

**UEI : APPAREIL DIGESTIF**

# **LES OLIGOÉLÉMENTS**

**Dr. ZAITER**

**2019/2020**

# Introduction

- I. Définition des oligo-éléments
- II. Toxicité des oligo-éléments
- III. Rôles des oligo-éléments
- IV. Métabolisme et physiologie des oligo-éléments
- V. Pathologies liées aux oligo-éléments
- VI. Les oligo-éléments :
  1. L'iode
  2. Le zinc
  3. Le Fluor
  4. Le cuivre
  5. Le manganèse
  6. Le silicium
  7. Le sélénium
  8. Le Fer

# Introduction

- Le corps humain contient tous les minéraux et les oligo-éléments existant dans la nature
- Les besoins peuvent être de l'ordre du gramme, du milligramme (minéraux), ou de l'ordre du microgramme (oligo-éléments)

# Introduction

- Les principaux minéraux sont : le sodium, le potassium, le magnésium, le calcium
- Les principaux oligo-éléments sont : le fer, le zinc, le cuivre, le manganèse, l'iode.
- Les oligo-éléments sont pour la plupart des métaux.

# I. Définition des oligoéléments

- Le terme oligoélément désigne des matériaux présents en faible quantité dans l'organisme (oligos=peu).
- Apportés par l'alimentation et indispensables au bon fonctionnement de l'organisme.

# I. Définition des oligoéléments

**Oligoéléments indispensable à la vie selon l'OMS :**

**Sont au nombre de 14:**

fer ,cuivre ,iode , zinc ,fluor , cobalt ,Mn , molybdène, sélénium, chrome, vanadium , étain, nickel et silicium.

## II. Toxicité des oligo-éléments

- l'effet de l'apport d'un oligo-élément dépend de la **dose**.
- Lorsque l'oligo-élément est essentiel l'absence comme l'apport massif seront létaux.
- L'intoxication peut être aiguë ou chronique (accumulation de la dose ou de l'effet)

## II. Toxicité des oligo-éléments

- On peut distinguer :
  - ✓ Les oligo-éléments essentiels à risque de carence démontré chez l'homme : Iode, Fer, Cuivre, Zinc, Sélénium, Chrome, Molybdène, Fluor.
  - ✓ Les oligo-éléments essentiels à faible risque de carence (non prouvée chez l'homme) : Manganèse, Silicium, Vanadium, Nickel, Étain, Cobalt.



# III. Rôle des oligo-éléments

## 1) La liaison métal-protéine

ex : Zn, fer, Cu...qui se lient le plus souvent avec l'albumine, mais aussi avec d'autres protéines spécifiques de l'oligoélément considéré.

# III. Rôle des oligo-éléments

## 2) Cofacteurs d'enzymes:

il se comporte alors comme un cofacteur indispensable à l'activité enzymatique ex: l'anhydrase carbonique dont le cofacteur est le Zn.

- plus de **200** enzymes pour le seul atome de zinc.

# III. Rôle des oligo-éléments

3) Certains oligo-éléments entrent dans la structure de vitamines: C'est le cas du cobalt complexé au sein du cycle corrinique de la vitamine B 12

# III. Rôle des oligo-éléments

## 4) Ou participent à l'expression des signaux hormonaux

- Peuvent participer comme cofacteurs d'enzyme à la synthèse de molécules hormonales( zn et testostérone).
- participent directement à la structure moléculaire de l'hormone comme l'iode dans les hormones thyroïdiennes pour lui donner sa forme active.

# III. Rôle des oligo-éléments

## 4) Ou participent à l'expression des signaux hormonaux

- peuvent agir aussi au niveau du récepteur hormonal soit en facilitant, soit en inhibant la fixation de l'hormone sur son récepteur membranaire.
- Certains oligoéléments peuvent moduler l'expression des gènes codant pour des hormones comme le Zinc

# III. Rôle des oligo-éléments

5) participent à des fonctions de défense de l'organisme

Principalement dans la lutte contre les **radicaux libres de l'oxygène**.

- Des systèmes enzymatiques antiradicalaires *comprenant les superoxydes dismutases* à cuivre et zinc, ou à manganèse, les **catalases, les glutathions peroxydases sélénodépendantes**.
- Toutes ces enzymes utilisent des cofacteurs oligoéléments, cuivre, zinc, manganèse, sélénium qui sont donc appelés **oligo-éléments antioxydants**.

# III. Rôle des oligo-éléments

## 6) Peuvent Jouer un rôle structural

Bien qu'étant présents à l'état de trace, ils peuvent renforcer la solidité de certains tissus :

- Le Fluor en remplaçant un hydroxyl OH dans l'hydroxyapatite des os et des dents
- le Silicium en reliant les fibres de collagène à celles de mucopolysaccharides des tissus conjonctifs.

# III. Rôle des oligo-éléments

- Le rôle des oligo-éléments s'exerce donc de façon variée sur des mécanismes fondamentaux (enzymes, hormones, mécanismes de défense...), qui deviendront défectueux en cas d'apports insuffisants en ces nutriments.



# IV. Métabolisme et physiologie

- Comme le rôle biologique, le métabolisme des éléments traces est régi par leur liaison aux protéines.
- L'homéostasie des oligo-éléments, c'est-à-dire la régulation de leur teneur dans l'organisme, est régie par des phénomènes d'induction de ces métalloprotéines.

# IV. Métabolisme et physiologie

## 1. Absorption

- diffusion simple qui est un mécanisme peu efficace
- transport actif ou passif par transporteur protéique ou par un transporteur de molécules organiques, le métal étant complexé (Cu et histidine) ou substitué (Se et méthionine) à des acides aminés ou des vitamines,

# IV. Métabolisme et physiologie

## 2. Transport sanguin

à de rares exceptions près on ne retrouve jamais les oligo-éléments sous forme d'ions libres mais liés à divers types de transporteurs :

- des petites molécules (acides aminés, vitamines) avec lesquels ils forment des complexes
- des protéines non spécifiques telle l'albumine
- des protéines spécifiques telles les transferrine, transcobalamine, nickeloplasmine, transmanganine.

# IV. Métabolisme et physiologie

## 3. Le stockage:

- le plus souvent hépatique
- Dans les tissus, le métal peut aussi se fixer sur des protéines dites de stockage,
  - soit spécifiques comme la ferritine,
  - soit non spécifiques comme les **métallothionéines** qui par leurs nombreux groupes thiols retiennent de nombreux métaux (**cuivre, zinc**, manganèse, cadmium, plomb ou mercure)

# IV. Métabolisme et physiologie

## 3. Le stockage:

- La lyse des cellules contenant les protéines de stockage explique l'augmentation plasmatique de certains oligo-éléments dans des syndromes dits de cytolyse.

# IV. Métabolisme et physiologie

## 4. L'utilisation tissulaire:

les métaux ont diverses destinées:

- Peuvent être utilisés ou stockés au niveau cellulaire (protéines de stockage)
- peuvent être métabolisés, oxydés ou réduits sous l'influence d'enzymes spécifiques.
- Ou bien incorporés dans des enzymes.

# IV. Métabolisme et physiologie

## 5. L'excrétion:

- Éléments à excrétion essentiellement biliaire : Cu, Fe, Mn, Ni, V
- Éléments à excrétion essentiellement urinaire : Cr, CO, Se, Mo
- Éléments à excrétion possible par la sueur : Cr, Cu, Zn, Se

# V. Pathologies liés aux oligoéléments

Une carence ou bien un excès en certains oligoéléments causent des pathologies

- Une erreur héréditaire touchant un gène codant pour une protéine du métabolisme de l'oligoélément régie une pathologie dont la gravité est en fonction du rôle biologique de la protéine mutée
- **ex: une mutation qui touche la protéine ATP7B donne la maladie de Wilson**



# L'iode

- L'organisme ne peut fabriquer l'iode. Il doit donc provenir de l'alimentation.

# L'iode

## Sources

- Les poissons et fruits de mer d'eau salée sont la meilleure source naturelle d'iode.
- les cornichons, les marinades et le sel de mer sont aussi des sources naturelles d'iode .
- le **sel de table** :une cuillerée à thé de sel de table contient 380 mg d'iode.

# L'iode

## Besoins en Iode

Âge en années	Visez un apport de * microgrammes (mcg)/jour	Ne pas dépasser * mcg/jour
Hommes de 19 ans ou plus	150	1100
Femmes de 19 ans ou plus	150	1100
Femmes enceintes de 19 ans ou plus	220	1100
Femmes qui allaitent de 19 ans ou plus	290	1100

\*Ceci comprend l'iode qui provient des aliments et des suppléments.

# L'iode

## Fonctions biologiques

L'iode intervient dans:

**« la fabrication des hormones thyroïdiennes et au bon fonctionnement de la glande thyroïde »**

**T4 et T3**

# L'iode

## T4 et T3

- **Le développement intellectuel et cérébral**
- **La croissance des tissus, des cellules et des organes**
- Augmente la fertilité
- Stimule la thermogénèse
- La régulation du rythme cardiaque
- Le métabolisme des graisses et des sucres.

# L'iode

## Carence

**Le goitre**, très fréquent.

la carence en iode est la cause la plus fréquente.

Une carence pendant la grossesse peut provoquer un **crétinisme**.



# L'iode

## Toxicité par excès en Iode

Une consommation journalière de **2000 µg** d'iode entraîne un dysfonctionnement thyroïdien (supplémentations)

un surdosage entraîne un effet antithyroïdien (effet de Wolff Chaikoff) qui peut évoluer vers une thyrotoxicose.



# Le fluor

Le fluor (symbole F) compte parmi les oligo-éléments essentiels.

Au sein de l'organisme, il se trouve principalement dans les os et les dents.

# Le fluor

## Sources alimentaires et besoin

- L'essentiel du fluor est apporté par les **eaux de boissons**.
- Les crustacés et les poissons, qui sont riches en fluor, avec une teneur comprise entre 0,015 et 0,2 mg aux 100 g.
- Le thé est une source importante de fluor, dont une tasse fournit jusqu'à 1 mg.
- Il existe aussi du sel enrichi en fluor, utile principalement lorsque la teneur de l'eau de boisson est très faible.
- Besoin journalier est de l'ordre de 2,5mg

# Le fluor

## Fonctions biologiques

Le fluor entre dans la structure des **os et des dents**, lié à du calcium et du phosphate sous forme de cristaux appelés fluoroapatites.

- Il contribue ainsi à la **solidité du squelette** et à la **prévention des caries dentaires** en renforçant l'émail

# Le fluor

## Carence

- rare, peut être secondaire à une maladie ou une ablation de l'estomac ou du duodénum lieux d'assimilation du fluor.
- développement de caries dentaires.
- les dentifrices (riches en fluor) effet protecteur
- Effet sur l'os??

# Le fluor

## Excès

- Une fluorose dentaire (taches ou coloration des dents) peut être observée chez les enfants ayant un apport excessif de fluor



# Le fluor

## Excès

- Chez l'adulte, une **fluorose osseuse** (se traduisant par des calcifications anormales et une fragilité osseuse) peut intervenir pour une dose quotidienne de fluor de 10 mg ou plus pendant au moins 10 ans.
- Une **intoxication aiguë** s'observe pour une dose supérieure à 500 mg par jour et se traduit par des maux de tête, des troubles digestifs et du rythme cardiaque.

# Le zinc

- Il existe dans l'organisme 2 à 3 g de zinc.
- Plus de la moitié se situe dans les muscles et un tiers dans les os.
- Certains tissus comme le foie, les reins, la prostate, les cheveux, les yeux ont une teneur élevée en zinc.

# Le zinc

## Sources alimentaires et besoin

Le zinc est un oligoélément très important. Cofacteur de plus de **200 enzymes**, il intervient dans presque tous les métabolismes

- Les besoins en zinc sont estimés à **10 ou 15 mg/j**.
- Les aliments les plus riches en zinc sont les viandes, les poissons, les coquillages, en particulier les huîtres.
- L'apport en zinc, par une alimentation variée et équilibrée, doit être quotidien car l'organisme n'en dispose **d'aucune réserve**.



# Le zinc

Homme	12 mg
Femme	10 mg
Femme enceinte	12 à 15 mg
Femme enceinte allaitant	19 mg
Enfant (7 à 12 ans)	9 à 12 mg
Adolescent	13 mg
Adolescente	10 mg
Personne âgée	11 à 12 mg

Apports recommandés journaliers

# Le zinc

<i>Aliment riche en Zinc, pour 100gr</i>	<i>Teneur en Zinc</i>
Huîtres	20 mg
Foie veau et de porc	8 mg
Viande rouge	5 mg
Pain complet	5 mg
Jaune d'oeuf	4 mg
Poissons et crustacés	1,5 à 3 mg
Légumineuses	2 à 5 mg
Fruits secs	2 mg
Lait	0,5 mg
Légumes	0,5 mg

# Le zinc

## fonctions

Le Zinc participe à de nombreuses fonctions dans l'organisme:

- ✓ Composant de plusieurs enzymes
- ✓ Stimule le système immunitaire en augmentant le nombre de lymphocytes T circulant dans le sang et en les activant. Il a donc une activité **anti-infectieuse**

# Le zinc

## fonctions

Le Zinc participe à de nombreuses fonctions dans l'organisme:

- ✓ intervient dans **le métabolisme des protéines** de manière structurale, et par conséquent est nécessaire à un développement normal du fœtus durant la grossesse et une croissance normale pendant l'enfance et l'adolescence.

# Le zinc

## fonctions

- Agit sur la **synthèse de l'insuline**
- **La synthèse de l'hémoglobine**
- Prévient les problèmes **prostatiques**
- Permet une **meilleure cicatrisation** des plaies et des brûlures.
- Lutte contre **les problèmes de peau** : acné, psoriasis, herpès, vergetures.
- Nécessaire pour **la préservation du goût et de l'odorat.**
- Intervient dans la production de **spermatozoïdes**, (nombre, mobilité). De ce fait, il a une action dans la **fertilité masculine.**

# Le zinc

## fonctions

- Rôle important en génétique: **stabilisation du matériel et synthèse des acides nucléiques** (composant essentiel de certaines enzymes)
- Favorise la synthèse d'acides aminés soufrés, qui sont les principaux composants de la **kératine**
- En tant **qu'antioxydant**, le zinc contribue à neutraliser les **radicaux libres** (enzyme superoxyde dismutase) et ainsi, à ralentir le vieillissement oculaire et celui de la peau.

# Le zinc

## fonctions

- lutte contre les métaux toxiques (cadmium).
- Il est indispensable au développement et au bon fonctionnement du **système nerveux**.

# Le zinc

## carence

Les déficiences en zinc peuvent provenir :

- d'une carence d'apport (combinée)
- d'un trouble de l'absorption digestive comme on l'observe après les résections intestinales, dans la maladie de Crohn, la maladie coéliqua, **l'acrodermatite enteropathique** (maladie métabolique, déficit sévère en zinc, mutation de la protéine responsable de l'absorption transcellulaire du zinc ).
- Chez l'alcoolique chronique, il y a une malabsorption digestive du zinc.



# Le zinc

## carence

### *Signes cliniques*

- Ongles cassants, dédoublés, tâchés
- Augmentation de la vulnérabilité aux infections
- Ralentissement de la croissance chez l'enfant
- Baisse de la fertilité chez l'homme
- Complication de la grossesse chez la femme enceinte

# Le zinc

## Excès Rare

- Elle peut s'observer sous traitement supplétif prolongé.
- Anémie par carence en cuivre!!!
- Dans les urines, l'augmentation du zinc peut être la conséquence d'un traitement supplétif ou d'une perte pathologique.
- Elle s'observe dans la cirrhose, l'insuffisance rénale, le diabète, ou lors de traitement médicamenteux ayant des propriétés chélatrices ou hormonales
- **Cliniquement:** des difficultés à marcher, des troubles de l'élocution, des tremblements

# Le cuivre

## Sources et besoins

le foie, les crustacées, le chocolat, les noix, les céréales, les légumes secs, les fruits.(+++)

Le lait est très pauvre en cuivre.

- **Besoins:** 2 à 3 mg/j chez l'adulte,
- corps humain normal contient **75 à 150 mg** de cuivre.
- alimentation => 2 à 5 mg de cuivre/jour dont 40 % à 60 % sont absorbés.

# Besoins en cuivre en fonction de l'âge

Groupe	Âge (ans)	mg/j de cuivre
Nouveau-né	0-0,5	0,4
Enfant	0,5-1	0,6
	1-3	0,75
	4-6	1
	7-10	1,2
	11-20	1,5
Homme adulte	20-50	2
Femme adulte	20-50	1,5

- Le corps humain contient de 75 à 150 mg de cuivre .
- foie est le lieu de stockage.
- Le cuivre en excès est éliminé majoritairement dans la bile.
- Une autre fraction du cuivre passe dans le sang en « s'accrochant » à une protéine (la céruléoplasmine) qui le transporte.

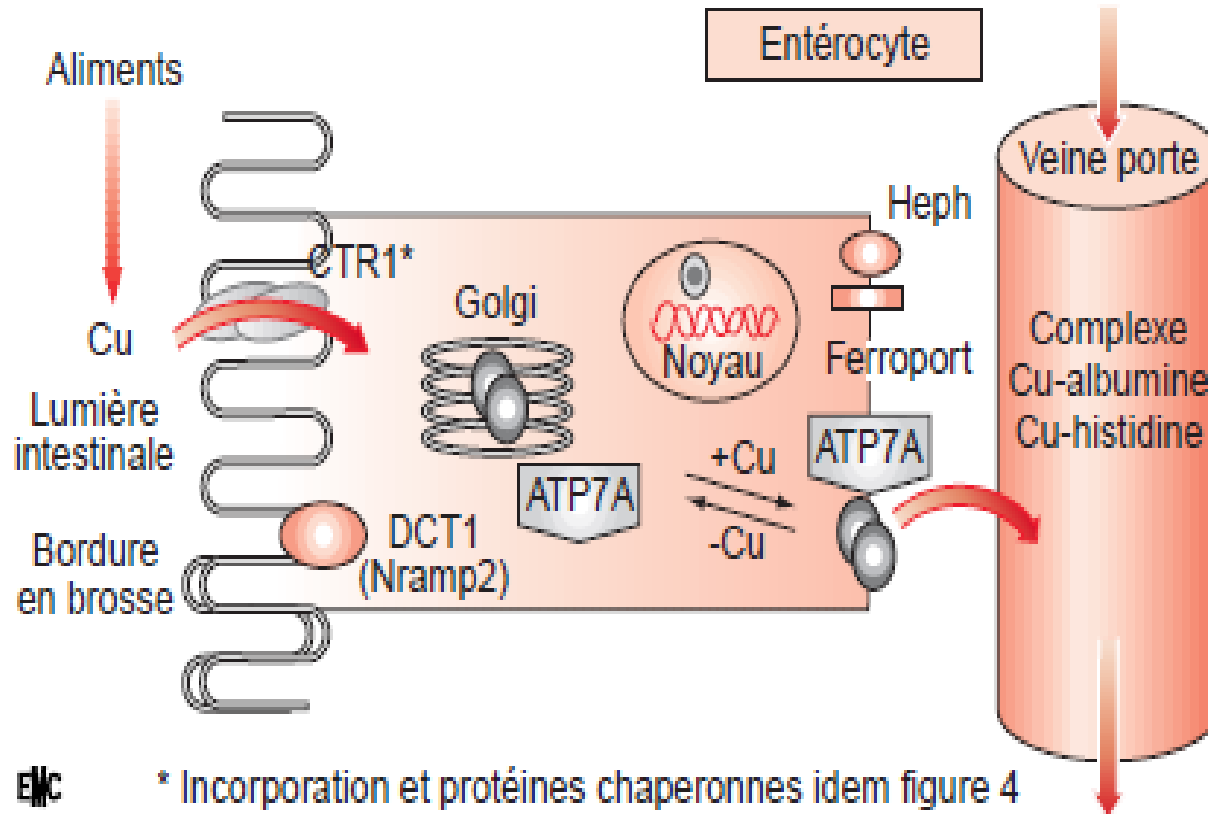
# Métabolisme du cuivre

## 1-ABSORPTION

- Le cuivre est absorbé très rapidement au niveau de **l'estomac** et de **l'intestin grêle initial**.
- Le cuivre alimentaire est initialement lié à des protéines ou sous forme complexée aux acides aminés soufrés, principalement l'histidine
- L'absorption se déroule au niveau du pôle apical des cellules épithéliales.

# Le cuivre

- Plusieurs mécanismes ont été proposés :
  - une simple diffusion
  - un transporteur aspécifique des métaux assurant un transport couplé aux protons nommé Nramp2 ou DCT1 a été identifié dans la membrane des cellules de la bordure en brosse.
  - Mais **la voie majoritaire la plus probable** est le transporteur **CTR1** présent dans la membrane de toutes les cellules de l'organisme.



EMC

\* Incorporation et protéines chaperonnes idem figure 4

2 Métabolisme du cuivre dans l'entérocyte.

ATP7A : protéine Menkes ; CTR1 : protéine de transport du cuivre ; DCT1 : dication transporter 1 ; Heph : hephaestine ; ferroportin : ferroportine.



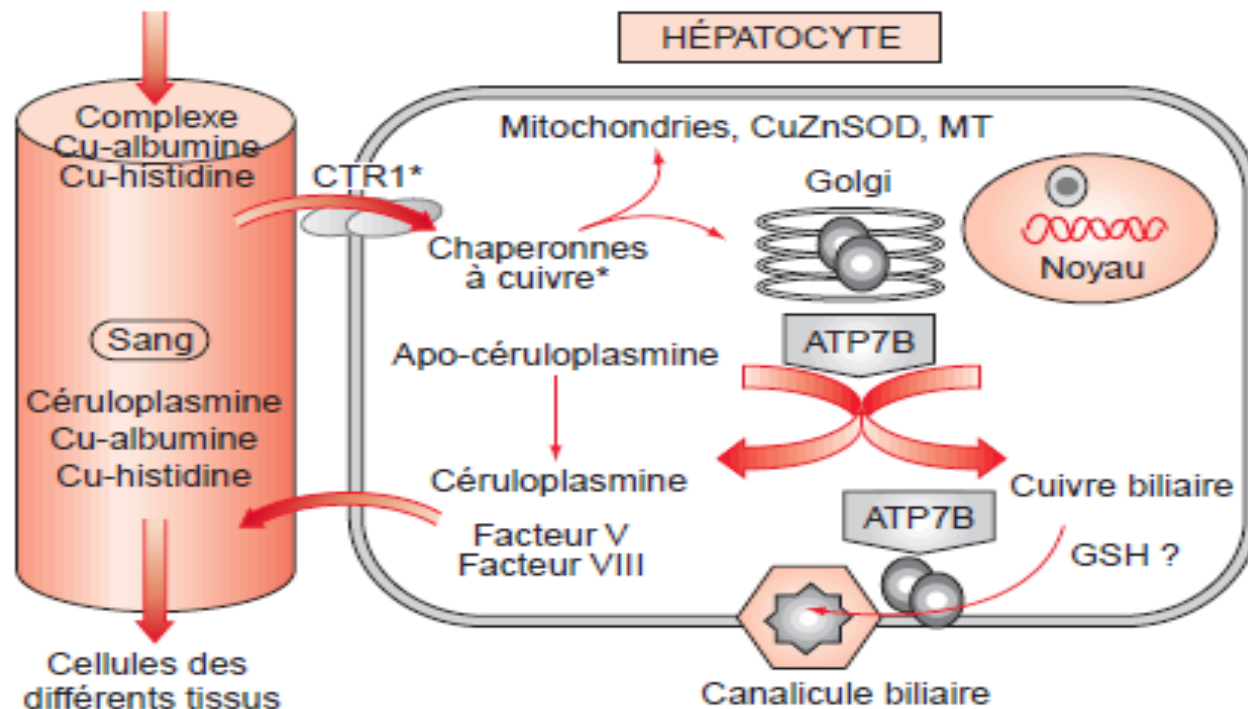
- La protéine Menkes ou ATP7A est impliquée

dans la délivrance du cuivre aux métalloprotéines à cuivre

et dans le relargage du cuivre par les cellules épithéliales vers la circulation portale.

## 2-Le transport

- Le cuivre est principalement lié à l'albumine et à l'histidine. Sous cette forme, il est capté par les cellules hépatiques



EMC

\* Incorporation et protéines chaperonnes idem figure 4

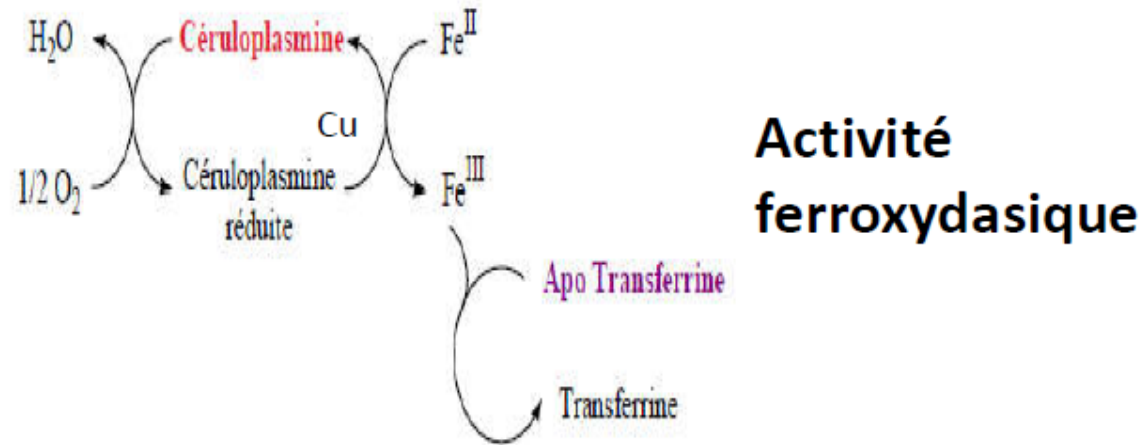
### 3 Métabolisme du cuivre dans l'hépatocyte.

ATP7B : protéine Wilson ; CTR1 : protéine de transport du cuivre ; CuZnSOD : superoxyde dismutase à cuivre et zinc ; GSH : glutathion réduit ; MT : métallothionéine.

- qui l'incorporent à l'**apocéruloplasmine** (3 %),
- ou stocké en complexes avec **la métallothionéine** (35 à 50 %).
- Une petite partie est incorporée dans des enzymes comme la **cuivre-zinc superoxyde dismutase**
- le reste est excrété dans la bile et une faible quantité reste libre

- L'apocéruléoplasmine synthétisée dans le foie se combine avec six atomes de cuivre.
- L'incorporation par la cellule hépatique met en jeu la protéine CTR1 tandis que l'excrétion biliaire et l'incorporation dans la céruléoplasmine (Cp) se font grâce à la protéine Wilson (WND) ou ATP7B

Longtemps considérée comme une forme de transport du cuivre:



- En absence de cuivre, l'ApoCP n'aura pas d'activité oxydase et sera rapidement dégradée.

Une partie du cuivre est ensuite retrouvée dans le sang

➤ liée dans **le plasma** pour une grande part à

1. La **Cp (95 %)**,

2. l'**albumine (2 %)**, et à des **acides aminés** (l'histidine)

3. soit **libre (< 5 %)**

➤ Une partie du cuivre sanguin dans les **érythrocytes**  
(érythrocupréine): lié à **la superoxyde dismutase** et  
à des **acides aminés**

• mais seul le cuivre plasmatique transporté par l'albumine et les acides aminés est échangeable et est distribué aux tissus périphériques.

### 3-Répartition dans l'organisme

- La répartition du cuivre dépend du sexe, de l'âge et de la teneur en cuivre de l'alimentation.
- Les concentrations tissulaires de cuivre sont maximales dans **le système nerveux central** et dans le **foie**
- des concentrations plus faibles se retrouvant dans le **cœur**, la **rate**, les **reins** et le **sang**
- 
- La teneur en cuivre de l'iris et de la choroïde de l'**oeil** est très élevée.

## 4-Élimination

- Les voies d'élimination sont de valeur très inégale
  - une part mineure est éliminée par *voie urinaire*.
  - une majeure partie est éliminée par *les voies biliaires et par les fèces*.



## III- Rôle du cuivre dans l'organisme

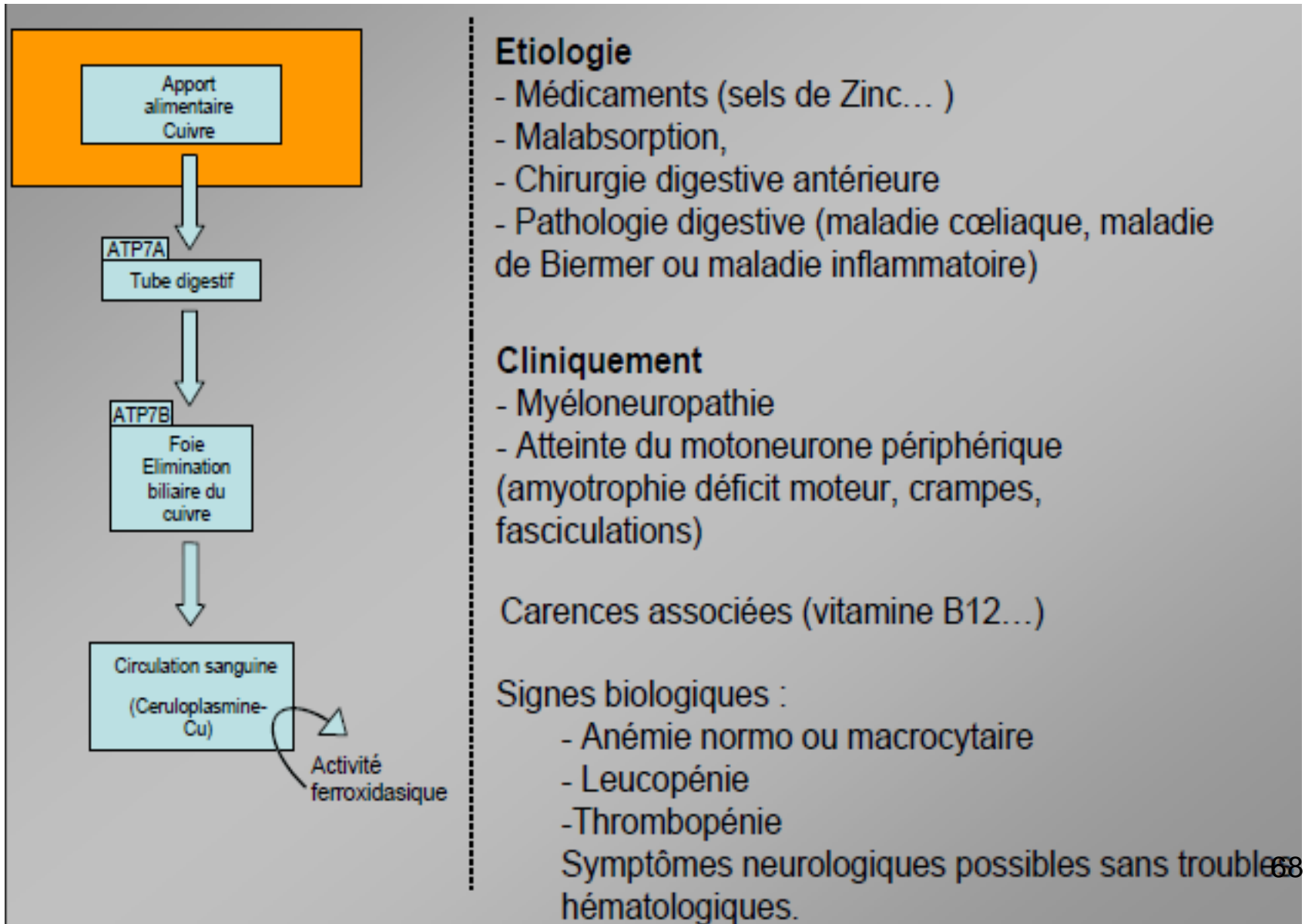
- C'est **un cofacteur** de nombreuses réactions d'**oxydo-réduction** impliquant l'oxygène moléculaire.
- Les enzymes concernés au premier plan par le Cuivre sont :
  - ***La superoxyde dismutase***, enzyme à Zinc et Cuivre.
  - ***La cytochrome oxydase*** : chaîne respiratoire cellulaire.

### III- Rôle du cuivre dans l'organisme

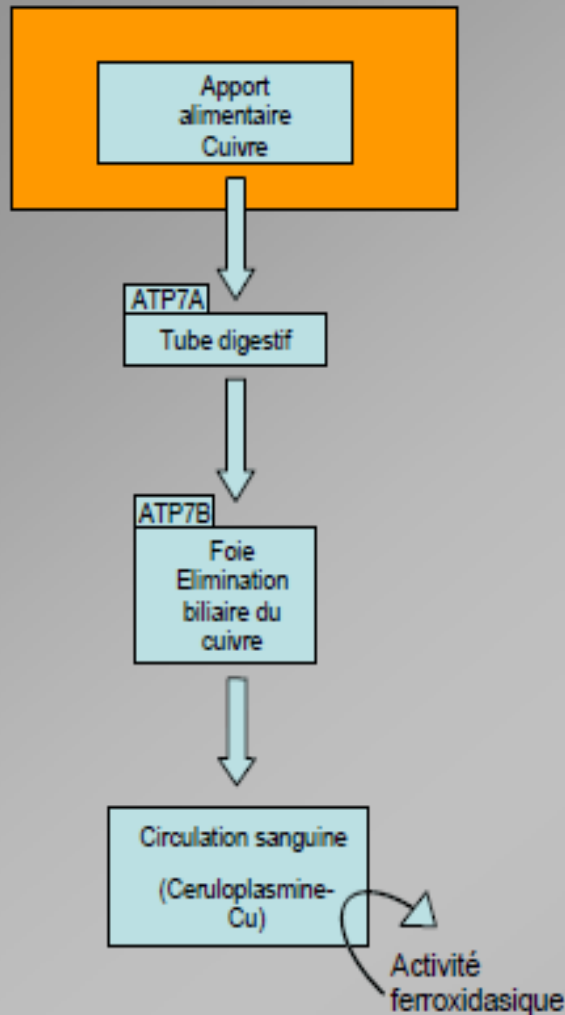
- Le Cuivre est impliqué dans les *défenses immunitaires* et la production d'anticorps.
- Indispensable à *la formation du sang*, à la *pigmentation*,
- Indispensable au *développement normal* du fœtus. Très important à la formation de la masse osseuse (réduit les risques d'ostéochondrose).
- Contribue à la *synthèse des fibres d'élastine* dont dépendent les vaisseaux et les tendons.

# Variations pathologiques

## 1. Carence en cuivre



## 2. Toxicose cuprique:



Exceptionnelle

### Intoxication aiguë

- Empoisonnement accidentel lié à la contamination de l'alimentation par le cuivre de la vaisselle
- Tentative de suicide

troubles digestifs avec nausées, diarrhée, gout métallique dans la bouche, hématurie ou anurie et ictère

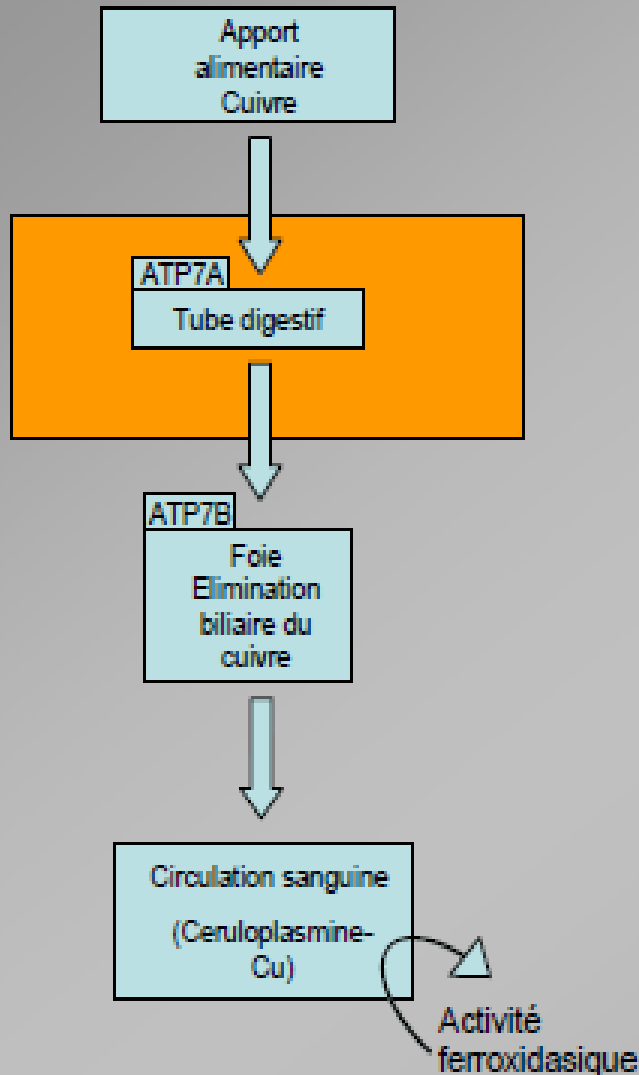
### Toxicoses cupriques chroniques

- toxicose cuprique idiopathique (ICT)
- cirrhose indienne de l'enfant (ICC)
- cirrhose tyrolienne infantile endémique (ETIC)



Prédisposition héréditaire majorant l'intolérance à cet excès d'apport

### 3. Maladie de Menkès



liée à l'X, déficit en cuivre

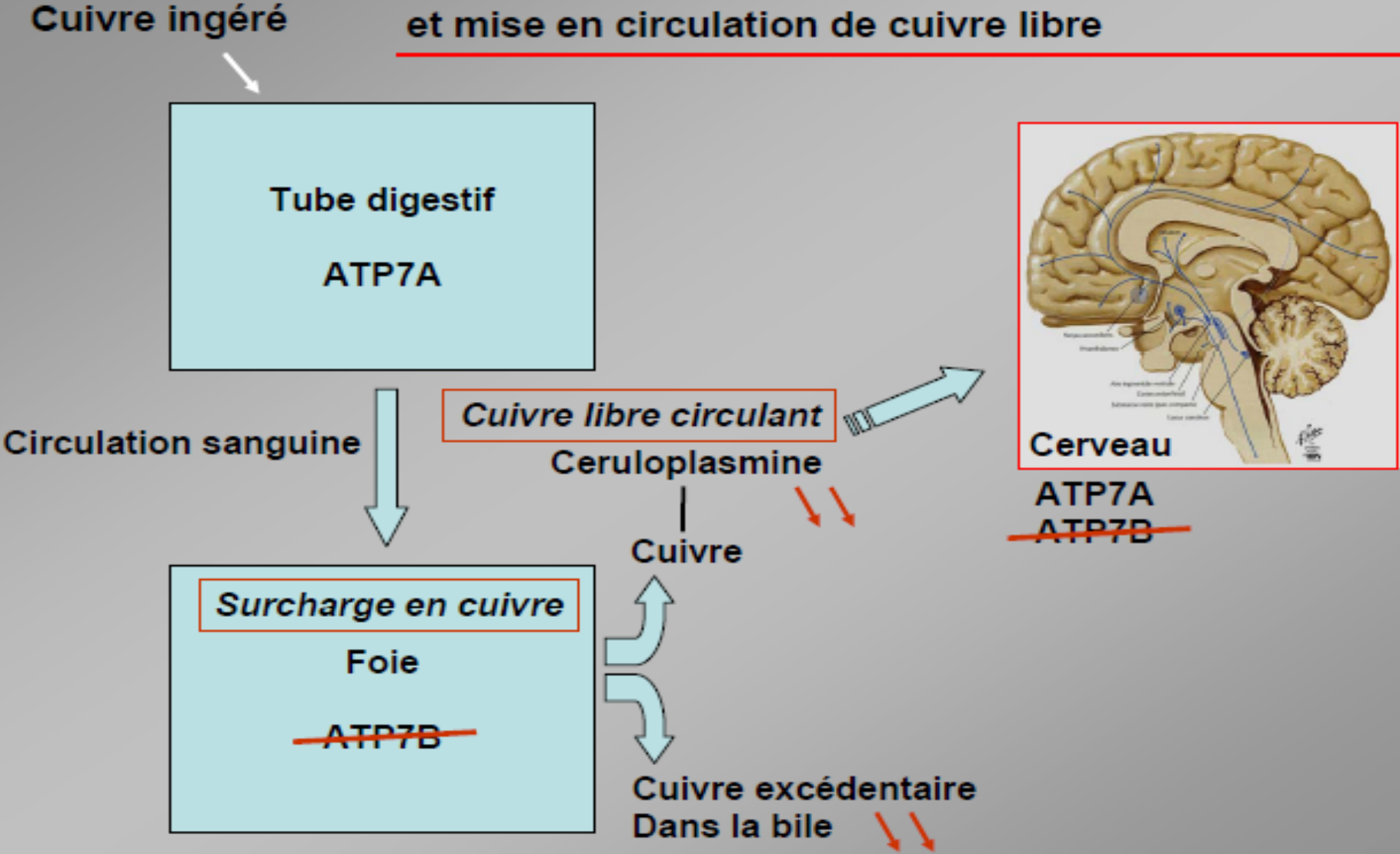
- Cheveux secs et cassants
- Hyperlaxité ligamentaire
- Hypopigmentation
- Hypothermie
- Retard de croissance
- Symptômes neurologiques associent crises d'épilepsie, hypotonie et retard mental
- Anévrysmes artériels, hémorragies cérébrales

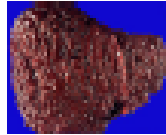
Traitement: cuivre-histidine par voie parentérale  
= efficacité transitoire et limitée

## 4. Maladie de Wilson:

- La maladie de Wilson est une maladie héréditaire rare, de transmission autosomique récessive
- Elle correspond à un trouble de l'excrétion du cuivre dû à **une mutation du gène *ATP7B***
- Cette affection est caractérisée par une accumulation progressive de cuivre dans l'organisme et principalement dans le foie, le système nerveux central et la cornée.

**Maladie de Wilson : Trouble de l'élimination du cuivre et mise en circulation de cuivre libre**





- IHC fulminante
- hépatite aiguë
- hépatite chronique
- cirrhose

**Hépato**

- anneau KF
- cataracte
- rétinopathie\*

**Ophthalmo**

- dystonie
- ataxie
- syndrome Park
- tremblement
- choréo-athétose
- dysarthrie
- épilepsie (6%)
- ophthalmoplégie
- synd frontal
- pseudo-démence

**Neuro**

- ostéoporose
- ostéomalacie
- arthralgies

**Rhumato**



- tubulopathie
- hématurie
- synd néphrotique\*

**Néphro**

- aménorrhée
- gynécomastie
- retard pubertaire

**Endocrino**

**Cardio**

**Hémato**

- arythmie
- cardiomyopathie
- mort subite

- anémie hémolytique\*

**Psycho**

- trb personnalité
- trb comport'
- dépression
- anxiété
- délire/hallucin°

Septembre 05



# Diagnostic de Maladie de Wilson

**Bilan Biologique**



Cuprurie des 24h

Augmentée



- Céruloplasminémie

- Cuprémie

diminuée

**Examen ophtalmologique : lampe à fente**



Anneau de Kayser Fleischer

**IRM cérébrale**



**Prélèvement génétique**



## Traitement

- Chélateurs du cuivre (D-pénicillamine, trientine) et/ou sels de zinc
- Transplantation hépatique si indication après échec de la D-pénicillamine
- Enquête familiale +++ dès l'âge de 3 ans pour dépister des formes précliniques (examen ophtalmologique et dosages biologiques, voire biopsie)

# Manganèse

- Le manganèse (symbole Mn) compte parmi les oligo-éléments essentiels.
- Le corps humain en renferme entre 12 et 20 mg, répartis principalement dans le foie, les reins et le pancréas

# Sources alimentaires de manganèse:

- Le manganèse est présent en quantité plus élevée dans les aliments **d'origine végétale**, en particulier les fruits à coque, les produits céréaliers, les légumes secs, certains fruits et légumes frais.
- Les aliments d'origine animale qui en sont le plus riches sont **les mollusques**.
- Parmi les boissons, **le thé** contribue aux apports.

# Rôles dans l'organisme:

- Le manganèse entre dans la structure de nombreuses enzymes, en particulier la superoxyde dismutase impliquée dans les **défenses anti-oxydantes**.
- Il est essentiel au **métabolisme des acides aminés, des lipides et des glucides**.
- Il **participe à la production de l'insuline**
- Des travaux récents montrent que le manganèse **participe à la formation osseuse**. Il aurait un effet protecteur de l'os.

# Carence en manganèse

- La carence en manganèse n'est pas observée chez l'humain.
- L'organisme est capable de s'adapter à des apports très variables, en ajustant la quantité assimilée au niveau de l'intestin ou en éliminant l'excédent dans les selles via la bile.

# Excès en manganèse

- L'excès de manganèse est toxique pour le système nerveux.
- Les jeunes enfants y seraient particulièrement sensibles : plusieurs études montrent que la consommation d'une eau apportant 0,24 mg de manganèse par litre pendant au moins trois ans, entraîne de moins bonnes performances scolaires.
- Chez l'adulte, l'excès chronique pourrait se traduire par la maladie de Parkinson.

# Le silicium

## Caractéristiques générales

- Le silicium (symbole Si).
- Dans la nature, c'est un constituant de l'écorce terrestre.
- Au sein des aliments et des boissons, il est présent sous forme de dioxyde de silicium ou de **silicates**.
- Dans l'organisme humain, il se situe principalement au niveau des **tissus conjonctifs** : trachée, tendons, os, peau



# Sources alimentaires

- On trouve du silicium principalement dans les céréales complètes (riz, blé), dans certaines eaux minérales, et en bonne quantité dans la bière.

# Rôles du silicium dans l'organisme

- Le silicium est indispensable à la **fixation du calcium et du magnésium** dans l'organisme.
- Il potentialise également l'action du zinc et du cuivre. Au fil du temps, la quantité dont dispose le corps humain diminue progressivement, de manière irréversible.
- Il est donc recommandé de lui en apporter davantage au travers de l'alimentation ou sous forme de compléments alimentaires.

# Rôles du silicium dans l'organisme

- Le silicium joue également un rôle incontournable dans le mécanisme de **défense naturelle de l'organisme**.
- Il contribue à régénérer et à restructurer les **fibres d'élastine** et de **collagène**.
- Il aide à construire et à solidifier la structure même de l'organisme. Il soutient le **tissu conjonctif** et le **tissu reticulo-endothelial**.
- Le silicium favorise l'**assouplissement des artères** et contribue ainsi à leur bien-être.

# Carence et toxicité

- Le déficit en silicium n'est pas décrit chez l'être humain
- l'usage durant plusieurs années de médicaments anti-acides contenant du trisilicate de magnésium a induit dans quelques cas le développement de **calculs rénaux contenant des silicates**
- L'inhalation chronique de silicium, qui concerne certaines professions : travail dans les mines, la métallurgie, la production de verre ou de céramique... expose à une maladie des poumons, **la silicose**.

# Le sélénium

## **Caractéristiques**

Il a des propriétés anti-inflammatoires et anti-oxydantes.

Il intervient dans la synthèse de l'ADN, des hormones thyroïdiennes et des phospholipide membranaires

indispensable au maintien de l'intégrité des membranes cellulaires

# *Le sélénium*

## Besoins et sources

- Les besoins d'un adulte: 50 à 200µg/j
- L'homme ne synthétise pas de sélénium, il doit le trouver dans les végétaux cultivées sur **sols sélénifères** .
- Le sélénium est riche dans **les aliments protéiques** (viandes, poissons, crustacés, abats, œufs, céréales, etc.)
- L'apport en sélénium dépend de la teneur des sols et varie beaucoup selon les zones géographiques

# Rôle du sélénium dans l'organisme

- Le sélénium est nécessaire à l'activité de la **glutathion peroxydase**
- La glutathion peroxydase est présente dans les **liquides extracellulaires** et dans les cellules au niveau du **cytosol** et des **mitochondries**.

# Rôle du sélénium dans l'organisme

- il assure la transformation des hydroperoxydes organiques, lipidiques notamment, de type ROOH en ROH



# Rôle du sélénium dans l'organisme

- Le sélénium intervient dans le métabolisme des hormones thyroïdiennes.
- Protection cardio-vasculaire
- Stimule le système immunitaire.
- la lutte contre le vieillissement cellulaire.
- L'administration de sélénium pourrait de plus diminuer la toxicité de certains autres éléments comme l'arsenic, le cadmium, le mercure, le plomb et le platine.

# *Variations pathologiques*

## *1-Diminution du sélénium* < 0,75 µmol/L

- Une diminution de la séléniémie s'observe dans de nombreuses pathologies (en particulier dénutrition, nutrition parentérale, malabsorption, cirrhose, insuffisance rénale chronique, insuffisance immunitaire, infections virales).
- Une valeur effondrée (<0,40 µmol/L) est retrouvée dans les maladies de Keshan (cardiomyopathie) et de Kashin-Beck (ostéoarthropathie).

## 2-Augmentation du sélénium

- s'observe lors d'intoxication ou de traitement supplétif.
- Chez l'homme, les intoxications au sélénium sont rares ; Toxique au delà de 500  $\mu\text{g}$  par jour
- Les principaux signes cliniques observés lors d'intoxication chez les ouvriers exposés à des fumées riches en sélénium sont des irritations bronchiques et dermiques, des troubles gastro-intestinaux et une odeur spécifique de la peau et de l'haleine (odeur d'ail).

**LE FER**

# Introduction

Le fer est présent dans toutes les cellules de l'organisme et nécessaire à toute forme de vie.

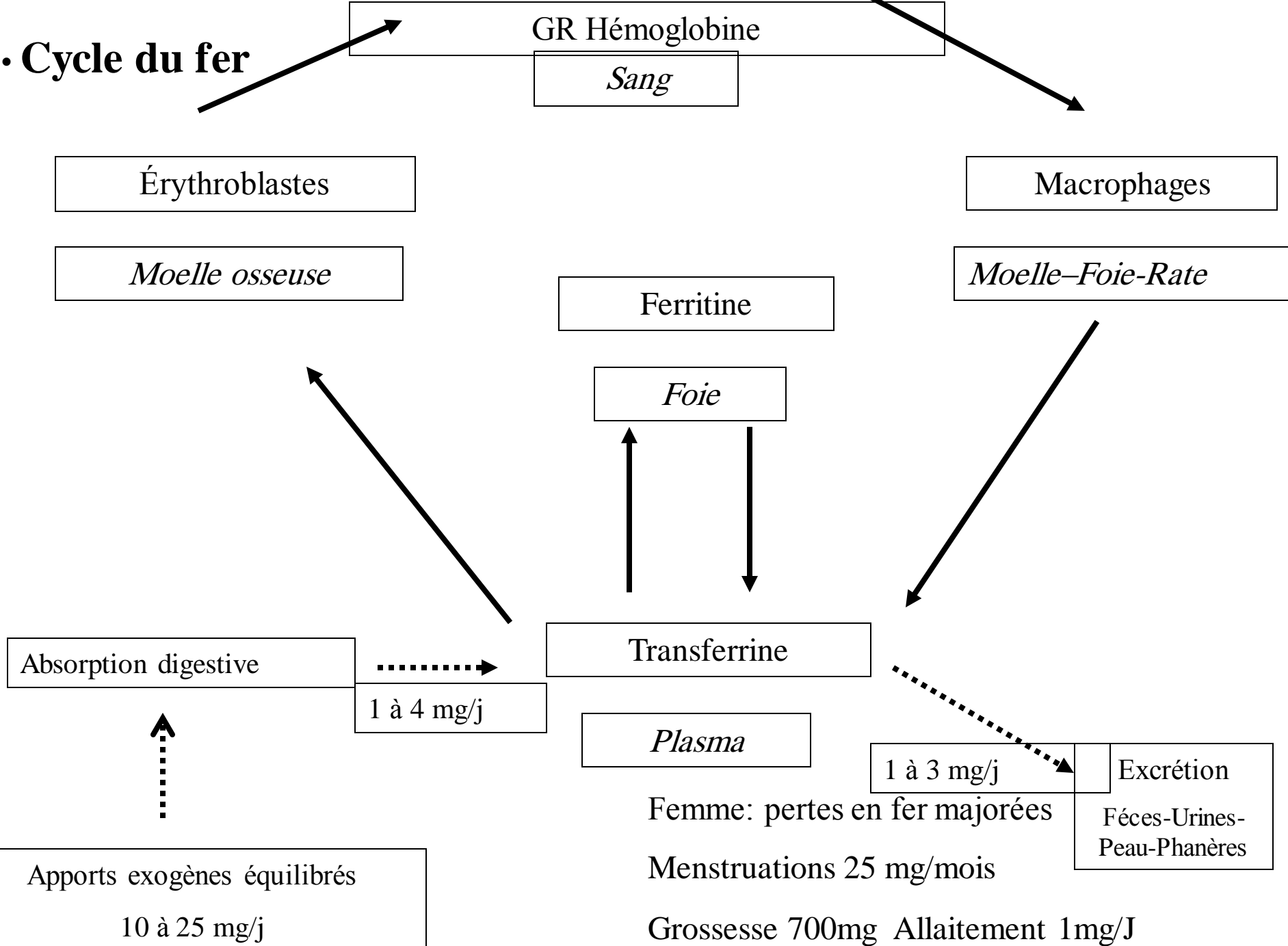
C'est un élément constitutif essentiel de l'hémoglobine, de la myoglobine et de diverses enzymes.

il participe dans le transport de l'oxygène aux tissus, le transport des électrons dans la chaîne respiratoire et la synthèse de l'ADN.

# répartition du fer dans l'organisme

- La quantité totale du fer dans l'organisme est de 3 à 5 g. Il existe sous deux formes :
  - Fer **héminique** ( $\text{Fe}^{++}$ ): hémoglobine, myoglobine, enzymes
  - Fer **non héminique** ( $\text{Fe}^{+++}$ ) : plasmatique (transferrine) et réserve (ferritine)
- Le fer hémoglobinique représente 70% du fer.

# • Cycle du fer



# Absorption du fer

- **Fer non héminique :**
  - Elle a lieu dans le duodénum et à un degré moindre dans le jéjunum.
  - Le taux d'absorption lors d'un régime équilibré est d'environ 10% pour couvrir les pertes.
  - L'acide ascorbique (vit C) favorise l'absorption du fer non héminique alors que le thé et le café l'inhibent fortement.



# Absorption du fer

- **Fer non héminique :**

- ❖ Deux protéines contrôlent cette absorption :

- le DMT1 (transporteur membranaire de  $Fe^{2+}$ )

- l'hépcidine est une hormone qui inhibe l'absorption du fer par le duodénum et son relargage des macrophages

# Absorption du fer

- **Fer héminique** : retrouvé exclusivement dans les aliments d'origine animale.
- Le fer héminique représente les  $\frac{2}{3}$  du fer absorbé alors qu'il ne constitue que le  $\frac{1}{3}$  des apports.
- **Dans tous les cas l'organisme n'absorbe que la quantité de fer dont il a besoin.**

# Transport du fer dans le plasma

- Le fer provenant des entérocytes (5%) et le fer provenant de l'hémolyse (95%) sont pris en charge par la **transferrine** vers les lieux d'utilisation ou de stockage.
- Chaque molécule peut transporter **deux molécules** de fer à l'état ferrique. (CS) à 33%.
- La synthèse de la transferrine par l'hépatocyte est fonction de la **quantité de fer** dans la cellule. Une diminution des réserves est responsable d'une augmentation de la synthèse de la transferrine et inversement dans les surcharges.

# Réserves en fer de l'organisme

- Les réserves représentent à peu près 35% du fer total de l'organisme sous deux formes :
- **La ferritine** : est une protéine pouvant renfermer jusqu'à 4500 atomes de fer à l'état ferrique. C'est une forme hydrosoluble de stockage du fer qui est facilement mobilisable
- **L'hémosidérine** : serait une forme dégradée de la ferritine. C'est la forme stable de réserve martiale qui ne libère son fer que très lentement.
- Le foie est le principal organe de réserves.

## Exploration

### Prélèvement

### Dosage du fer sérique

Une hyposidérémie est observée dans les carences martiales et dans les syndromes inflammatoires

### Dosage de la transferrine

mesure la capacité totale de fixation du fer

CS = 30% à 40%. Il diminue dans les carences martiales

### Dosage de la ferritine

### L'hémogramme

# Variations pathologiques

- 1/ **Carences en fer** :
  - carence d'apport
  - pertes sanguines
- Elle se traduit par une anémie par manque de fer.
- Lorsque les réserves en fer sont épuisées, l'hémoglobine ne peut plus être synthétisée et les érythrocytes sont **hypochromes** (contenant peu d'hémoglobine).
- La concentration plasmatique de ferritine diminue alors que celle de la transferrine augmente.

# Variations pathologiques

- 2/ l'anémie inflammatoire
  - Le fer est séquestré dans les macrophage.
  - les réserves en fer sont normales ou augmentées.

# Variations pathologiques

- 2/ **Hémochromatose** :

c'est la conséquence d'une surcharge de l'organisme en fer.

Le fer se dépose dans différents organes sous forme d'hémosidérine.

Les organes touchés sont essentiellement le foie, le pancréas et le cœur.

Ceci peut conduire à une **cirrhose hépatique**, à un diabète sucré et à une insuffisance cardiaque.



**éviter la ré-accumulation  
du fer**

Saignées à vie