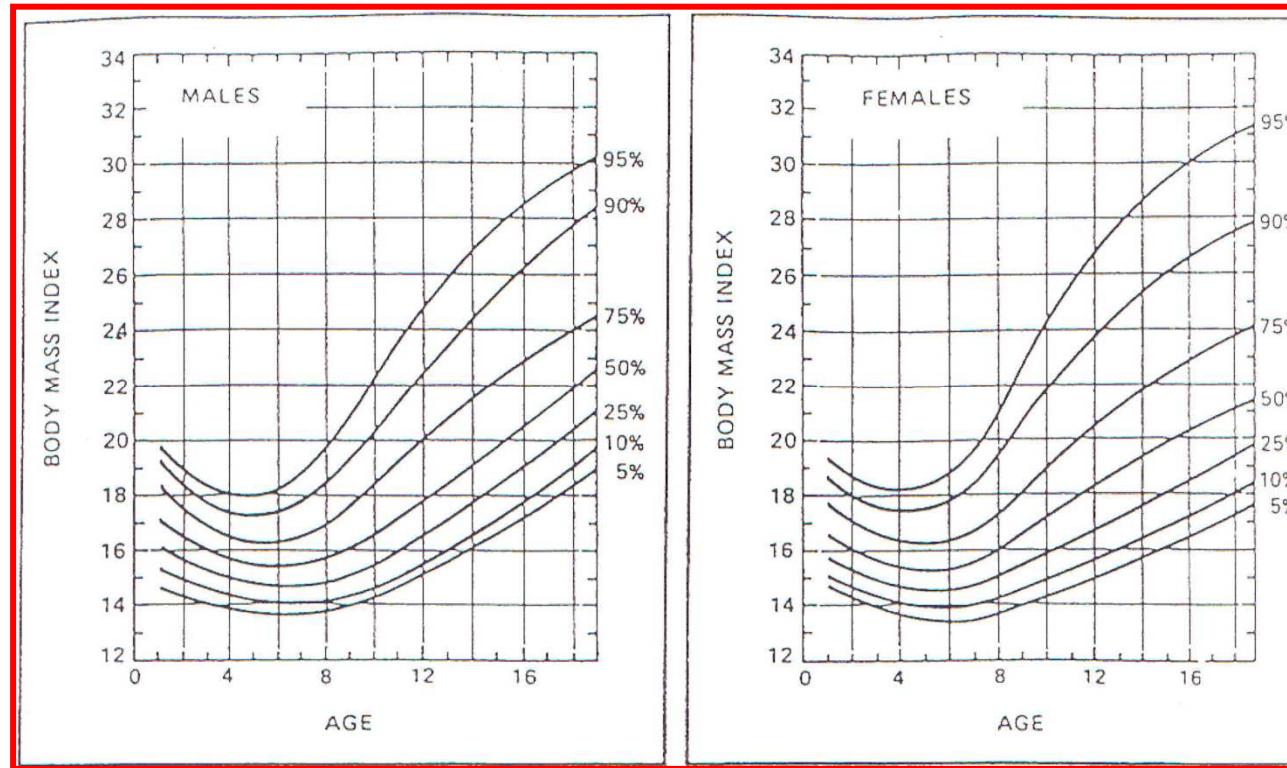


Établissement et interprétation des courbes de croissance



Ici la taille, mais il y a aussi le poids, le périmètre crânien

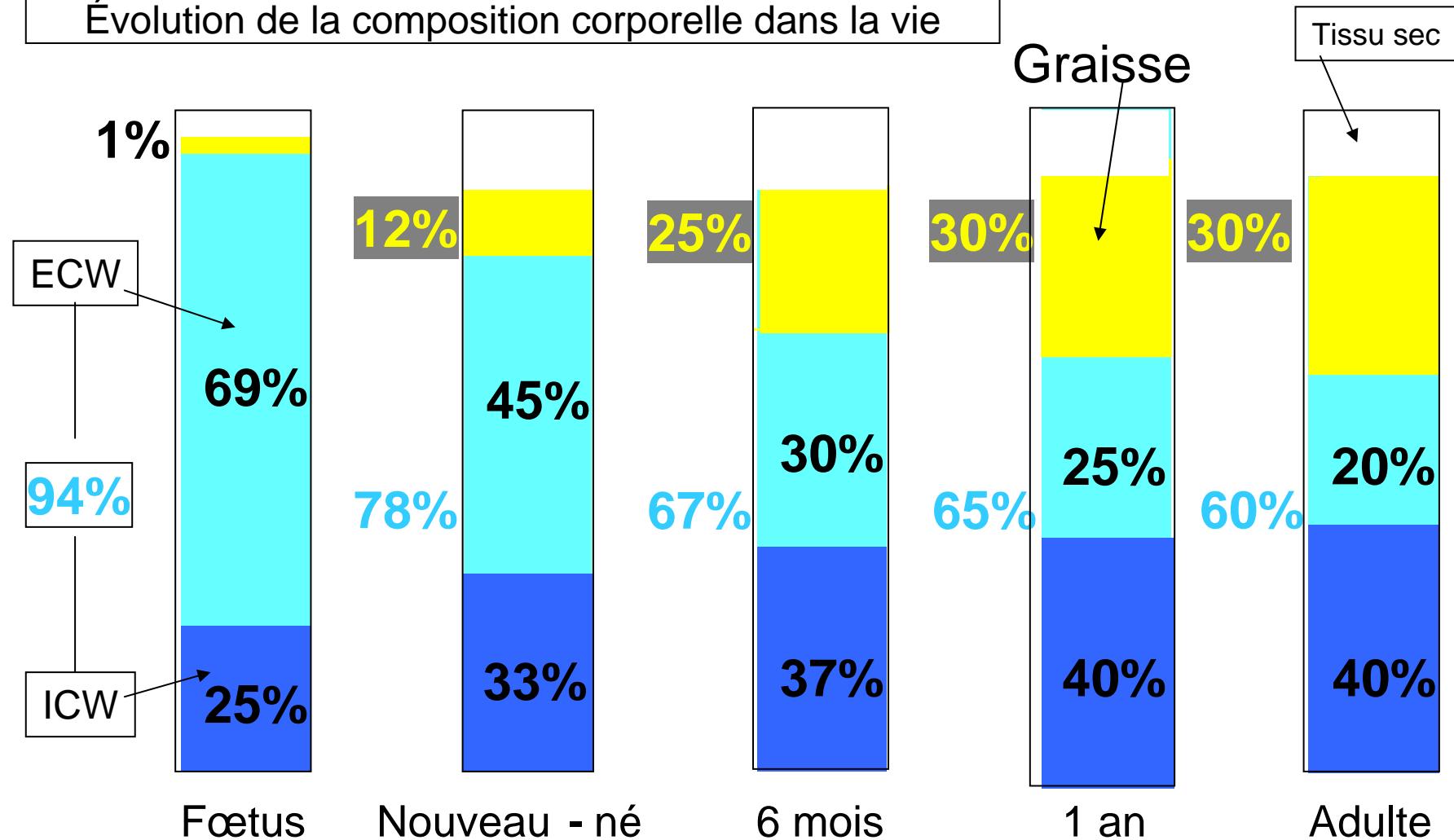
Le BMI ou indice de Quetelet

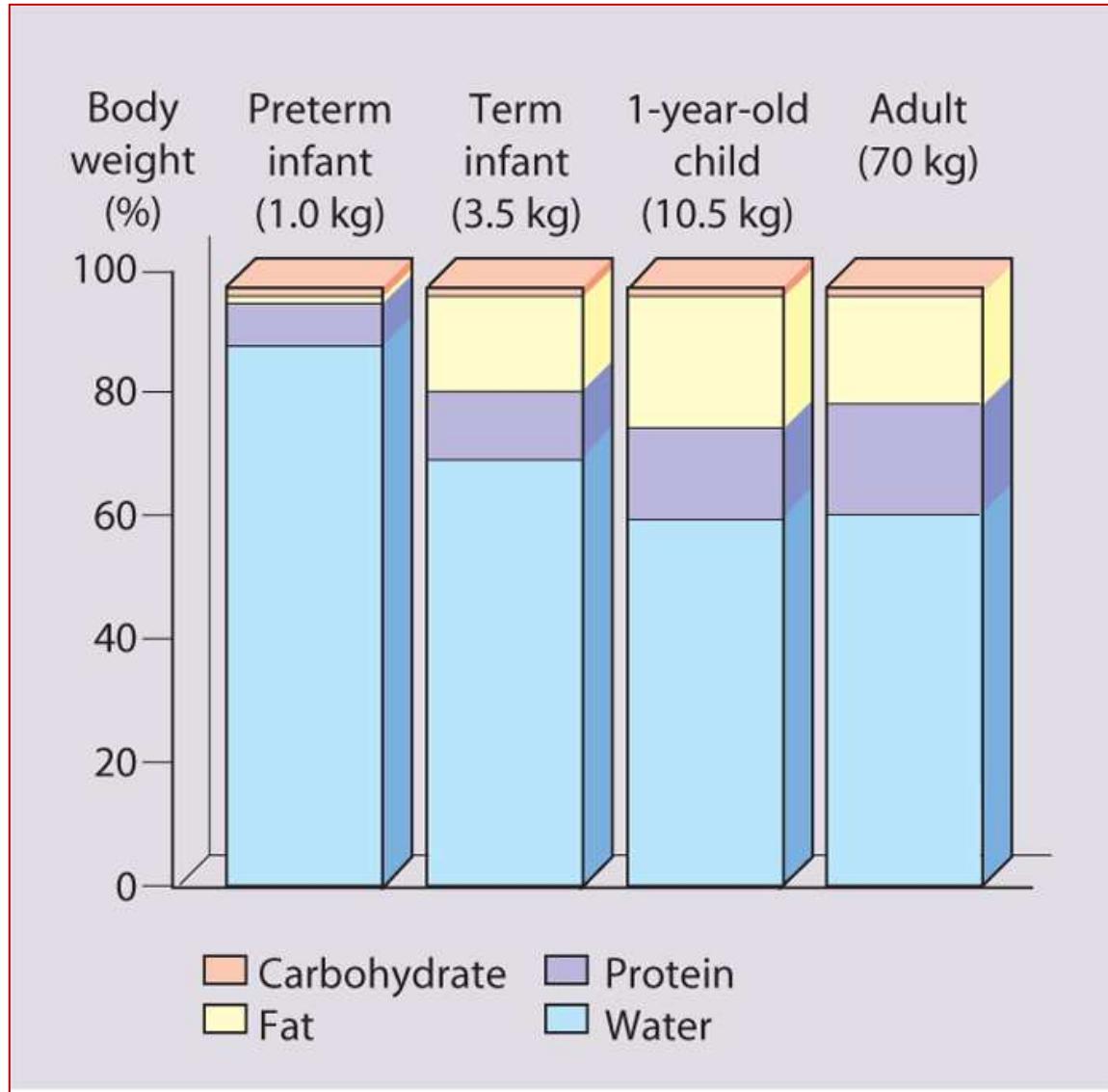


Evolution de la teneur corporelle en graisse



Évolution de la composition corporelle dans la vie





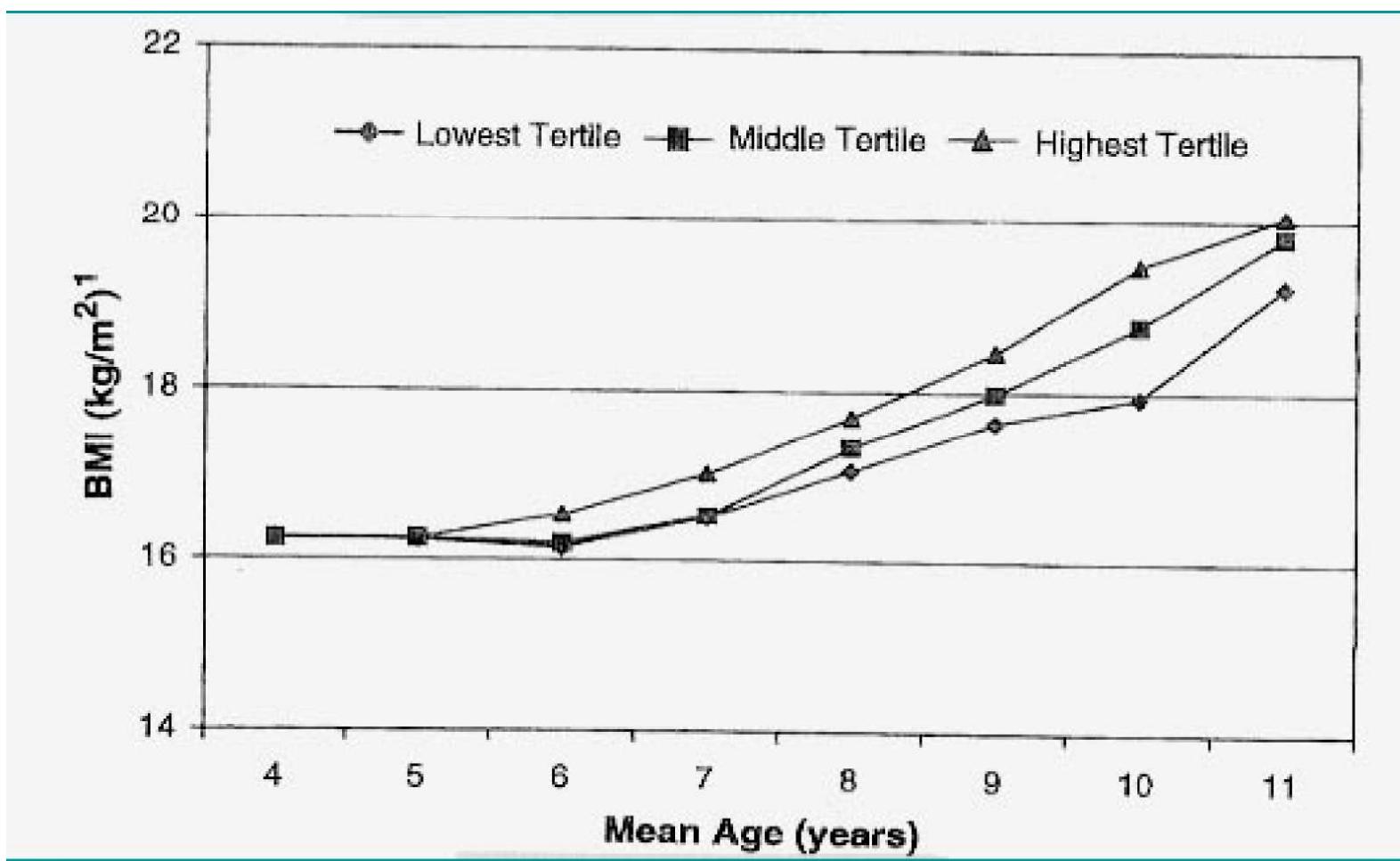
En médecine périnatale: L'indice ponderal de Lubchenco

$$\frac{\text{Body weight}(g) \times 100}{\text{Height}(\text{cm})^3}$$

hypotrophie ← 2.32 → 2.85 → hypertrophie

après 36 semaines

L'indice masse corporelle selon Quetelet



Impédancitométrie: analyse complète de la composition corporelle



Il est possible de mesurer la composition corporelle
Par impédancitométrie

Prof Battisti, gastro pédiatrique

Nutritional assessment

Anthropometry

- Weight
- Height
- Mid-arm circumference
- Skinfold thickness

Laboratory

- Low plasma albumin
- Low concentration of specific minerals and vitamins

Food intake

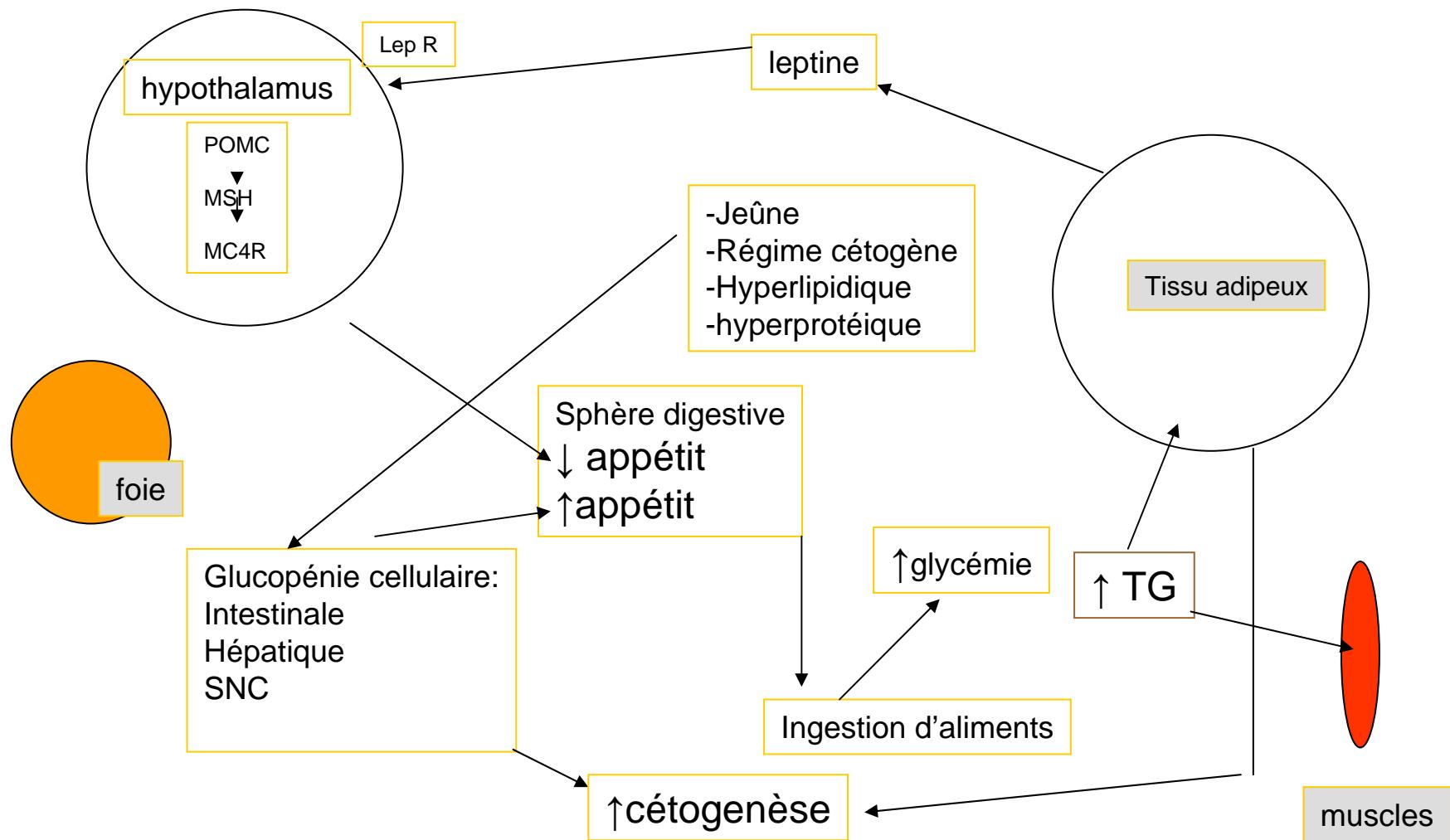
- Dietary recall
- Dietary diary

Immunodeficiency

- Low lymphocyte count
- Impaired cell-mediated immunity

	Normal	Wasted	Stunted
			
Weight/age %	100	70	70
Weight/height %	100	70	100
Height/age %	100	100	84

Régimes, Tissus et SNC



Alimentation « normale »

surface cutanée = $(4 \times \text{poids en kg} + 7) / \text{poids} + 90$

item	Valeurs normales
Kcal	1500/m ²
Proteines % apports	15 % (soit 55 g/m ²)
glucides	50-60 % (soit 205g/m ²)
lipides	30-35 % (soit 55g/m ²)

Le lait maternel

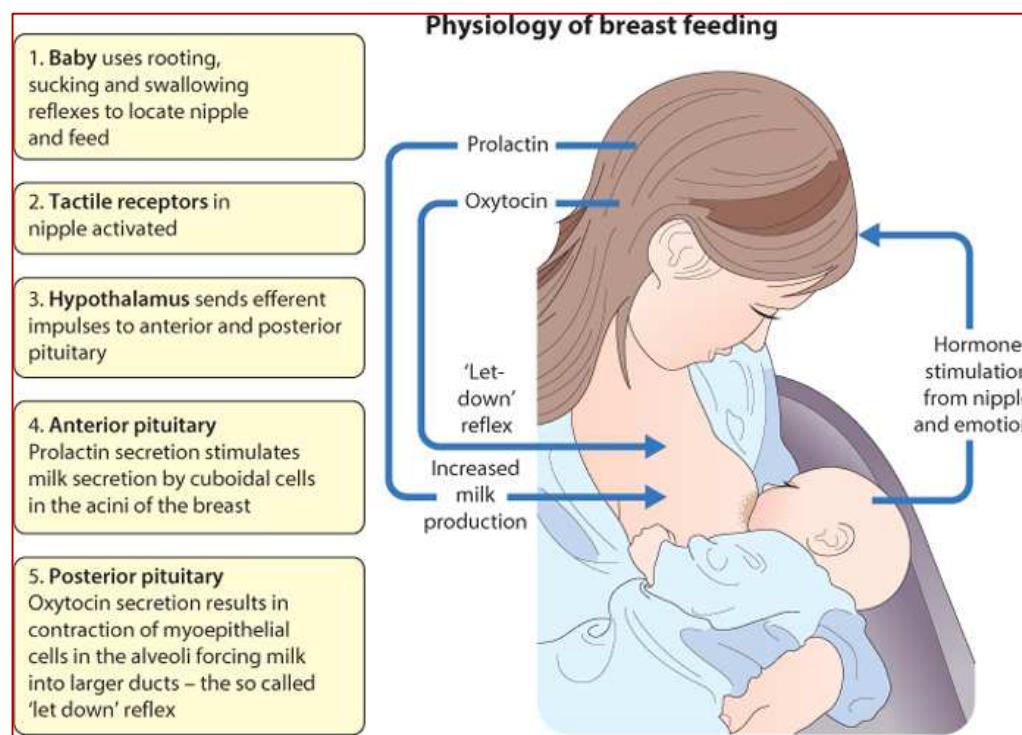
*Exclusive Breast-feeding = The Best Way to Work on
Bifidogenic Factors*

- Glycoproteins {κ Casein (N-Acetyl-Glucosamine)}
- Mono-oligosaccharides
- Low protein level
- High lactose concentration
- Low phosphate concentration
- Immune cells (S)IgA
- Whey proteins (Lactoferrin, Lysozyme, Defensins...)

Les diètes lactées

Type	g /100ml Pt	G	Lp	kcal/100 ml
Lait préma: Prenan Nutrilon prématué	2.5	7.6	4.4	80
Lait humanisé 1°âge 2°age	1.3 1.4	7.3 8.4	3.5 3.2	66 68
Lait hydrolysé Nutrilon pepti, NAN ha Lait AR	1.6 1.6	7.1 7	3.1 3.2	66 66
Lait complètement hydrolysé Neocate, alfaré	1.6	7 (acides aminés ou hydrolysats d'albumine) 3.5 (TCM)		65 75

En cas d'allaitement
Les Selles peuvent être liquides “jaune or”
DD= diarrhée mais la prise de poids



Diversification de l'alimentation

- **Alimentation lactée exclusive → 5-6 mois période de nouvelle initiation**
- **Diversification de l'alimentation**

Attention au sucre, au sel, à l'excès de protéines

Avec grande prudence en cas de risque d'allergie !

- Introduction des **fruits** non oléagineux: 5-6 mois
- Introduction des fruits oléagineux: > 13 mois
- Introduction pomme de terre et des **légumes**: 5-6 mois
- Introduction de la viande: 7 mois
- Introduction du gluten: > 7 mois
- Introduction des **œufs** : 10 mois
- Introduction du **poisson**: 10-12 mois

Laits normaux et thérapeutiques

- Lait maternel = la référence
- Lait pour prématurés
- Laits maternisés 1°, 2°âge
- Laits de croissance
- **Laits thérapeutiques:**
 - Laits antireflux ou AR
 - laits partiellement ou entièrement hydrolysés
 - Laits sans lactose
 - Laits sans lactose, hydrolysés avec triglycérides à chaînes moyennes
 - Laits de soja : lait avec protéines de soja sans lactose
 - Laits pour spécificités métaboliques: phénylcétonurie,...

Volume moyen/repas: 30 cc/kg

Nutrition de l'enfant. Partie 3.

La nutrition de l'enfant particulier

Un point commun =
L'Interférence avec la croissance:
pondérale → cérébrale → staturale

- Cassure de la courbe: poids, taille, PC
- Modification du tissu adipeux, des muscles, du foie, de la peau.
- Modification de la peau et des phanères.

Quels sont les enfants particuliers dans leur nutrition ?

- Les enfants nés prématurés < 30 semaines et ceux ayant connu un retard de croissance intra-utérine
- Les enfants < 5 ans et les adolescents
- Les enfants ayant une pathologie inflammatoire chronique
- Les infirmes moteurs
- Les enfants atteints d'une maladie métabolique
- Les diabétiques
- Les cancéreux
- Les anorexiques
- Les enfants ayant un syndrome métabolique
- Les enfants ayant une insuffisance, cardiaque, hépatique, rénale, respiratoire
- Les enfants sportifs

Alimentations particulières dans: la composition, la voie, l'indication

- Chez le nouveau-né malade
- Chez l'enfant ayant une pathologie rénale
- Chez l'enfant ayant une pathologie hépatique ou une maladie métabolique
- Chez l'enfant ayant un intestin court
- Chez l'enfant ayant une maladie inflammatoire du tube digestif
- Chez l'enfant ayant une mucoviscidose
- Chez l'enfant ayant une intolérance au lactose
- Chez l'enfant ayant une allergie alimentaire
- Les régimes cétogènes (obésité, épilepsie réfractaire)

La période périnatale... et les conséquences à long terme

Quelques différences notables: in utero et après

	In utero	Après*
kcal	120	120
Pt	30 %	15 %
HC	65-70 %	50-60 %
Lp	< 5%	25-30 %

Le métabolisme de base ou MB:

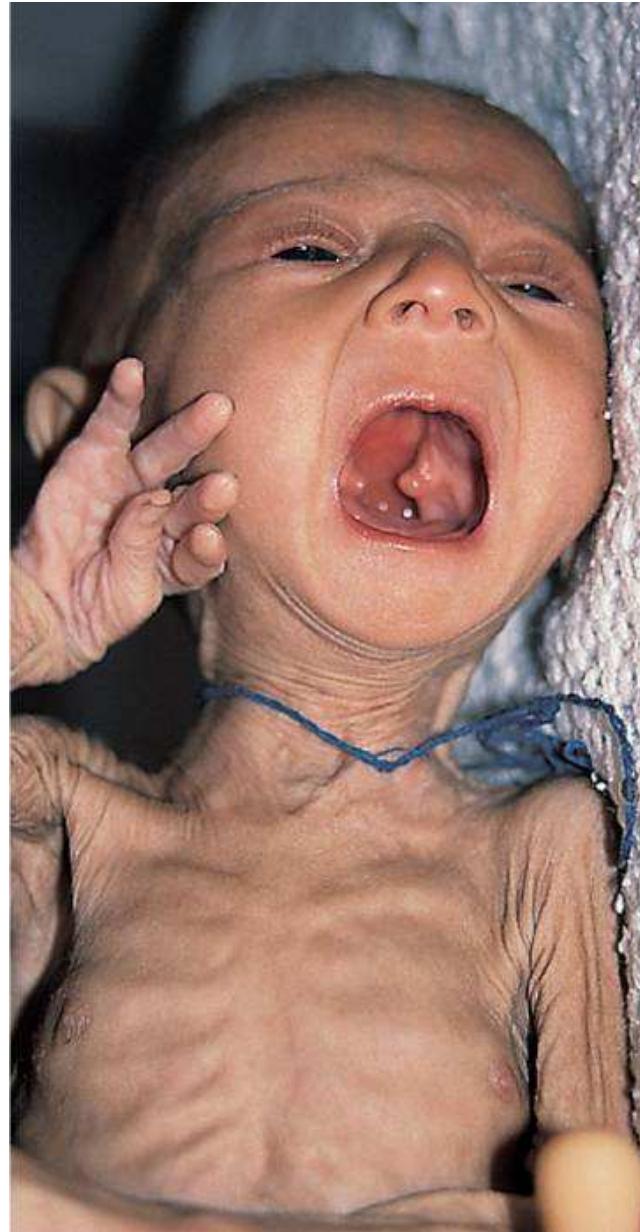
MB kcal/kg/j = FCm x 0.372; QO2 ml/kg/ min = FCm x 0.052

La prise en considération du gain pondéral durant la période néonatale et le devenir développemental

- **QI global à 7.5 – 8 ans =**
$$\text{dBWg/kg/day} + 84.5 ;$$

(nl 14.5 and 17 g / kg / day).
- **QI verbal à 7.5 – 8 ans =**
$$1.29 \text{ dBW/kg/day} + 79.$$

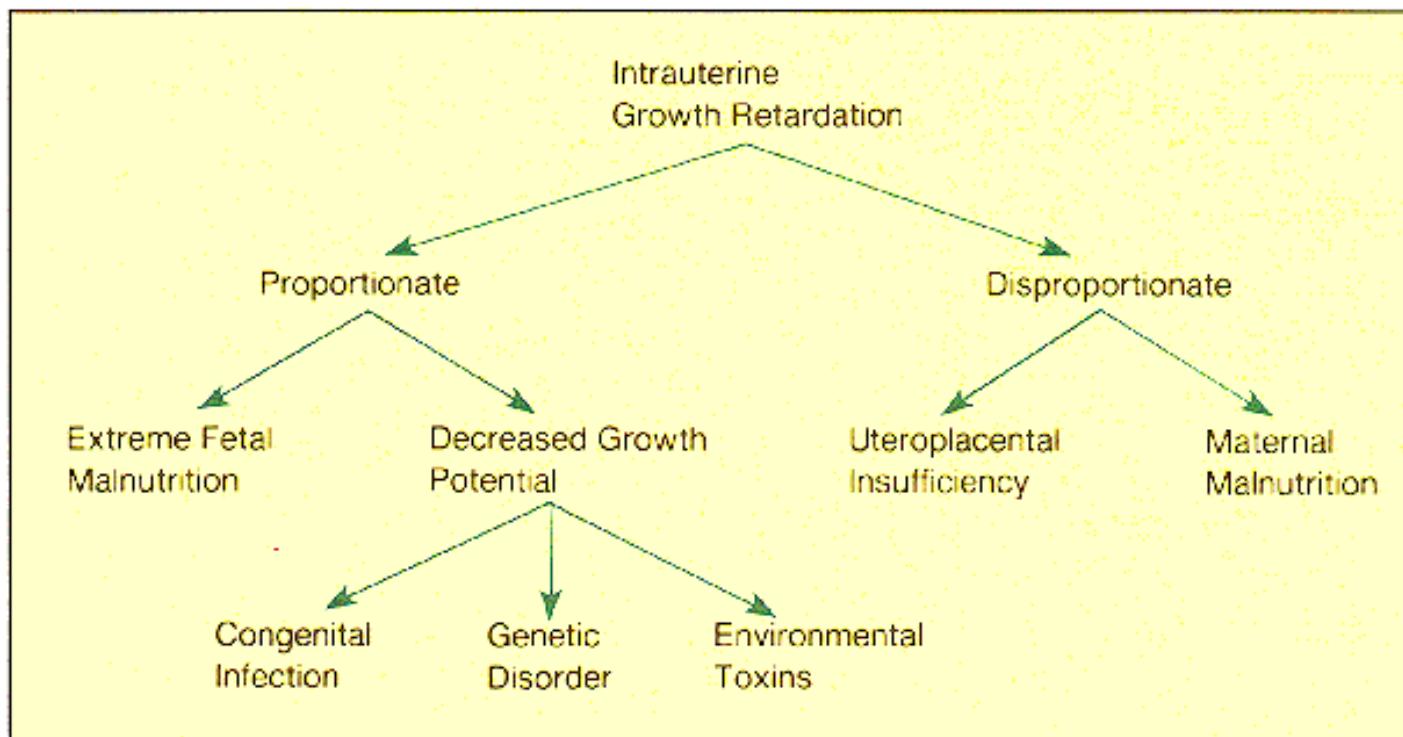
La corrélation avec le devenir est au moins corrélée
avec le gain pondéral en période néonatale
(24 semaines à + 4 mois après le terme)



Prof Battisti, gastro pédiatrique

86

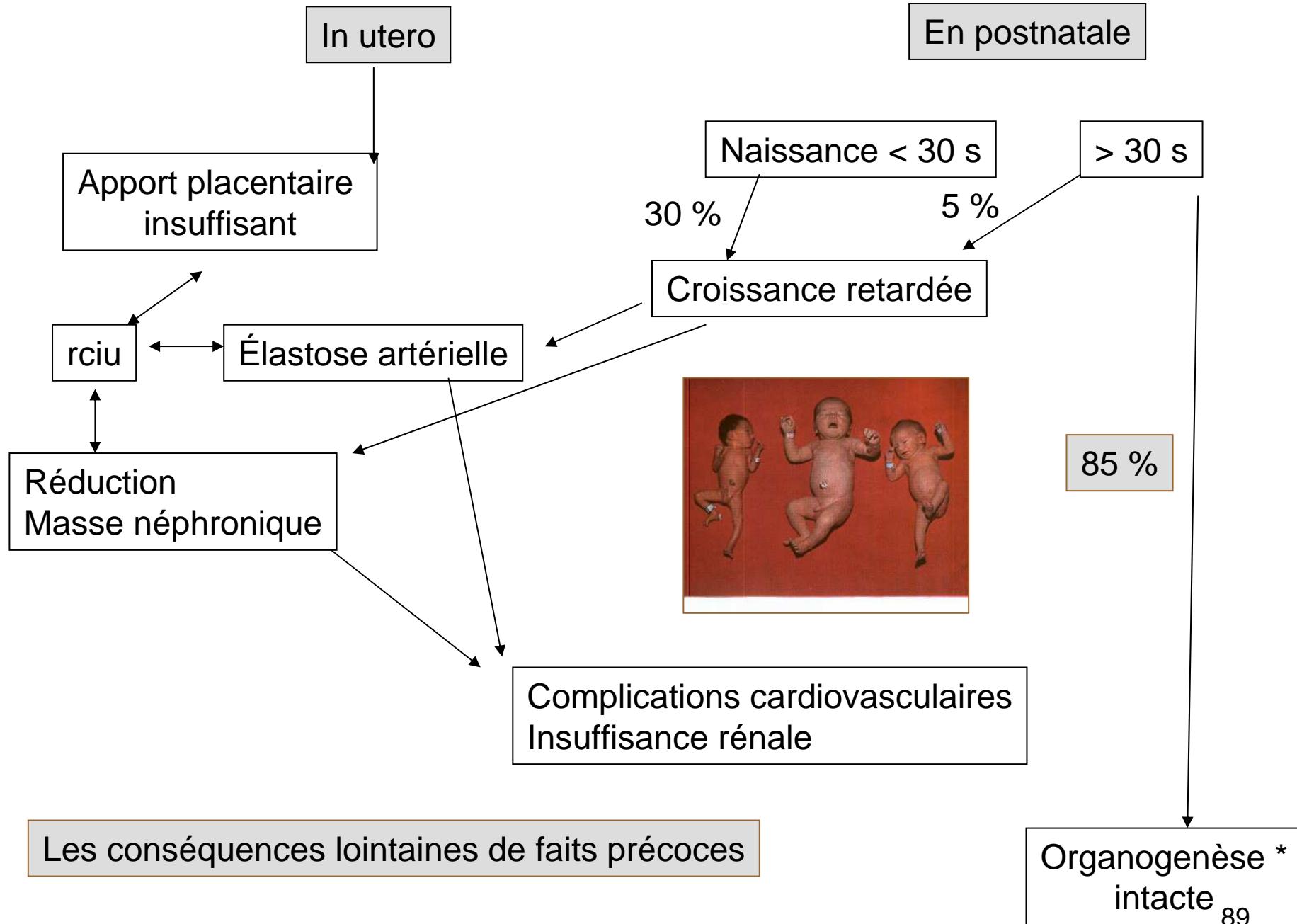
Dans l'anamnèse: attention au parcours fetal et néonatal



Cerebral requirements (values in g / 100g CM)

	Proteins	Lipids	Kcal
IUGR	2.8-4	4.2-6	82
AGA	2.1-3	3.2-4.5	67

IUGR = retard de croissance intra utérine; AGA: pas de retard de croissance intra utérine



De manière plus générale...

Conséquences d'une malnutrition précoce

- Déficit staturo-pondéral
- Altérations du développement neuro-psychologique.
- Moins bonnes performances scolaires
- Diminution de la force musculaire.
- Augmentation de l'incidence des maladies métaboliques et cardiovasculaires à l'âge adulte.

Physiopathologie du retard de croissance staturo-pondérale

- **Apports insuffisants ou inadéquats:** calories, protéines, glucides, lipides, minéraux,... Les causes sont organiques, fonctionnelles ou psychologiques.
- **Pertes excessives:** digestives ou rénales essentiellement (attention à la peau)
- **Mauvaise utilisation intermédiaire** par les organes absorbeurs et distributeurs (foie, tube digestif, reins)
- **Mauvaise utilisation par les organes consommateurs:** tous, mais surtout le cerveau, les muscles, le tissu adipeux

Physiopathologie du retard de croissance staturo-pondérale

mécanismes	exemples
Apports insuffisants ou inadéquats	-Malnutrition globale volontaire -Malnutrition globale involontaire -Malnutrition focale
Pertes ou consommations excessives	-Malabsorption sans intestin court -Malabsorption avec intestin court -Cancer, hyperthyroïdie
Mauvaise utilisation intermédiaire	-Insuffisance hépatique -Insuffisance rénale -Insuffisance endocrine
Mauvaise utilisation par les organes consommateurs	-Déficit enzymatique -Déficit ou défectuosité d'un co-enzyme

Causes of nutrient malabsorption

Cholestatic liver disease or biliary atresia
Bile salts no longer enter duodenum in the bile. This leads to defective solubilisation of the products of triglyceride hydrolysis. Fat and fat soluble malabsorption result

Lymphatic leakage or obstruction
Chylomicrons (containing absorbed lipids) unable to reach thoracic duct and the systemic circulation, e.g. intestinal lymphangiectasia (abnormal lymphatics)

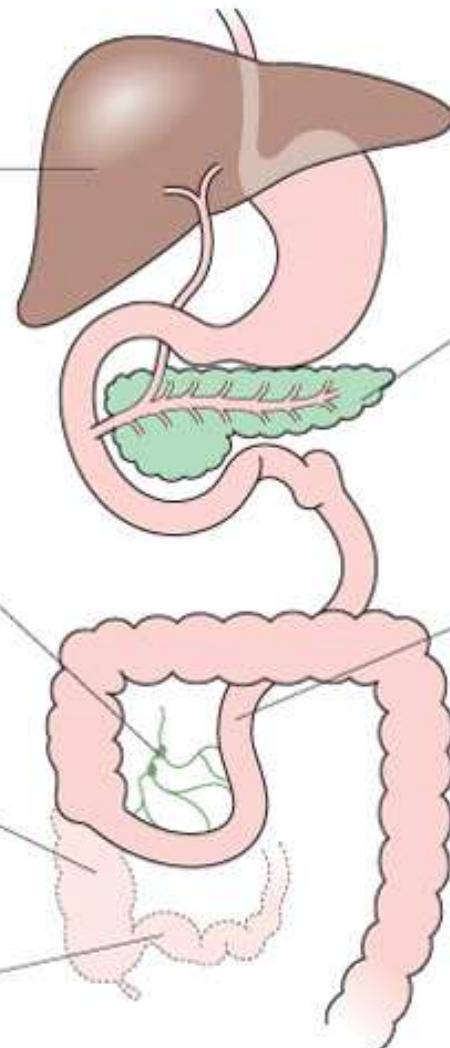
Short bowel syndrome
Small-intestinal resection, due to congenital anomalies or necrotising enterocolitis, leads to nutrient, water and electrolyte malabsorption

Loss of terminal ileal function
e.g. resection or Crohn's disease
Absent bile acid and vitamin B₁₂ absorption

Exocrine pancreatic dysfunction
e.g. cystic fibrosis
Absent lipase, proteases and amylase lead to defective digestion of triglyceride, protein and starch ('pan-nutrient malabsorption')

Small-intestinal mucosal disease

- Loss of absorptive surface area, e.g. coeliac disease
- Specific enzyme defects, e.g. lactase deficiency following gastroenteritis is common in Black and Oriental races
- Specific transport defects, e.g. glucose-galactose malabsorption (severe life-threatening diarrhoea with first milk feed), *acrodermatitis enteropathica* (zinc malabsorption, also erythematous rash of mouth and anus)



Exemples de situation extrêmes

- Syndrome métabolique de l'enfant (15-20 %)

Rarement causes organiques: déficit en HGH, en T3-T4, hypercorticisme.
Parfois, anomalie de la leptin-function.

Apparition d'une résistance à l'insuline (intérêt de la metformin).

- Régime cétogène hyperlipidique

Régime (100 % des AJR) normo-calorique induit pour
épilepsie rebelle (apport contenant 85-90 % L, < 2 % G,
10-12 % P).

- Régime cétogène hyperprotéique

Régime hypocalorique (80 % des AJR) induit pour
amaigrissement

Alimentation « normale »

surface cutanée = $(4 \times \text{poids en kg} + 7) / \text{poids} + 90$

item	Valeurs normales
Kcal	1500/m ²
Proteines % apports	15 % (soit 55 g/m ²)
glucides	50-60 % (soit 205g/m ²)
lipides	30-35 % (soit 55g/m ²)

Insuffisance rénale chronique de l'enfant

- Le traitement de l'I.R.C. est graduel, car fonction du degré d'atteinte de la filtration glomérulaire :
 - Clearance < à 40 ml/mn/1,73 m²
Prévention de l'ostéodystrophie rénale par la lutte contre l'hyperphosphorémie et l'hypocalcémie.
 - Clearance < 20 ml/mn/1,73 m², s'y ajoute :
 - 1 - Régime de restriction protidique et potassique,
 - 2 - Restriction sodée en cas d'HTA
 - Clearance < 8 ml/mn/1,73 m², s'y ajoute :
Mise sur un programme d'hémodialyse transplantation.

L'insuffisance rénale et ou hépatique

Quelques Caractéristiques de l'IRC chez l'enfant

- Retard de croissance staturo-pondérale (voir antagonisme à la GH et réduction des récepteurs à la GH)
- Retard des acquisitions cognitives
- Retard de la puberté
- Diminution de l'appétit (hyperleptinisme)
- Ostéopénie (voir vit D et bilan phosphocalcique)
- Anémie (voir apports en fer et EPO)
- HT artérielle

La nutrition en cas d'atteinte rénale

Ses objectifs sont:

Améliorer l'état nutritionnel

- pour permettre la croissance

- éviter le catabolisme

- Conduire l'enfant à la transplantation ou à dialyse en bon état

- nutritionnel

- Limiter la production de déchets qu'il faudra éliminer

- Equilibrer les pertes ou excès en ions (Na, K, P ...)

- Prévenir les complications liées à l'IRC (hypertension, anémie, artériosclérose ...)

La restriction protéique conseillée chez l'adulte pour préserver la réserve fonctionnelle rénale n'est pas adaptée à l'enfant.

- L'objectif principal est de conduire l'enfant à la greffe en bon état nutritionnel

- Apports conseillés pour enfants insuffisants rénaux

= 100 % apports conseillés des enfants sains

Attention la consommation habituelle en protéines

= 300 à 400 % des ANC impression de régime

- Tenir compte de :

- la fonction rénale (clearance)

- l'âge statural et non chronologique

Les nutriments organiques

- **Calculs des apports = 1500 kcal/M2**
- **Composition:**
 - Protéines 7-11 % (high quality)
 - Glucides 40-60 % (lents)
 - Lipides 40-50 % (mono-polyinsaturés)
- **Limitations des protéines selon FG**
 - Si FG < 10 → 1 g/kg/j
 - Si FG 10-30 → 1.3 (1.2-1.5) g/kg/j
 - Si FG 30-60 → 1.6 g (1.4-1.8) g/kg/j

Les nutriments minéraux

- **Sodium:**
 - Si FG > 20: 1 à 2 mEq/kg/j
 - Si tubulopathie: 6 mEq/kg/j
 - Si FG < 20: 0.3 – 1 mEq/kg/j
- **Potassium**
 - Si FG < 20: 2 mEq/kg/j
 - Si FG < 10: 1 mE/kg/j
- **Calcium** 0.5 – 1 g /M2
- Phosphorémie doit être maintenue < 1.5 mmol/l
(risque de catabolisme osseux)

Recommandations diététique après une greffe rénale

- Effets de la corticothérapie:
de l'appétit, rétention hydrosodée ,
intolérance glucidique, hyperlipémie,
ostéopénie et catabolisme protéique
- Effets de la ciclosporine:
hypomagnésémie, hyperuricémie,
hyperkaliémie,
Risque d'hypertension
- Besoin énergétique: à couvrir surveillance des
ingesta
- Protéines: apports libres (éviter les excès)
- Na: restreint en fonction de la corticothérapie
- Eau: libre
- K: libre
- Saccharose: limité
- Attention : immunosuppression alimentation

Concernant l'insuffisance hépatique

- Les recommandations nutritionnelles ressemblent à celles dans l'insuffisance rénale
- Les recommandations pharmacologiques aussi
- Attention à l'hyperladostéronisme secondaire
- Attention aux infections

Concernant L'alimentation entérale d'enfants particuliers

Les Laits thérapeutiques et les boissons thérapeutiques

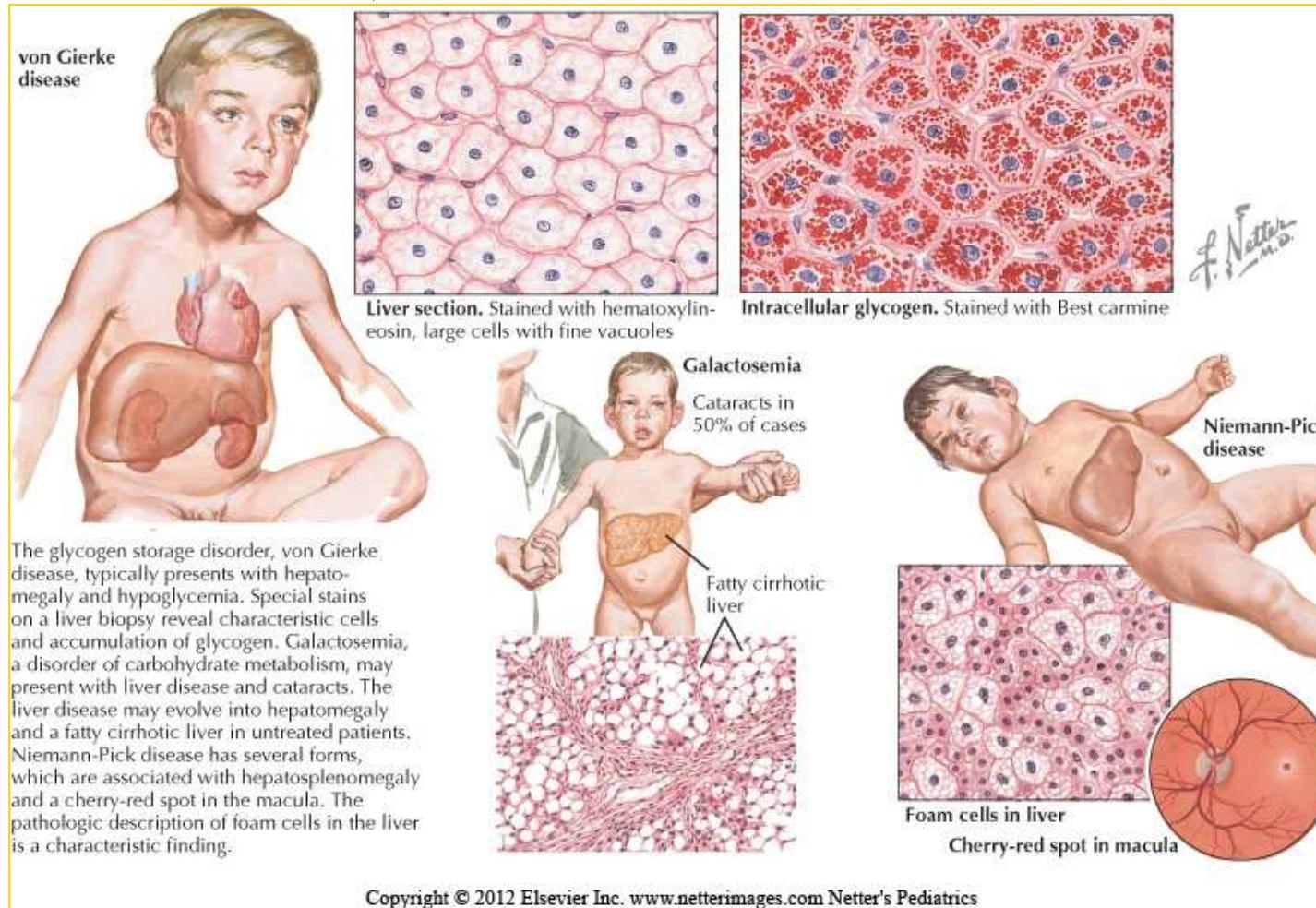
Laits

antireflux ou AR (NAN AR, Nutrilon AR, Novalac AR,...)
partiellement ou entièrement hydrolysés (Nan HA, NutrilonHA,...)
sans lactose
sans lactose, hydrolysés avec triglycérides à chaînes moyennes
(Nutramigen, pregestemil, nutrilon pepti, alfare)
À base de soja (sans lactose)
pour enfants métaboliques: phénylcétonurie
pour enfants mucoviscidosiques (cystilac)
pour enfants insuffisants hépatiques
Pour insuffisants cardiaques

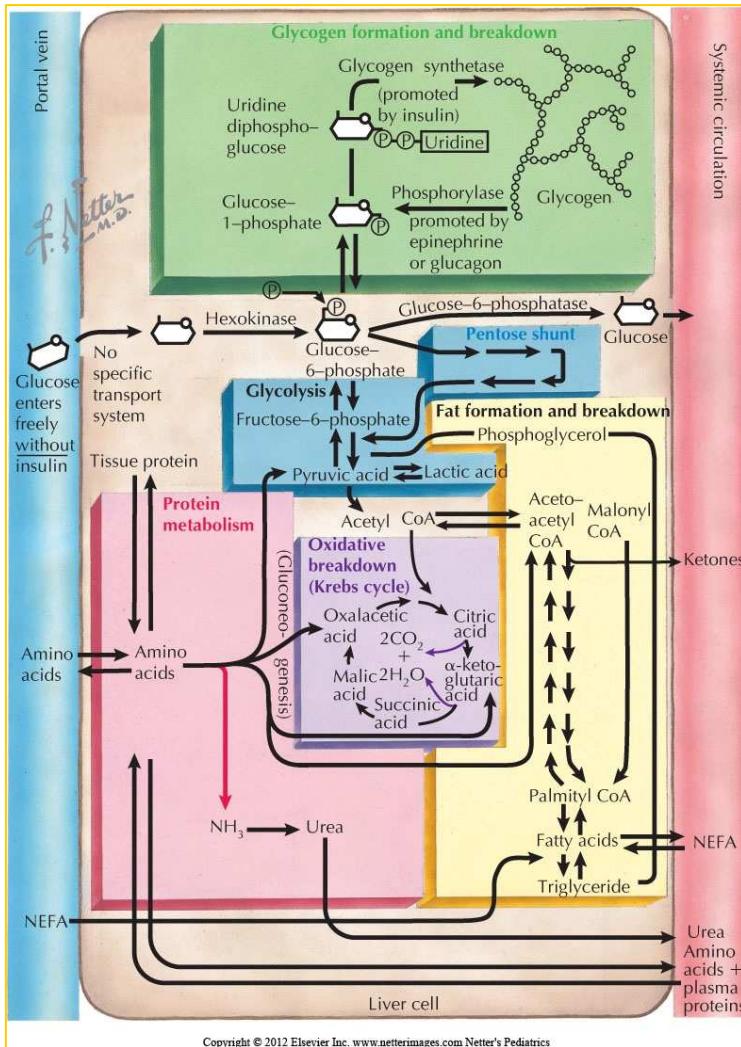
Boissons

pour enfants ayant un Crohn (Modulen)
pour enfants ayant un régime cétogène hyperlipidique (ketocal)

En cas de Maladies métaboliques: seront vite concernés le foie, le cerveau et les muscles



Le foie

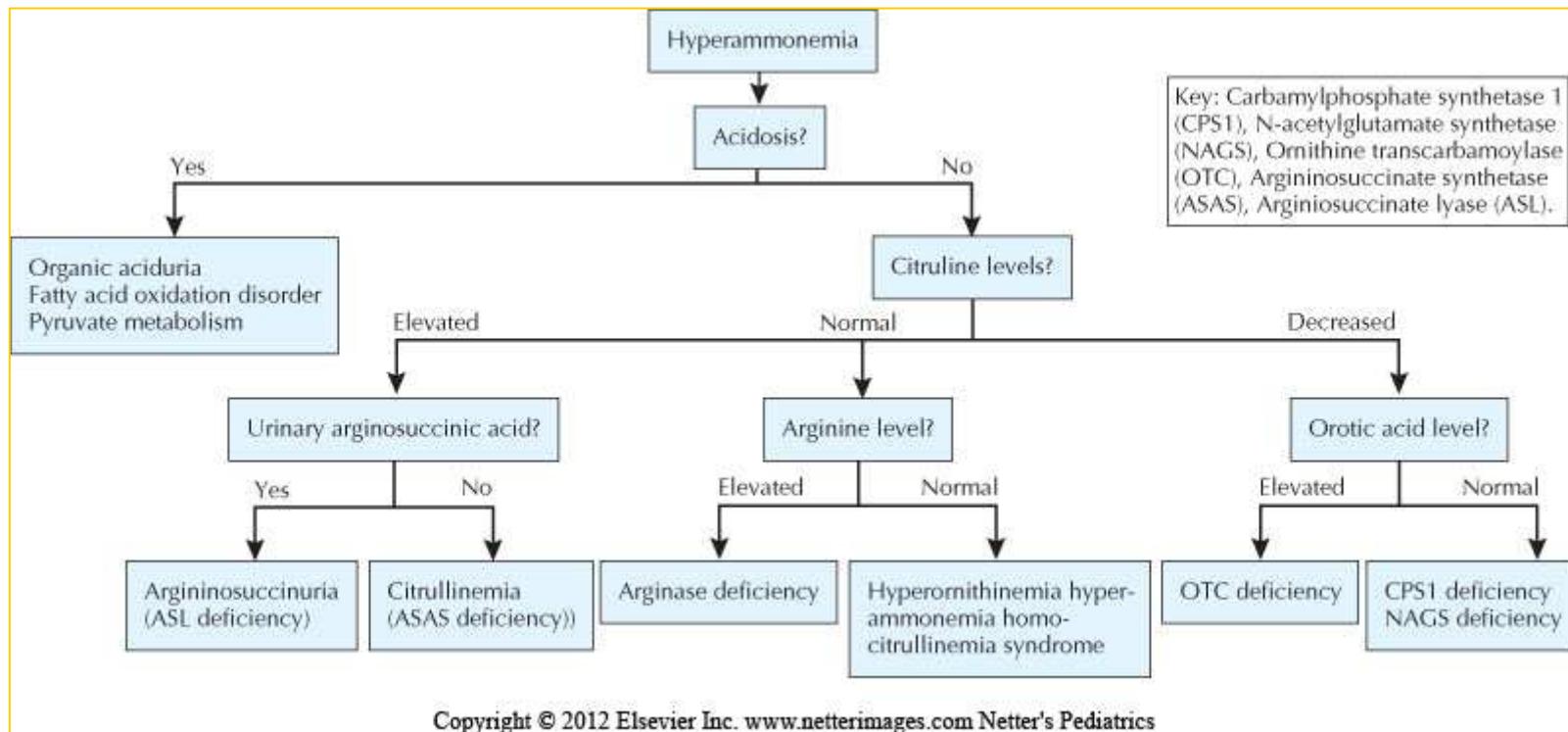


Hépatomégalie

Biologie:
 TGO, TGP, gamma GT,
 Phosphatases alcalines, bilirubine,
 pH, NH₄, urée, glucose,
 corps cétoniques, glycémie,
 Aminogramme sanguin, acide lactique,
 Acide pyruvique.

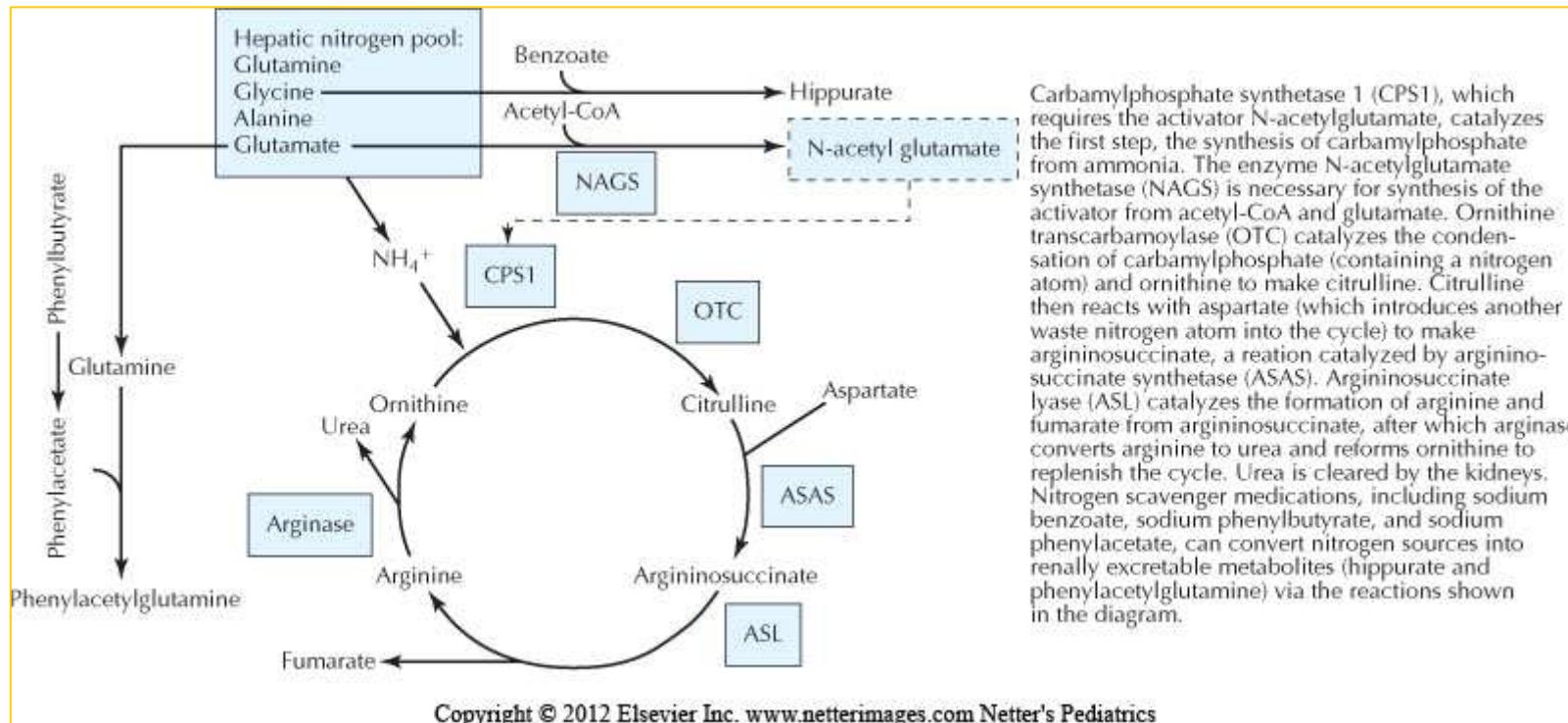
biopsie

L'hyperammoniémie



Si hyper NH4 avérée, en attendant les résultats de la mise-au-point, réduire l'apport protéique à 1 g/kg et mettre l'enfant Sous carbaglu ® (un transporteur du NH4).

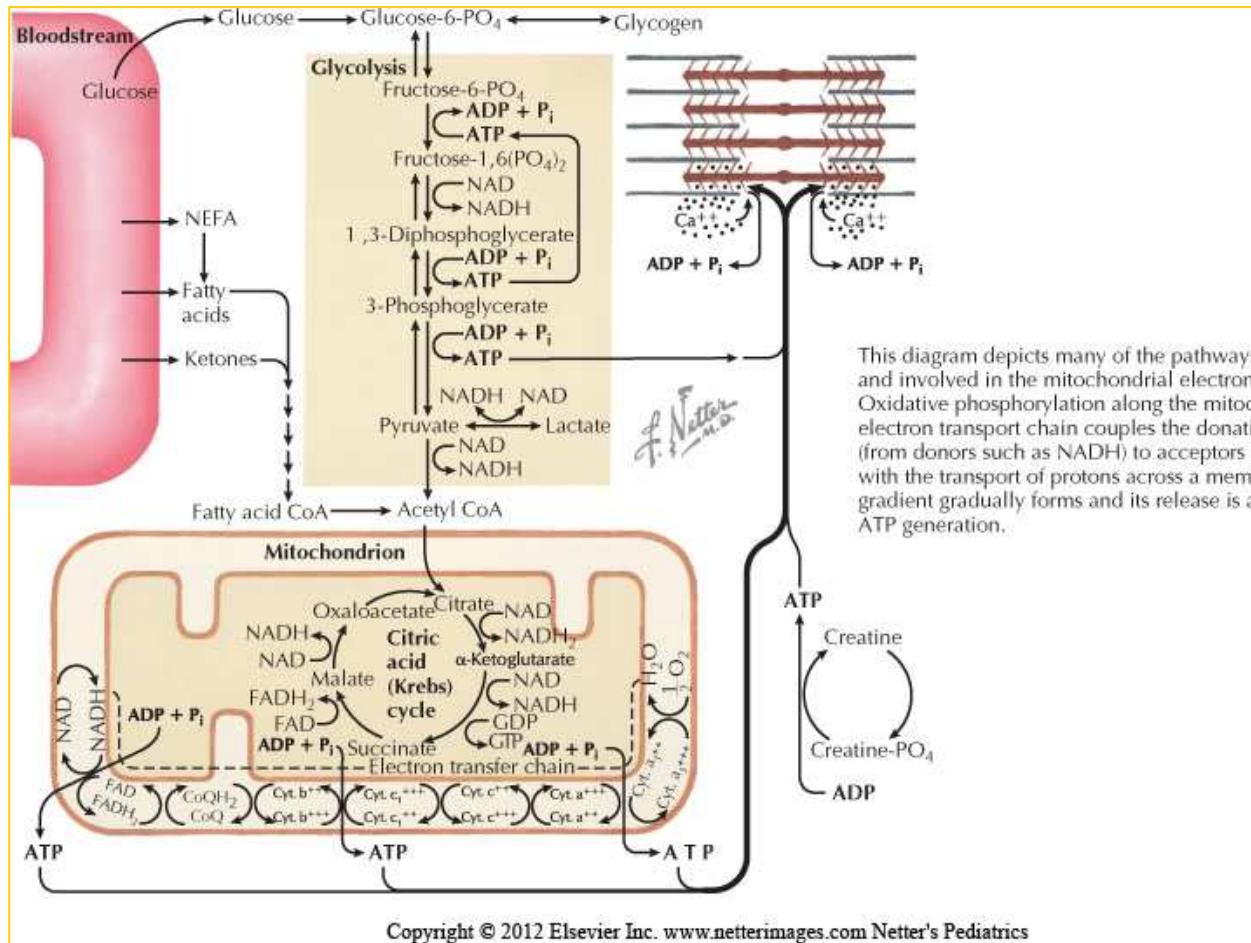
Le Cycle de l'urée



Le dosage de l'urée sanguine en mg/100 ml):

- Basse (< 8) : apport protéique insuffisant ou trouble du cylce de l'urée
- élevée (> 25): apport protéique excessif ou IR importante

Les muscles



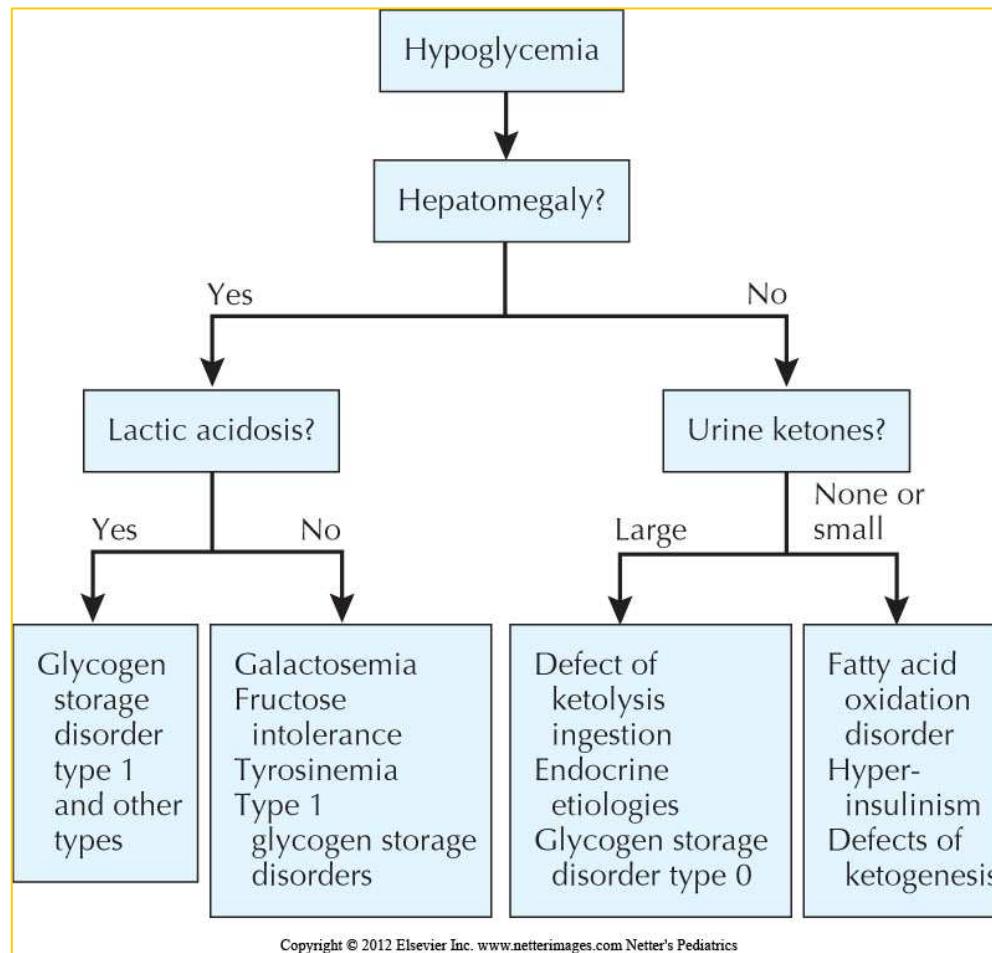
hypotonie

Biologie

CK,
Aminogramme
Acide lactique
Acide pyruvique

biopsies

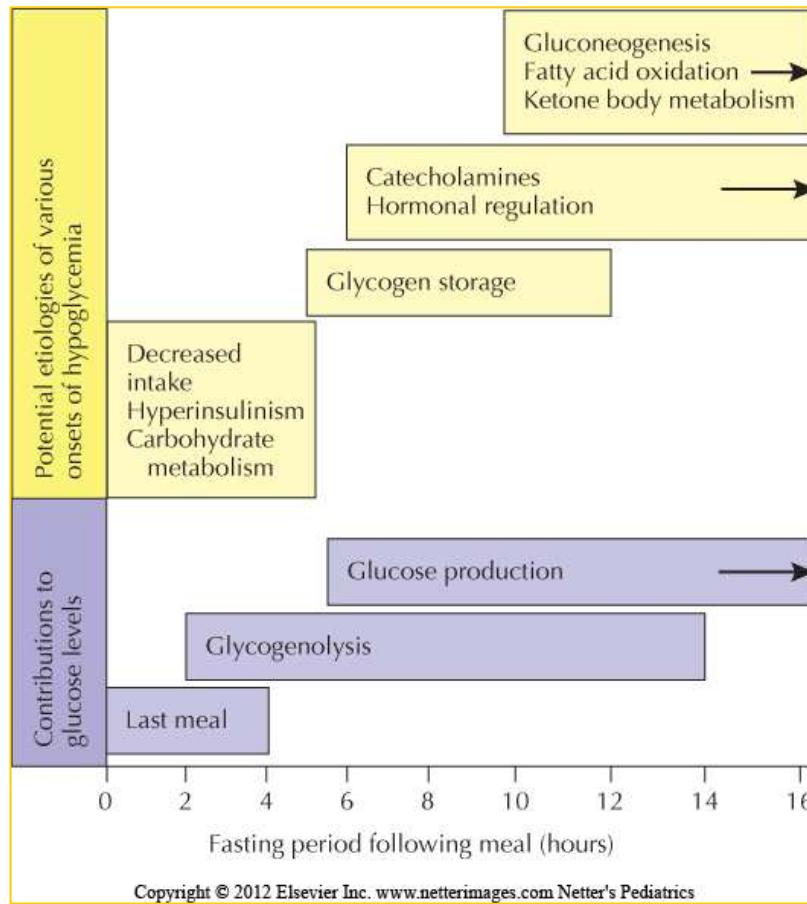
L'hypoglycémie



Maintenir une glycémie
Aux alentours de
75 mg/100 ml

Dosage de l'insuline
Des corps cétoniques
Du C peptide
De l'acide lactique

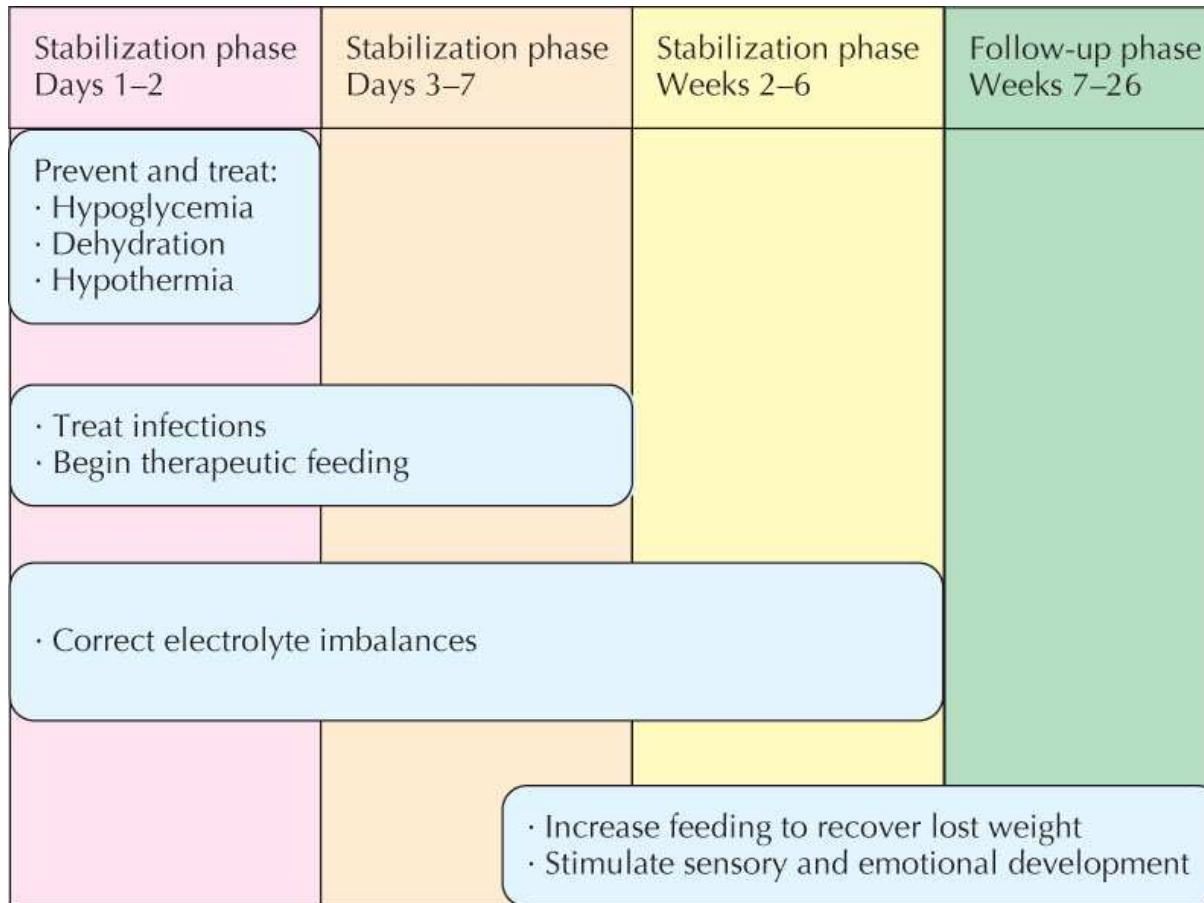
Glycémie, repas et jeûne



Le comportement alimentaire

- Les étapes fondamentales:
 - la recherche
 - la sélection
 - l'ingestion active des aliments
 - Le cheminement ascendant des informations sensorielles
 - La « mémoire des aliments »: goût, odeur, vision, sensation palatine (suites ressenties: nausée, douleurs abdominales, malaise respiratoire, éruption)
- Le cycle biologique varie en fonction de l'âge, du stress, de l'émotion, de l'anxiété, de l'activité physique
- Le signale de la faim et de la satiété
- L'oralité
- L'intervention de l'hypothalamus, de la leptine, du CRF, des catécholamines
- La glucopénie cellulaire
- Le goût sucré
- L'effet lipostatique

La malnutrition extrême: la réalimentation doit se faire de manière progressive



-Dans les pays défavorisés !

-Dans les pays favorisés: l'anorexie mentale, enfant délaissé,
Grève de la faim

Règles pour les calculs nutritionnels

- Métabolisme de base en kcal/kg = $0.372 \times FC$ moy
- valeur calorique des aliments organiques:
1 g protéines = 4 kcal
1 g glucides = 4 kcal
1 g lipides = 9 kcal en accrétion et 7 kcal en déperdition
- surface cutanée = $(4 \times \text{poids en kg} + 7) / (\text{poids} + 90)$
- Entre 2 et 12 ans:
Percentile 50 estimé pour le poids = $(2 \times \text{âge}) + 8$
Percentile 50 estimé pour la taille = $(5 \times \text{âge}) + 87$
De 0 à 5 ans: CBG/PC est compris entre 0.28 et 0.32
Charge osmotique rénale: 1 mmol par chaque mEq de Na+, K+, Cl- et 4 mmol par g de protéines.
- poids idéal (après 15 ans):
garçon = $(\text{taille m}^2) \times 22$
fille = $(\text{taille m}^2) \times 21.5$

Données intéressantes pour les calculs nutritionnels chez l'enfant

- Métabolisme de base en kcal/kg = $0.372 \times FC$ moy
- valeur calorique des aliments organiques:
 - 1 g protéines = 4 kcal
 - 1 g glucides = 4 kcal
 - 1 g lipides = 9 kcal en accrétion et 7 kcal en déperdition
- surface cutanée = $(4 \times \text{poids en kg} + 7) / (\text{poids} + 90)$
- Entre 2 et 12 ans:
 - Percentile 50 estimé pour le poids = $(2 \times \text{âge}) + 8$
 - Percentile 50 estimé pour la taille = $(5 \times \text{âge}) + 87$
 - De 0 à 5 ans: CBG/PC est compris entre 0.28 et 0.32
 - Charge osmotique rénale:** 1 mmol par chaque mEq de Na+, K+, Cl- et 4 mmol par g de protéines.
 - poids idéal** (après 15 ans):
 - garçon = $(\text{taille m}^2) \times 22$
 - fille = $(\text{taille m}^2) \times 21.5$

Mémo pour la prise en taille

- « taille de naissance » en cm
- Gain en taille en cm:
 - de la naissance à 3 mois: 10 cm
 - De 3 à 6 mois: 6 cm
 - De 6 à 9 mois: 5 cm
 - De 9 à 12 mois: 4 cm
 - De 12 à 24 mois: 13 cm
 - De 24 à 36 mois: 6-7 cm
 - De 36 mois à 8 ans: 4 cm/an

La prédition de la taille selon Tanner (DS = 3 cm)

$$TP = (TA/k) \pm 3 \text{ cm}$$

- **Chez le garçon:**

- - taille actuelle x (0.418 +0.038 A années) = correctif
- -taille prédite = taille actuelle / correctif +- 3 cm

- **Chez la fille:**

- - taille actuelle x (0.439 + 0.041 A années) = correctif
- - taille prédite = taille actuelle / correctif +- 3 cm

âge	k	boys	girls
1 mois	0.31	0.327	
1 an	0.437	0.457	
2	0.498	0.528	
3	0.539	0.573	
4	0.582	0.619	
5	0.620	0.661	
6	0.656	0.699	
7	0.690	0.736	
8	0.722	0.771	
9	0.754	0.805	
10	0.783	0.839	

- référence Tanner, Whitehouse,Takaiski Arch Dis Childh 41, 613, 1966.

Indice nutritionnel (suite 1)

- **ÉVALUATION GLOBALE**

→ 5-Le patient vit-il de façon indépendante à domicile ?

0 = non 1 = oui

→ 6-Prend plus de 3 médicaments ?

0 = oui 1 = non

→ 7-Maladie aiguë ou stress psychologique lors des 3 derniers mois ?

0 =oui 1 =non

→ 8-Motricité

0 = du lit au fauteuil

1 = autonome à l'intérieur

2 = sort du domicile

→ 9-Problèmes neuropsychologiques

0 = démence ou dépression sévère

1 = démence ou dépression modérée

2 = pas de problème psychologique

→ 10-Escarres ou plaies cutanées ?

0=oui 2=non

Indice nutritionnel (suite 2)

- INDICES DIÉTÉTIQUES

→ 11-Combien de véritables repas le patient prend-il par jour ? (petit déjeuner, déjeuner, dîner > à deux plats)
0 = 1 repas 1 = 2 repas 2 = 3 repas

→ 12-Consomme-t-il ?

- Une fois par jour au moins des produits laitiers ?
oui non

- Une ou deux fois par semaine des oeufs ou des légumineuses ?
oui non

- Chaque jour de la viande, du poisson ou de la volaille ?
oui non

0= si 0 ou 1 oui - 0, 5= si 2 oui -1 = si 3 oui

→ 13-Consomme-t-il deux fois par jour au moins des fruits ou des légumes ?
0 = non 1 = oui

→ 14-Présente-t-il une perte d'appétit ? A-t-il mangé moins ces derniers mois par manque d'appétit, problèmes digestifs, difficultés de mastication ou de déglutition ?

0 = anorexie sévère
1 = anorexie modérée
2 = pas d'anorexie

→ 15-Combien de verres de boissons consomme-t-il par jour ? (eau, jus, café, thé, lait, vin, bière...)
0,0 = moins de 3 verres
0,5 = de 3 à 5 verres
1= plus de 5 verres

→ 16-Manière de se nourrir
0 = nécessite une assistance
1 = se nourrit seul avec difficulté
2 = se nourrit seul sans difficulté

Indices nutritionnels (suite et fin)

- **ÉVALUATION SUBJECTIVE**

→ 17-Le patient se considère-t-il bien nourri ? (problèmes nutritionnels)

0 = malnutrition sévère

1 = ne sait pas ou malnutrition modérée

2 = pas de problème de nutrition

→ 18-Le patient se sent-il en meilleure ou en moins bonne santé que la plupart des personnes de son âge ?

0,0 = moins bonne

0,5 = ne sait pas

1 = aussi bonne

2 = meilleure

TOTAL(maxi 30 points)

> 24 : état nutritionnel satisfaisant.

17 - 23,5 : risque de malnutrition.

< 17 : mauvais état nutritionnel.

Indices nutritionnels > 12 ans

- INDICES ANTHROPOMÉTRIQUES

→ 1-Indice de masse corporelle (IMC = poids/(taille)² en kg/m²)

0 = IMC < 19

1 = 19 < IMC < 21

2 = 21 < IMC < 23

3 = IMC > 23

→ 2-Circonférence brachiale (CB en cm)

0,0 = CB < 21

0,5 = 21 < CB < 22

1= CB > 22

→ 3-Circonférence du mollet (CM en cm)

0 = CM < 31 1 =CM>31

→ 4-Perte récente de poids (< 3 mois)

0 = perte de poids > 3 kg

1 = ne sait pas

2 = perte de poids entre 1 et 3 kg

3 = pas de perte de poids

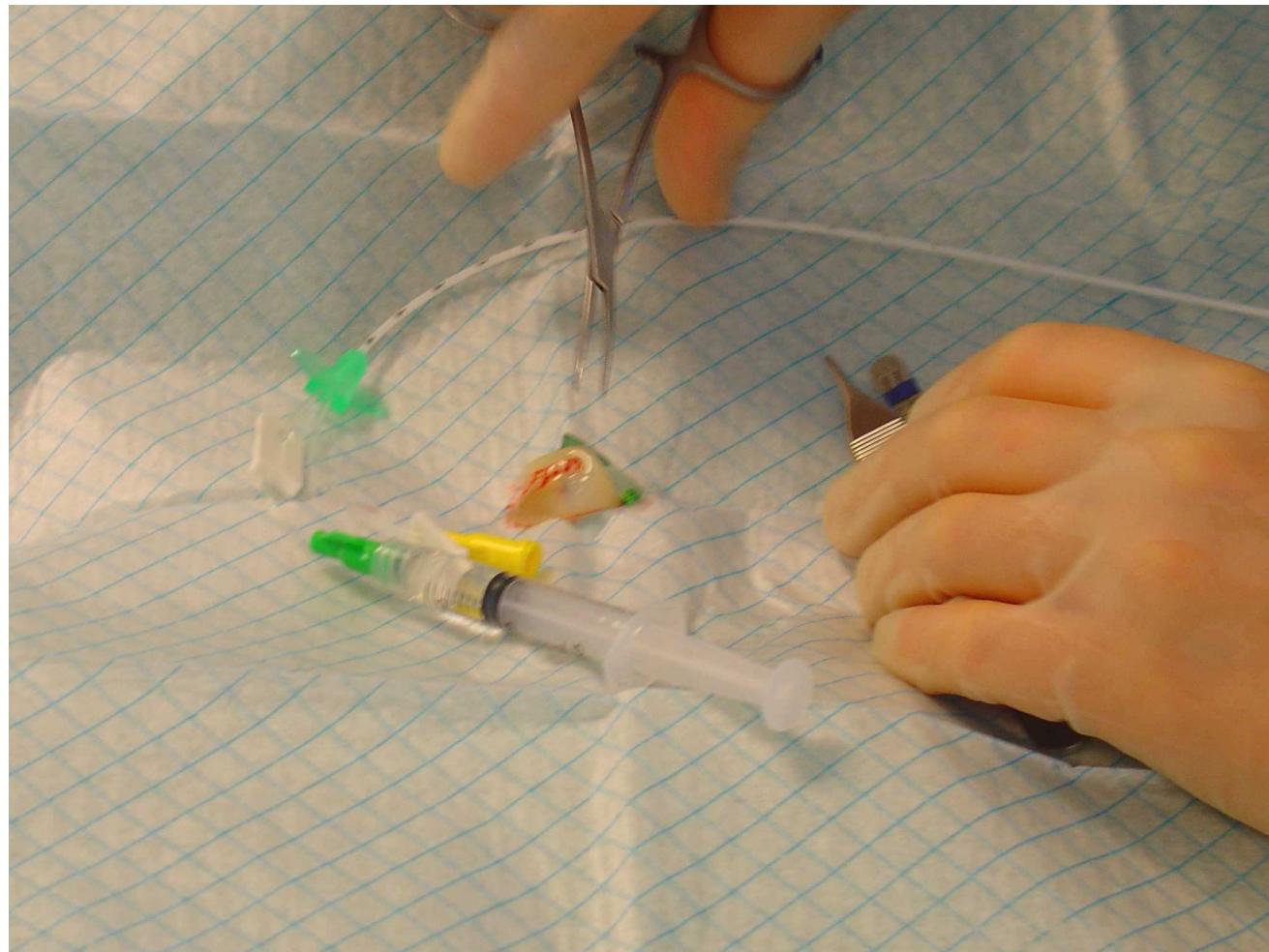
Ils sont intéressants dans les situations chroniques:
Anorexie, boulimie, infirmité motrice.

Concernant L'alimentation parentérale

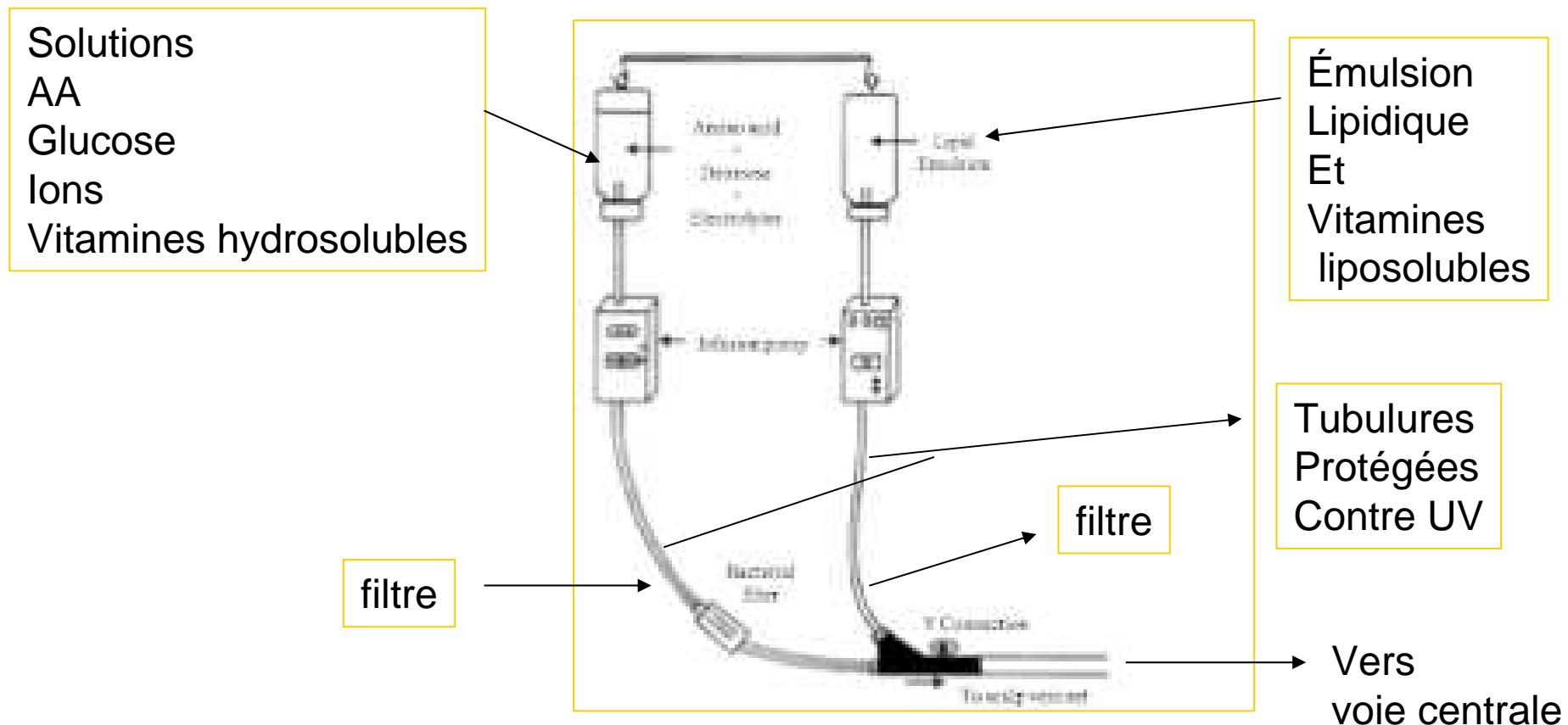
L'apport parentéral

- Indications: limitation digestive fonctionnelle ou anatomique
- Instauration progressive mais sans tarder
- Si elle n'est pas prolongée: glucose, électrolytes, acides aminés, lipides. vitamines
- Si elle est prolongée: idem + oligoéléments
- Si elle est prolongée avec intestin court: prévoir cholécystectomie

L'alimentation parentérale: voie centrale



Le schéma d'un circuit “TPN”



Les complications de la TPN:

1. Infectieuse (sepsis).
2. Glucose : Hypo-hyperglycémie.
3. Lipides : Hyperlipidémie - Hyperbilirubinémie.
4. Cholestase (normalisation dans les 4 mois suivants l'arrêt de la TPN).
5. Liées au catheter (mobilisation - infections).

Exercices de gastroentérologie et nutrition de l'enfant

Exercice concret: le cas d'une déshydratation, le cas de Shirley

Shirley, enfant de 10 kg est à la plage avec ses parents durant 3 heures alors qu'il fait 36 °autour de lui.

La maman mesure sa T° et celle-ci est à 37 °C.

En sachant que sa T° de neutralité est à 30 °C et que la chaleur spécifique de son corps est à 0.83 kcal/kg/°C

- Quelle va être sa dépense calorique pour garder une T° corporelle à 37 °C
- comment va se comporter sa FC, FR et sa VO²?
- S'il n'y arrive pas, quelle sera sa T° corporelle ?
- Quelle va être sa dépense hydrique pour rester stable?

Réponses pour le cas de Shirley

Non protégé et en se « défendant »:

sa dépense calorique pour garder une T°corporelle à 37 °C

- $Q_{\text{théorique}} = c M \delta T^{\circ}$ soit $0.83 \times 10 \times 7$ soit 58.1 kcal
- $Q_{\text{par heure}} = c M (\delta T^{\circ} / 0.5)$ soit $0.83 \times 10 \times 14$ soit 116 kcal/h soit 348 kcal en 3 heures (87 g glucides ou 39 g lipides ou à l'équivalent de 535 ml de lait entier).
- $\Delta VO^2 = \uparrow 2.1 \text{ml/kg/min}$
- $\Delta FC = \uparrow 40 / \text{m}$
- $\Delta FR = \uparrow 10 / \text{m}$
- Sa dépense hydrique = $348 \times 1.15 = 400 \text{ ml}$

Non protégé et ne pouvant se « défendre»:

Il devra faire les mêmes dépenses et sa T°aura grimpé à 38.5 °C.

On peut imaginer ce qui peut arriver après 6 heures...

Exercice pratique: Yvan « le terrible »

Une troupe de mouvements de jeunesse fait une sortie à Bouillon en été, sous la chaleur (32 °C). Après 4 heures de marche, Yvan sent un malaise et se couche. Les autres compagnons s'inquiètent. Le médecin du village passe justement par là.

Il l'examine; il décide de faire un « dextrostix » qui indique une glycémie à 45 mg %. Yvan (il a 14 ans et pèse 45 kg) avoue avoir peu mangé. Le médecin l'amène à son cabinet, lui fait une prise de sang (hémato + iono) et lui donne à boire un verre de lait.

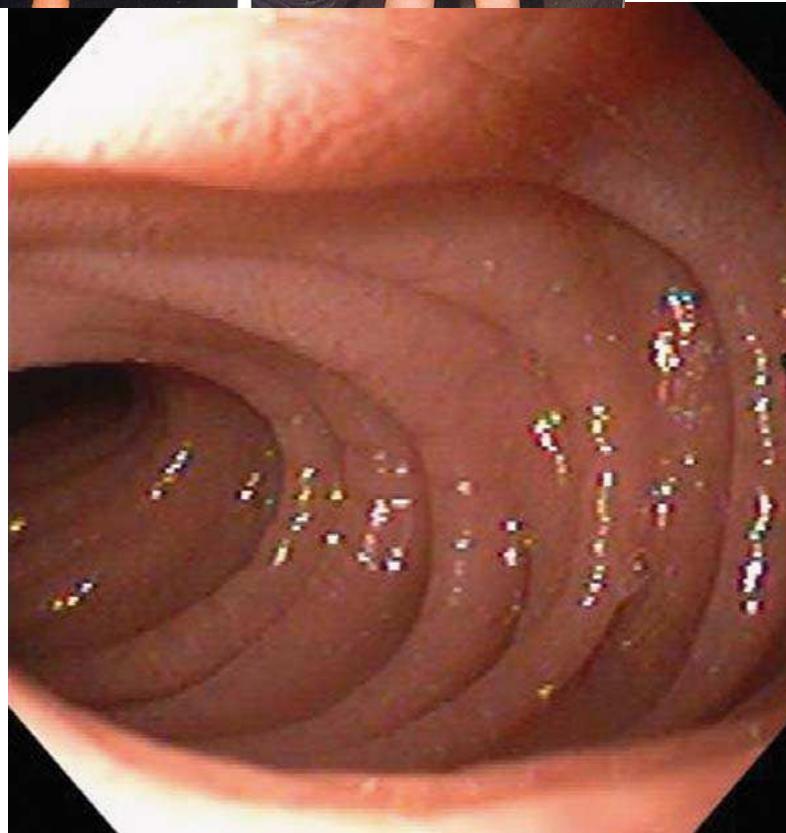
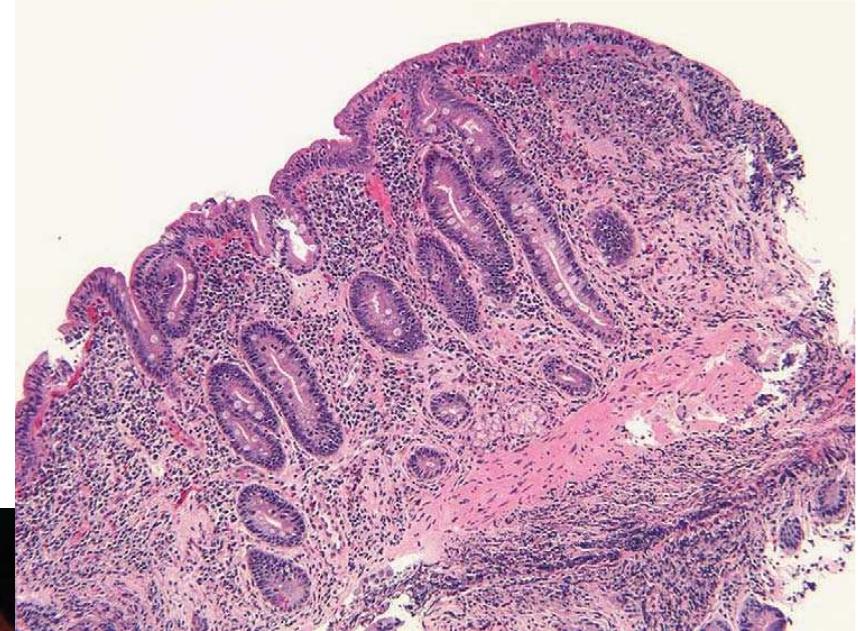
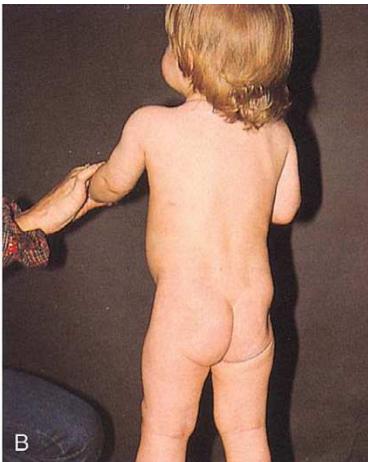
La prise de sang est normale pour l'hémato et montre une natrémie à 146 mEq/L.

Calculez son déficit sodique et hydrique.
Quels conclusions peut-on en tirer ?

Comment expliquer les observations suivantes ? (partez d'un exemple par item)

1. En cas de Perte de poids
2. En cas de Douleur abdominale nocturne
3. En cas de Vomissements récurrents
4. En cas de Présence de sang dans les selles
5. En cas Présences de Signes cliniques cutanés ou lésion pérorificielle
6. En cas de masse abdominale,
6. En cas de Douleur abdominale localisée
7. Devant des Signes biologiques tels que : une albumine basse, une élévation de la VS/CRP, une anémie, une augmentation lipase/amylase

Exercice sur signes et symptômes en cas de déficits nutritionnels: protéique vitaminique



Dans L'intolérance au gluten

Quelles déficiences pouvez-vous suspecter dans ces différents cas ?

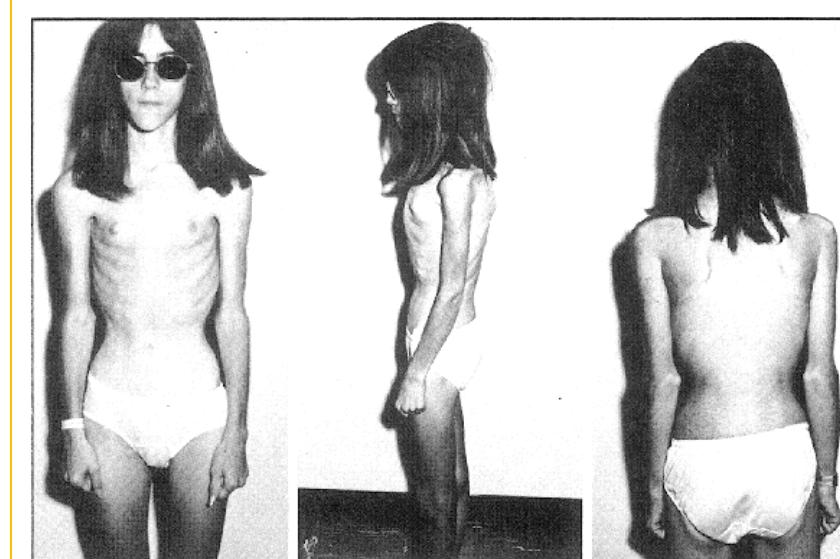
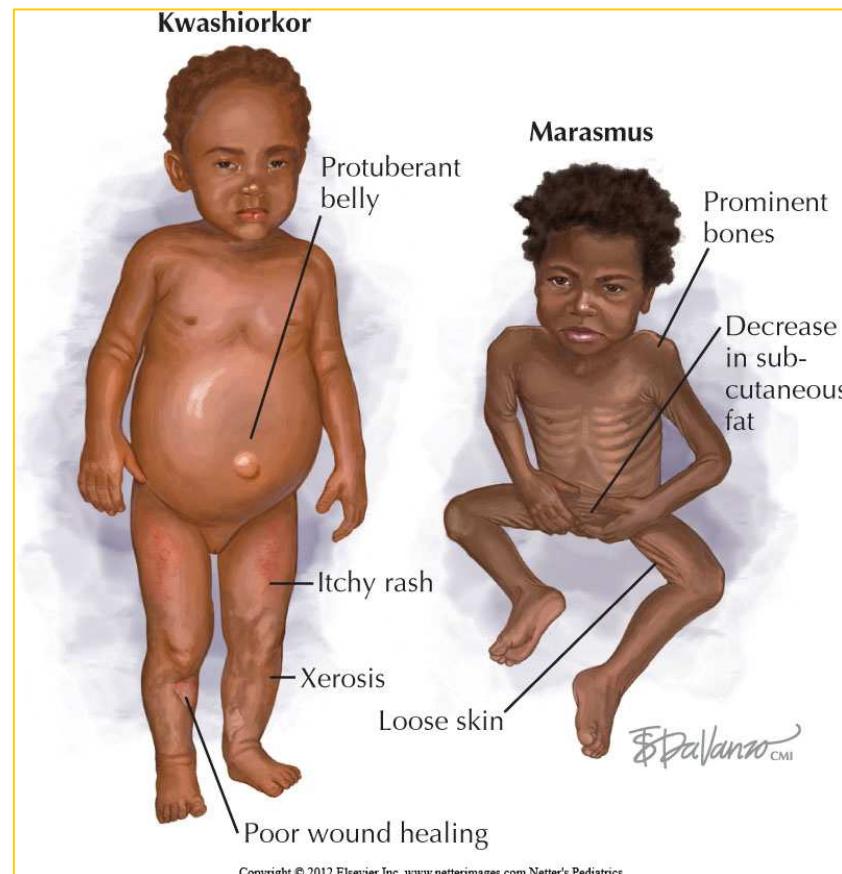


Fig 3. Severe emaciation with characteristic physical findings of anorexia nervosa.

Association:

- Eczéma atopique marqué péribuccal et périanal
- Diarrhée malabsorption
- Penser à
Acrodermatite entérohépatique

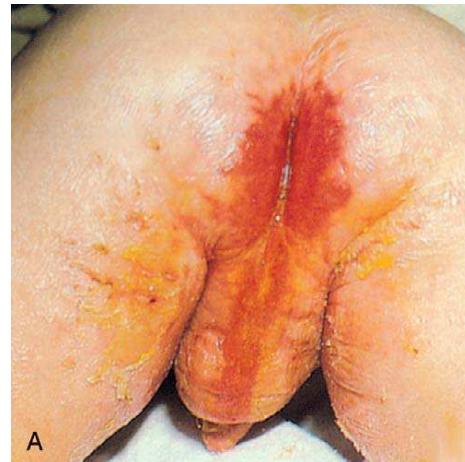


Attention: génétique
Lésions périanales aussi → déficit en Zinc

Déficit en biotine chez un enfant trop nourri:

A et B avant le traitement

C D après 4 jours de traitement



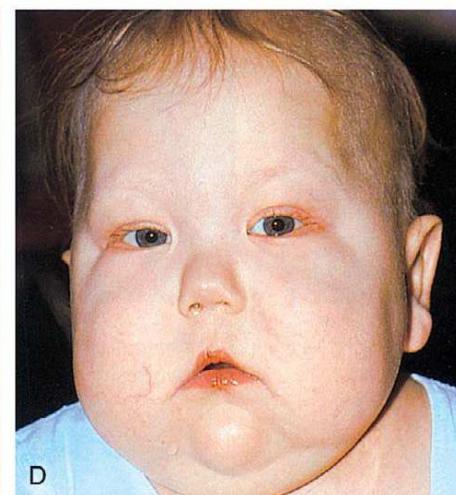
A



B



C



D

Exercice sur les besoins protéiques pour un enfant de 3 ans dénutri:

- sa taille est de 96 cm;
- son poids est de 10 kg

- Pour la maintenance =
- Pour le Catch-up prévu de 6 kg=