

Les micronutriments

Vitamines

oligo-éléments

Pr Xavier Hébuterne

Les vitamines

- Substances organiques sans valeur énergétique propre qui sont nécessaire à l'organisme et que l'homme ne peut synthétiser en quantité suffisante (13 substances).
- Les besoins quotidiens sont en général très faibles (qq mg/j) car elles agissent comme coenzymes ou cofacteur au cours des réactions enzymatiques.
- A la différence des oligo-éléments ce sont des composés organiques.

Sources de vitamines

- L'alimentation +++
- Certaines vitamines ont d'autres sources que l'alimentation :
 - Vitamine D : exposition de la peau aux UV
 - Vitamine K : synthèse par la flore microbienne digestive
 - Niacine : synthèse à partir du tryptophane.

Absorption et stockage

- on sépare les vitamines en deux groupes : les vitamines hydrosolubles et les vitamines liposolubles
- Vitamines liposolubles : absorbées en même temps que les graisses puis stockées.
- Vitamines hydrosolubles : non stockées, un apport excédentaire entraîne une excrétion urinaire accrue.
- Exception pour la vitamine B 12 qui possède un important stockage hépatique (3 à 5 ans de réserves).

Besoins en vitamines

Besoins en vitamines moyens pour un adulte de 70 kg
(1 μg = un millionième de gramme).

Vitamine	Nom ou rôle	AJR	AOJ
Vitamine C	acide ascorbique	60 mg	1000 mg
Vitamine B ₃ (PP)	nicotinamide	18 mg	190 mg
Vitamine B ₅	acide pantothénique	6 mg	400 mg
Vitamine B ₆	pyridoxine	2 mg	10-20mg
Vitamine B ₂	riboflavine	1,6 mg	50 mg
Vitamine B ₁	thiamine	1,4 mg	50 mg
Vitamine B ₉	acide folique	200 μg	800 μg
Vitamine B ₈ (H)	biotine	150 μg	N.D.
Vitamine B ₁₂	cyanocobalamine	1 μg	100 - 1000 μg
Vitamine D	calciférol (antirachitique)	5 μg	400-1500 UI sauf si exposition au soleil de 20 minutes
Vitamine E	tocophérol (antioxydant)	15 UI	300-400 UI
Vitamine A	rétinol (antixérophtalmique)	800 μg	5000 UI
Vitamine K	phylloquinone et ménaquinone (antihémorragique)	100 μg	80 μg

Vitamine B1 ou thiamine

- **Hydrosoluble**
- **Métabolisme** : hydrates de carbone
- **Sources** : Céréales, légumineuses (petits pois, haricots, lentilles) et levures
- **Besoins** : 1,3 à 1,5 mg/j, 1,8 mg/j (femme enceinte)
- **Absorption** : intestin grêle proximal et duodénum (la thiamine produite par la flore microbienne est très peu absorbée).
- **Stockage** : pas de stockage
- **Carence** : l'insuffisance en B1 entraîne une augmentation des taux plasmatiques en lactate et en pyruvate.
- **Béri-Béri** : atteinte du système nerveux central et périphérique, signes cardiovasculaire (insuffisance cardiaque droite).
- **Alcoolisme** : augmentation des besoins pour métaboliser l'alcool et diminution des apports. Polynevrite, syndrome de Gayet-Wernicke (troubles du comportement, atteinte de l'équilibre), syndrome de Korsakoff (amnésie, fabulations).

Vitamine B2 ou riboflavine

- **Hydrosoluble**
- **Métabolisme** : chaînon de la chaîne respiratoire et des cytochromes
- **Sources** : fruits, légumes, champignons, oeufs, lait, viande, poisson
- Thermostable mais sensible aux UV.
- **Besoins** : 1,3 à 1,5 mg/j, 2 mg/j (femme enceinte), 2,5 mg/j (femme allaitante)
- **Absorption** : intestin grêle proximal et duodénum (absorption rapide et très efficace).
- **Stockage** : réserves faibles mais demi-vie intracellulaire en cas de carence d'apport.
- **Carence** : rare. NRS nourri au lait artificiel, lésions cutanées, oculaires.

Vitamine PP ou niacine

- **Hydrosoluble**
- **Métabolisme** : synthèse et catabolisme des hydrates de carbone, lipides et acides aminés
- **Sources** : fruits, légumes, champignons, oeufs, lait, viande, poisson
- Stable à la lumière et à la chaleur.
- **Besoins** : 6,6 mg/1000kcal soit environ 15 à 20 mg/j.
- **Absorption** : intestin grêle proximal et duodénum (absorption rapide).
- **Stockage** : réserves faibles; synthèse possible à partir du tryptophane
- **Carence** : Pellagre (Erythème, desquamation de la peau, inflammation des muqueuses digestives et diarrhée puis polynévrite hallucinations et délire). Déficience fréquente chez l'alcoolique chronique souvent associée à un déficit en thiamine.

Vitamine B5 ou acide panthoténique

- **Hydrosoluble**
- **Métabolisme** : constituant essentiel du coenzyme A
- **Sources** : presque tous les aliments d'origine animale ou végétale.
- Stable à la lumière et à la chaleur.
- **Besoins** : 10 mg/j, facilement couverts par l'alimentation.
- **Absorption** : intestin grêle proximal et duodénum.
- **Stockage** : système d'accumulation intracellulaire
- **Carence** : très rare (expérimentale) paresthésies, anomalies neurologiques.

Vitamine B6 ou pyridoxine

- **Hydrosoluble**
- **Métabolisme** : indispensable à la transformation du tryptophane en acide nicotinique. Coenzyme indispensable au métabolisme de nombreux acides aminés.
- **Sources** : viandes, céréales et légumes.
- **Besoins** : 2 mg/j.
- **Absorption** : intestin grêle proximal et duodénum (absorption rapide).
- **Stockage** : foie et muscle sous la forme de phosphate de pyridoxal.
- **Carence** : très rare (expérimentale) anomalies cutanées, crises convulsives.
- L'isoniazide a une action antivitaminique qui justifie un apport de 10 à 25 mg/j per os.

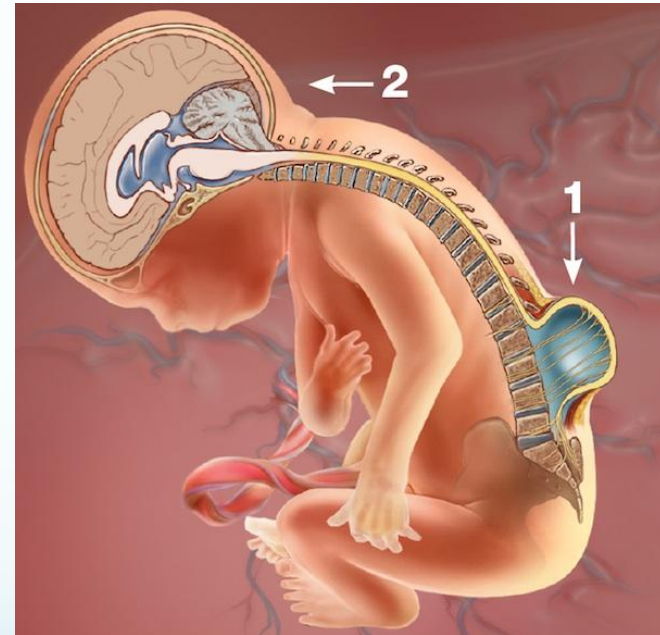
Vitamine B8 ou biotine

- **Hydrosoluble**
- **Métabolisme** : réactions de carboxylation
- **Sources** : tous les aliments mais surtout foie, rognons et jaune d'oeuf.
- **Besoins** : 200 µg/j largement couverts par l'alimentation.
- **Absorption** : intestin grêle proximal et duodénum (absorption rapide).
- **Stockage** : réserves faibles.
- **Carence** : très rare troubles digestifs, de la peau et des phanères (alopécie).

Vitamine B9 ou acide folique

- **Hydrosoluble**
- **Métabolisme** : réactions de carboxylation
- **Sources** : tous les aliments mais sensible à la chaleur et à l'oxydation
- **Besoins** : 400 µg/j, 800 µg/j chez la femme enceinte (sinon risque de prématurité, d'hypotrophie et d'anomalie de fermeture du tube neural).
- **Absorption** : intestin grêle proximal et duodénum
- **Stockage** : réserves hépatiques, cycle entéro-hépatique majeur. Mais réserves faibles.
- **Carence** : syndrome dépressif (baby blues), anémie mégaloblastique, syndrome confusionnel (démence chez le vieillard). Carence assez fréquente par carence d'apport et par malabsorption : à évoquer +++
- Possibilité de carence lors de la prise de médicaments qui inhibent la tétrahydrofolate réductase (azathioprine, salazopyrine, méthotrexate) : supplémentation nécessaire.

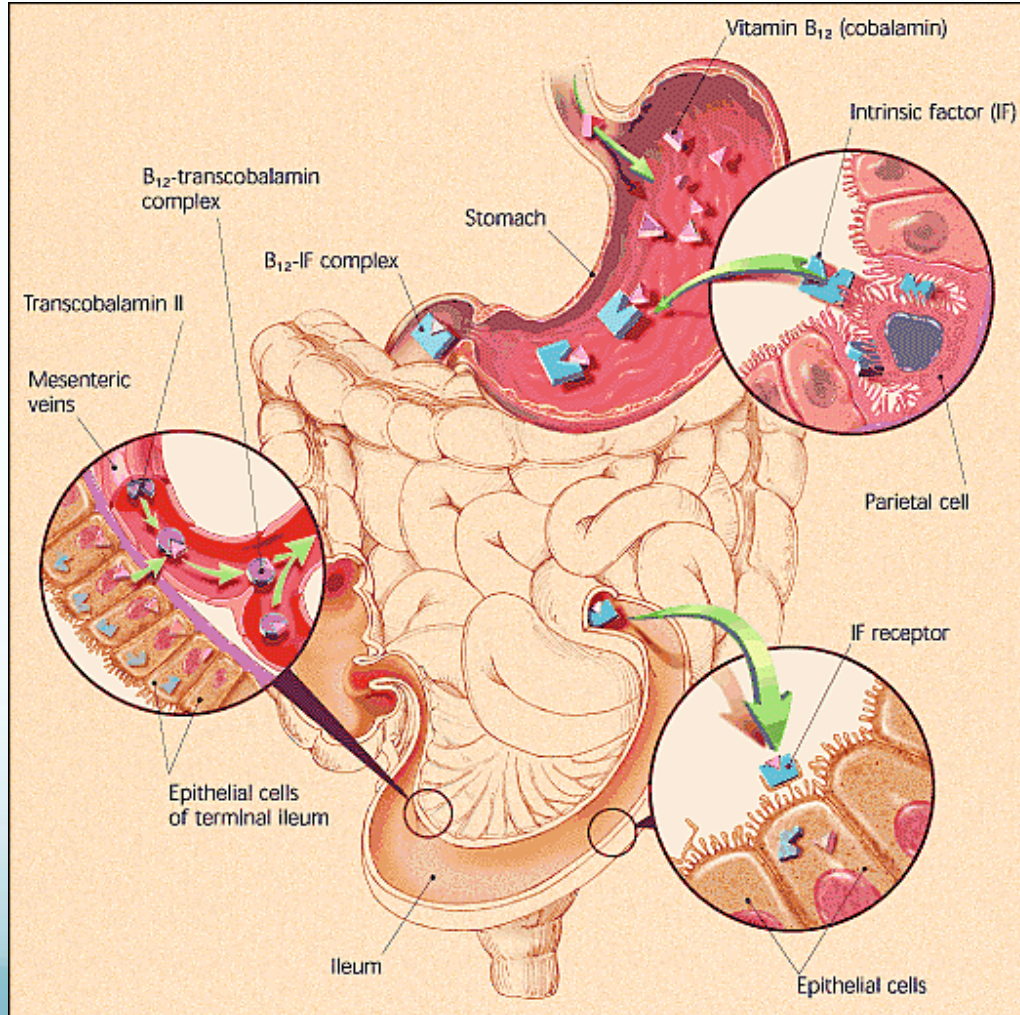
Spina bifida par carence en vitamine B9



Vitamine B12 ou cobalamine

- **Hydrosoluble**
- **Métabolisme** : nécessaire à la multiplication cellulaire
- **Sources** : foie, poisson, viande, lait, jaune d'oeuf.
- **Besoins** : 3 µg/j
- **Absorption** : iléon terminal à condition d'avoir été préalablement liée à une glycoprotéines sécrétée par les cellules du fundus : le facteur intrinsèque. Seuls les entérocytes de l'iléon terminal possèdent les récepteurs membranaires qui permettent la fixation du FI. Pour permettre la fixation du FI sur la Vit B12 les enzymes pancréatiques doivent préalablement cliver le complexe B12-protéine R.
- **Stockage** : importantes réserves hépatiques (2 à 5 mg). Cycle entéro-hépatique +++

Absorption de la vitamine B12



Vitamine B12 ou cobalamine

- **Carence** : rare en cas de carence d'apport du fait des réserves mais quasi-constantes dans les pathologies digestives (gastrite atrophique, gastrectomie totale, résection iléale, malabsorption digestive, insuffisance pancréatique exocrine).
- Principal signe de carence : amémie mégaloblastique + atteinte neurologique.
- Méthode d'exploration: le test de Schilling. Saturation de l'organisme par une dose de B12. Administration de B12* combiné ou non au FI. Comme l'organisme a été saturé, l'excrétion urinaire de B12* permettra d'évaluer l'absorption digestive.
 - Si atteinte gastrique: normalisation par FI.
 - Si atteinte digestive pas de normalisation par le FI.

Vitamine C ou acide ascorbique

- **Hydrosoluble**
- **Métabolisme** : intervient dans de nombreuses réactions d'oxydo-réduction. Nécessaire à l'absorption du fer. Nécessaire à la synthèse du collagène de réparation.
- Rôle anti-oxydant: participe à la dégradation des radicaux libres d'oxygène (radical hydroxyl, oxygène singlet, radical superoxyde), ce qui protège la cellule des agents oxydants toxiques.
- **Sources** : tous les produits végétaux et surtout les agrumes. Très sensible à la chaleur et à la lumière.
- **Besoins** : 10 mg/j suffisent à prévenir le scorbut. Besoins recommandés supérieurs à 100 mg/j.
- **Absorption** : Tout le long de l'intestin grêle, grandes capacités d'absorption.
- **Stockage** : réserves faibles.
- **Carence** : scorbut: gingivite hypertrophique, hémorragies.

Vitamine A ou rétinol

- **Liposoluble**
- **Métabolisme** : participation à la fonction visuelle +++
- Action anti-oxydante, surtout pour le β -carotène.
- **Sources** : foie et surtout foie de poisson. Lait, laitage, matières grasses. Dans les végétaux sous la forme de β -carotène.
- **Besoins** : 800 à 1000 ER, 1200 à 1400 chez la femme enceinte ou allaitante
- **Absorption** : partie supérieur de l'intestin grêle, liée à l'absorption des graisses et modifiée par les mécanismes pathologiques qui la détériorent (insuffisance hépatique, pancréatique, obstruction biliaire).
- **Stockage** : après absorption la Vit A est transportée par les chylomicrons par voie lymphatique jusqu'au foie où il y a un stockage important sous la forme d'esters.
- **Carence** : perte de la vision crépusculaire +++

Vitamine D ou calciférol

- **Liposoluble**
- **Métabolisme** : forme active : la 1-25 dihydroxycalciférol après hydroxylation en 25 dans le foie et en 1 dans le rein.
- Augmente l'absorption digestive du Calcium, augmente la réabsorption tubulaire du phosphore et du calcium. Action directe sur les ostéoblastes et les ostéoclastes, action sur la PTH et la calcitonine.
- **Sources** : endogène par synthèse cutanée du 7-déhydrocholestérol qui sous l'influence des UV est transformée en vitamine D3. Lait, viande et poisson (foie).
- **Besoins** : 400 UI/j
- **Absorption** : partie supérieur de l'intestin grêle, liée à l'absorption des graisses et modifiée par les mécanismes pathologiques qui la détériorent (insuffisance hépatique, pancréatique, obstruction biliaire).
- **Stockage** : faible.
- **Carence** : ostéodestruction, rachitisme chez l'enfant et ostéomalacie chez l'adulte. Le rachitisme est dû à une carence d'apport, rarement pour l'ostéomalacie (malabsorption lipidique, insuffisance rénale ou hépatique, anomalie enzymatique).
- Récemment des récepteurs pour la vitamine D ont été trouvés au niveau cérébral et musculaire et une supplémentation en vitamine D chez les personnes âgées pourrait prévenir la sarcopénie et la démence.

Vitamine E ou tocophérol

- **Liposoluble**
- **Métabolisme** : diminution de l'aggrégabilité membranaire, action sur l'immunité. Action anti-oxydante. Stabilisation des lipides membranaires
- **Sources** : huiles et margarines, fruits oléagineux, céréales.
- **Besoins** : 18 UI soit 12 mg/j
- **Absorption** : partie supérieur de l'intestin grêle, liée à l'absorption des graisses et modifiée par les mécanismes pathologiques qui la détériorent (insuffisance hépatique, pancréatique, obstruction biliaire).
- **Stockage** : Foie
- **Carence** : rare.

Vitamine K ou phytomenadione

- **Liposoluble**
- **Métabolisme** : indispensable à la synthèse par le foie de 4 facteurs de coagulation sanguine: le II, le VII, le IX et le X.
- **Sources** : foie, poisson, épinards, choux, huiles végétales. Synthèse endogène sous l'influence de la fermentation bactérienne.
- **Besoins** : 35 µg/j
- **Absorption** : partie supérieur de l'intestin grêle, liée à l'absorption des graisses et modifiée par les mécanismes pathologiques qui la détériorent (insuffisance hépatique, pancréatique, obstruction biliaire).
- **Stockage** : très faible, pas de réserves.
- **Carence** : syndrome hémorragique +++
- Supplémentation IV nécessaire en cas de cholestase

Les oligo-éléments ou éléments traces

- Substances minérales sans valeur énergétique propre qui sont nécessaire à l'organisme en très petite quantité et que l'homme ne peut synthétiser en quantité suffisante.
- les oligo-éléments sont présents à une teneur inférieure à 1 mg/kg de poids corporel.
- La propriété la plus importante pour expliquer le rôle de ces minéraux est leur extraordinaire faculté de se fixer sur des protéines, modifiant en se fixant la forme de ces protéines et en changeant alors les propriétés.
L'existence de ces protéines appelées métalloprotéines explique aussi bien le métabolisme que le mode d'action de la plupart des oligo-éléments.

Réserves de l'organisme en éléments-traces

Eléments	Réserves en mg
Cuivre	80 - 150
Fer	3000 - 5000
Sélénium	6 - 15
Zinc	1500 - 2500
Chrome	< 10
Cobalt	1,1
Fluor	2000 - 3000
Iode	15 - 25
Manganèse	12 - 20
Molybdène	< 10

Fonction des éléments-traces : Cuivre

- transfert d'électrons
- anti-oxydant (SOD, céruloplasmine)
- synthèse du collagène, de l'élastine et des cathécholamines
- immunité
- hématopoïèse

Fonction des éléments-traces : Fer

- transport d'oxygène
- transport d'électrons (cytochromes)
- métabolisme musculaire
- immunité

Fonction des éléments-traces: Zinc

- Immunité
- toutes les voies métaboliques
- endocrinologie
- antioxydant
- vision nocturne
- goût

Fonction des éléments-traces

Sélénium

- antioxydant (glutathion peroxydase)
- métabolisme thyroïdien (désiodinase)

Chrome

- composant du facteur de tolérance glucidique
- métabolisme des graisses

Fonction des éléments-traces

Manganèse

- activateur enzymatique (hydrolases, kinases, carboxylases, transférases)

Molybdène

- métabolisme du soufre (sulfite oxydase)