Les minéraux et vitamines

Pour information, le référentiel du BTS Diététique et Nutrition précise les points à étudier pour les minéraux et les vitamines:

- rôles
- situations de surcharge/déficit/carence
- interactions/biodisponibilité
- VNR (ordre de grandeur)
- sources
- avec l'étude plus particulière de:

→ **calcium, phosphore, (magnésium), fer, potassium et sodium/sel**
→ **vitamines C, B9, B12, A et D**

Sont donc présentés dans ce cours uniquement ces micronutriments .
Vous pouvez trouver l'ensemble des RNP, et rôles des micronutriments ici:
👉 RNP vitamines et minéraux ANSES

Conseil: élaborez un tableau avec les principaux micronutriments afin de synthétiser les éléments essentiels

A- LES MINERAUX

Voici les RNP/AS des principaux minéraux pour les adultes bien-portants (ANSES 2016)

Calcium mg	De 18 à 24 ans 1000 A partir de 25 ans 950
Phosphore mg	550 (AS)
Magnésium mg	Hommes 380 (AS) Femmes 300 (AS)
Fer mg	Hommes 11 Femmes pertes menstruelles faibles à modérées 11 Femmes pertes menstruelles importantes 16
Potassium mg	3500 (AS)
Sodium mg	1500 (AS)

Les minéraux et vitamines

I/ Le calcium

ANSES:
“Le calcium est le minéral le plus abondant de l’organisme - 1 à 2 % du poids corporel - et se trouve principalement dans le squelette qui contient 99 % du calcium corporel.
Le calcium joue un rôle clé dans:

- la **minéralisation et la structure du squelette**.
- Il est nécessaire à de nombreuses fonctions biologiques telles que l’**excitabilité neuromusculaire**, la **coagulation sanguine**, la perméabilité membranaire, la libération d’hormones, l’activation d’enzymes et la signalisation cellulaire.

La calcémie est finement régulée en lien avec les réserves osseuses. La régulation du métabolisme calcique est caractérisée par un contrôle de l’absorption intestinale et de l’excrétion urinaire, ainsi que de la résorption et la formation de la matrice osseuse. L’absorption du calcium est positivement influencée par le statut en vitamine D.
Une réduction de la masse osseuse due à une insuffisance d’apport ou une malabsorption du calcium entraîne des atteintes squelettiques telles que l’ostéoporose ou l’ostéomalacie et augmente le risque de fractures.”

1. **Absorption**

L’absorption du calcium a lieu principalement dans le duodénum, lorsque le calcium est sous forme soluble et ionisé.
La vitamine D a un rôle essentiel dans l’absorption du calcium.
A l’inverse, le magnésium, dont l’absorption est compétitive avec celle du calcium, la limite.
Pour cette raison : un rapport de Ca/Mg de 2 est conseillé.
Les phosphates sont également importants pour l’assimilation du calcium, bien qu’ils soient souvent complexés ensemble dans l’alimentation, le rapport Ca/P devrait être entre 0,7 et 1. De nos jours, il est plutôt de 0,5 suite à un apport excessif en phosphates, ce qui favorise la résorption osseuse, phénomène amplifié en cas de déficit calcique via l’alimentation.

Facteurs favorisant l’absorption du calcium

- Vitamine D
- Rapport Ca/P proche de 1
- Acides organiques contenus dans les végétaux: acides malique, citrique, lactique
- protéines animales
- lactose

Facteurs freinant l’absorption du calcium

- Acide phytique: présent dans les céréales complètes, légumineuses, cacao
- Acide oxalique: présent dans certains végétaux (épinards, oseille), cacao
- Les sulfates: augmentent l’élimination du calcium dans les urines
- Excès de phosphore
- Excès de sodium: augmente l’élimination urinaire du calcium
- Caféine: idem + légère diminution de l’absorption

2. **Carences**

A long terme, le risque d'une carence en calcium est l'ostéoporose qui correspond à une perte de densité et de qualité de l'os (altération de la microarchitecture de l'os).
Le risque de fractures est alors plus élevé.
Les facteurs de risque sont:

- le vieillissement (dès 35-40 ans)
- la ménopause (baisse des oestrogènes)
- carence en calcium et/ou vit D
- grossesse, allaitement
- sédentarité
- tabagisme
- consommation excessive d'alcool

La prévention repose sur sur des apports suffisants surtout lors de la croissance afin de constituer un "bon capital calcium".

3. **Sources**

- produits laitiers: consommés selon les recommandations, couvrent environ ⅔ des besoins
- le reste sera apporté par les fruits et légumes, les légumineuses, les graines oléagineuses et, selon sa composition, l'eau de boisson

Attention: vigilance particulière pour les enfants/adolescents et femmes enceintes/allaitantes qui ne consommeraient pas de produits laitiers (aversion ou végétalisme par ex)

II/ Le phosphore

ANSES:
"Le phosphore existe dans l'organisme sous forme de phosphates, notamment de calcium et de potassium. Chez l'adulte, environ 85 % du phosphore se situe dans les os et les dents.
Le phosphore est impliqué dans de nombreux processus physiologiques tels que la mise en réserve et le transport de l'énergie, la régulation de l'équilibre acidobasique de l'organisme et de la signalisation cellulaire, la minéralisation osseuse et dentaire. De plus, c'est un composant essentiel des membranes biologiques.
La carence en phosphore est rarement due à un déficit d'apport mais plutôt à des troubles métaboliques, à une septicémie, à l'alcoolisme chronique ou à des traumatismes majeurs. Les signes cliniques de la carence sont très variables. Parmi eux, on peut citer l'anorexie, l'anémie, la faiblesse musculaire, les douleurs osseuses, le rachitisme chez l'enfant et l'ostéomalacie chez l'adulte"

1. **Interactions et absorption**

Le phosphore présent dans les produits végétaux est moins bien absorbé (car sous forme de phytates) que celui présent dans les produits animaux.
Le rapport Ca/P est important, surtout pour éviter de diminuer la fixation du calcium

2. **Sources**

→ animales (mieux absorbé): produits laitiers, poisson, oeuf, viande
→ végétales (moins bien absorbé car sous forme de phytates): céréales, légumineuses, graines oléagineuses

De par ses nombreux rôles, le phosphore est essentiel à l'organisme mais une carence est rare.
Il faut surtout veiller à l'excès qui peut avoir un impact sur la santé osseuse.
Attention aux grands consommateurs de soda et/ou de produits transformés dans lesquels on peut trouver du phosphore (sous forme d'additifs phosphatés)

III/ Le magnésium

ANSES:
"A l'âge adulte, le corps humain contient environ 25 g de magnésium dont environ 50 à 60 % sont localisés dans les os et 25 % dans les muscles. Le magnésium extracellulaire ne représente que 1 % du magnésium corporel. Ce minéral intervient dans plus de trois cents systèmes enzymatiques. Il est impliqué dans de nombreuses voies métaboliques et fonctions physiologiques telles que :

- la production d'énergie et les réactions impliquant l'ATP (adénosine triphosphate), notamment dans les métabolismes intermédiaires des glucides, lipides, acides nucléiques et protéines ;
- le maintien du potentiel de membrane des cellules, le transport ionique, la régulation de flux de potassium ;
- le métabolisme du calcium"

→ comme vous le voyez, les rôles du magnésium sont très nombreux. En effet, il active plus de 300 enzymes, on dit que c'est un co-facteur enzymatique.

Simplifions un peu, pour retenir l'essentiel:

1. **Les rôles**

Le magnésium participe à:

- production et transport d'ATP (énergie)
- contraction et relaxation musculaire (peut limiter les crampes par ex)
- modulation excitabilité neuronale (système nerveux, favorise l'équilibre)
- régulation rythme cardiaque
- métabolisme du calcium (santé osseuse)
- système immunitaire
- régulation glucose

2. **Carences**

De nombreuses personnes en France ont un apport faible en magnésium, sans parler de véritable carence.
L'alimentation actuelle élimine les principales sources de cet élément (aliments raffinés principalement).
De plus, l'utilisation d'engrais riches en potassium diminue la fixation en magnésium par les végétaux.

Il n'y a pas de symptômes spécifiques suite à une carence en magnésium mais une association de divers troubles permet d'émettre le diagnostic: hyperémotivité, tremblements, céphalées, vertiges, insomnies, oppression laryngée, spasmophilie (fourmillement, picotement, crampe, tétanie...), troubles gastro-intestinaux et/ou rénaux, troubles trophiques (fragilité des ongles, des cheveux, des dents) et hyperexcitabilité neuromusculaire.
Les sujets âgés sont à risque d'hypomagnésémie par diminution de l'absorption et augmentation des pertes rénales.
La prise de contraception orale peut favoriser un déficit magnésique.
Enfin, pour la femme enceinte, une carence peut induire des vomissements en début de grossesse ainsi que des contractions douloureuses de l'utérus et des crampes.

3. **Interactions et absorption**

L'absorption du magnésium est de l'ordre de 30 à 50% selon les sources alimentaires.
Il existe une compétition entre le magnésium et le calcium concernant un transporteur membranaire.
Un excès de calcium peut donc limiter l'absorption du magnésium, ainsi que la présence de phytates ou d'oxalates.

4. **Sources**

- **c**éréales complètes, légumineuses, graines oléagineuses, cacao
- fruits et légumes séchés, puis frais, au vu des quantités recommandées de consommation
- dans une moindre mesure: céréales raffinées, poisson, viande, produits laitiers

Une des sources les plus efficaces est l'eau de boisson (Mg déjà dissous, bien absorbé)

IV/ Le fer

La quantité de fer dans l'organisme est faible (3 à 4g) mais finement contrôlée car l'organisme ne sait que peu l'éliminer de façon active. Il sera donc majoritairement recyclé.

Le fer est réparti dans l'organisme de la façon suivante:
- environ 70% dans l'hémoglobine
- environ 3% dans la myoglobine (muscles)
- environ 25% de réserves dans le foie, la rate, la moelle osseuse
- le reste: fer enzymatique et fer circulant

- **Rôles**

Le rôle majeur du fer, en tant que constituant de l'hémoglobine, est le **transport et l'utilisation des gaz sanguins**, l'oxygène en particulier.
Il permet également:
- le stockage de l'oxygène dans les muscles (myoglobine)
- la production d'ATP
- participation à de nombreuses réactions enzymatiques

Les minéraux et vitamines

2. Les 2 formes de fer dans les aliments

- **le fer héminique** (sous forme Fe2+): il est lié à une molécule d'hème dans l'hémoglobine ou la myoglobine, et se trouve donc **uniquement dans la chair animale** dont il constitue entre 15 et 80% du fer présent.
- **le fer non héminique** (sous forme Fe2+ ou Fe3+): il n'est pas lié à une molécule d'hème. On le trouve **dans la plupart des aliments**.

3. Absorption

L'absorption est dépendante du statut en fer de l'organisme: en cas de carence, le CUD peut augmenter.

- le fer héminique est le mieux absorbé: son CUD est de 15 à 25% (selon les auteurs)
- le fer non héminique est moins bien absorbé: CUD inférieur à 5%

S'il est sous forme Fe3+, il doit, en plus, être d'abord transformé en Fe2+

L'absorption du fer héminique ne sera pas dépendante des autres composants de l'aliment ou du repas. Pour le fer non héminique, différents facteurs peuvent par contre influer sur son absorption:

Facteurs favorisant l'absorption du fer non héminique

- Vitamine C (transforme Fe3+ en Fe2+)
- Protéines animales ("meat factor")
- Certains acides organiques: citrique, lactique (aliments fermentés par ex)

Facteurs freinant l'absorption du fer non héminique

- Phytates
- Polyphénols
- Calcium (effet de compétition)
- Acide oxalique

4. Carences

Une carence d'apport ou un défaut d'absorption et/ou d'utilisation peut amener à une anémie ferriprive (asthénie, essoufflement, pâleur, maux de tête, vertige...)
Les populations les plus à risque sont:

- nourrissons, enfants: besoin accru par la croissance (érythrocytaire entre autres)
- femmes enceintes: constitution des tissus foetaux et maternels, augmentation de la masse sanguine
- femmes et particulièrement adolescentes avec pertes menstruelles élevées
- personnes souffrant de saignements ou de mauvaise absorption pathologiques

5. Sources

Fer héminique

- viandes
- poissons et produits de la mer

Fer non héminique

- dans la plupart des aliments
- les + riches: légumineuses, graines oléagineuses, cacao
- Sources intéressantes: céréales complètes, certains légumes (épinard, oseille, asperge)

Attention, les teneurs seules ne seront pas suffisamment parlantes.
L'absorption est à prendre en compte et difficile à estimer car de nombreux facteurs entrent en compte

Exemple, en ne tenant compte que du CUD:

Quantité de fer absorbée dans une portion de **150g d'épinard appertisé égoutté:**

CIQUAL: 2,3mg/100g d'épinards
→ portion de 150g donc il y a 3,45 mg de fer dans la portion
Prenons un CUD de 5% (en réalité, il est bien moindre)
Sur les 3,45mg de fer dans la portion, on arrive à une absorption réelle de 0,17mg

Quantité de fer absorbée dans une portion de **120g de côte de veau grillée:**

CIQUAL: 1,3mg/100g de côte de veau
→ portion de 120g donc il y a 1,56 mg de fer dans la portion
Prenons un CUD de 20% (il est probablement un peu + élevé)
Sur les 1,56 mg de fer dans la portion, on arrive à une absorption réelle de 0,31mg

On voit ici que malgré:
- une teneur supérieure en fer dans les épinards
- une portion plus grande d'épinards

la quantité absorbée au final est + élevée dans la côte de veau

Une vigilance sera nécessaire lors d'une alimentation excluant tout ou partie des aliments d'origine animale.
Des aliments riches en fer seront à favoriser en les accompagnant d'aliments riches en vitamine C pour optimiser l'absorption du fer non héminique.

V/ Le potassium

ANSES:
"Le potassium joue un rôle fondamental dans la transmission nerveuse, la contraction musculaire et la fonction cardiaque. Il est également impliqué dans la sécrétion d'insuline, dans les métabolismes glucidique et protéique et dans l'équilibre acidobasique."

Les sources alimentaires de potassium sont nombreuses: végétaux, produits laitiers, cacao... et les apports sont largement couverts par l'alimentation.
La carence en potassium est donc causée par une augmentation des pertes ou une malnutrition.
Elle engendre: troubles du rythme cardiaque, crampes, fatigue et polyurie.

A l'inverse, un apport contrôlé en potassium sera nécessaire lors de certaines pathologies; insuffisance rénale chronique par ex.

VI/ Le sodium

Le sodium est naturellement présent dans la plupart des aliments.
On le trouve également sous une autre forme: le sel (sel de table ou ajouté lors de la préparation d'aliments)
Le sel est constitué de sodium (Na) et de chlore (Cl) → NaCl
Il contient 40% de sodium et 60% de chlore (important pour comprendre et comparer les teneurs en sodium et en sel).

1. **Rôles**

Ils sont, à nouveau, très nombreux:

- Equilibre hydrique (rôle majeur de régulation de la pression osmotique)
- Transmission de l'influx nerveux
- Contraction musculaire
- Absorption intestinale du glucose, des acides aminés, de l'eau
- Régulation de la pression artérielle

2. **Carence et excès**

Une carence en sodium n'est possible qu'en cas de pathologie (pertes anormales, excès d'eau...).
Par contre une consommation excessive est à risque de:

- hypertension artérielle
- AVC
- MCV
- Ostéoporose
- Pathologie rénale
- Rétention d'eau

3. **Recommandation et consommation**

Actuellement, la consommation de sodium est largement supérieure aux besoins.
Cette consommation importante de sel provient du sel d'assaisonnement mais aussi de plats préparés industriels souvent salés/trop salés.
Les recommandations actuelles sont donc d'essayer de diminuer la consommation de sel et non d'essayer d'atteindre les besoins, à l'inverse des autres micronutriments.

4. **Sources**

- sel de table
- aliments riches en sel: pain, charcuterie, fromage, plats industriels...

B- LES VITAMINES

Il existe 2 familles de vitamines:

- les vitamines hydrosolubles (solubles dans l'eau): vitamines du groupe B (B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9 et B12) et la vitamine C
- les vitamines liposolubles (solubles dans les lipides): vitamines A, D, E et K

Voici les RNP/AS des principales vitamines pour les adultes bien-portants (ANSES 2016)

C mg	110
B9 µg	330
B12 µg	4 (AS)
A µg équivalent rétinol	Hommes 750 Femmes 650
D µg	15 (AS)

I/ Vitamine C: acide ascorbique

1. Rôles

La vitamine C a de nombreuses fonctions dans l'organisme:

- antioxydant
- participe à la synthèse du collagène
- participe au fonctionnement du système immunitaire
- favorise l'absorption du fer non héminique
- participe à la cicatrisation
- intervient dans la synthèse de neurotransmetteurs

2. Carence

La vitamine C ne se stocke pas dans l'organisme.
Un apport quotidien est donc indispensable (d'où l'importance d'une consommation de fruits et légumes dont crus).

Une carence en vitamine C peut entraîner les symptômes suivants:

- fatigue
- baisse des défenses immunitaires
- saignement des gencives
- retard de cicatrisation

Une carence sévère peut mener au scorbut: oedèmes, hémorragies des muqueuses, déchaussement des dents, asthénie chronique pouvant aller jusqu'à la mort.
Afin que les besoins soient comblés, il faut être vigilant en cas de troubles digestifs (diarrhée par ex), lors de la croissance, en cas de tabagisme...

3. **Sources**

Les seuls aliments amenant de la vitamine C sont les fruits et légumes frais.
Ils seront à consommer en partie crus, la vitamine C étant sensible à la chaleur.
Quelques teneurs en vit C/100g (CIQUAL 2025)
Cassis 181mg, poivron rouge cru 121mg, chou frisé cru 120mg, kiwi 82mg, fruits rouges 77mg, orange 47mg

II/ Vitamine B9 = folates = acide folique

1. **Rôles**

- synthèse de l'ADN et l'ARN (matériel génétique et division cellulaire)
- formation des globules rouges
- croissance et renouvellement cellulaire
- développement du système nerveux du foetus
- intervient dans le métabolisme des acides aminés

2. **Carence**

- anémies macrocytaire/mégaloblastique donc fatigue, pâleur...
- troubles digestifs
- population particulièrement sensible: femme enceinte car une carence en vitamine B9 peut avoir un effet tératogène sur le foetus → ici, anomalie de fermeture du tube neural

3. **Sources**

jaune d'oeuf (159µg/100g); légumineuses, légumes verts à feuille, céréales complètes, levure de bière

III/ Vitamine B12: cobalamine

1. **Rôles**

- synthèse de l'ADN
- synthèse des globules rouges
- fonctionnement du système nerveux (maintien la myéline qui protège les nerfs)

2. **Carence**

- fatigue, pâleur, faiblesse
- troubles neurologiques: fourmillements mains et pieds, troubles de l'équilibre et de la marche, troubles de la mémoire…

La carence en vitamine B12 est possible en cas d'apports insuffisants (alimentation végétalienne) ou de problèmes d'absorption (atteinte de l'estomac ou l'intestin, manque de facteur intrinsèque nécessaire à son absorption)

3. **Sources**

La vitamine B12 se trouve dans les aliments d'origine animale (viande, poisson, oeuf, produits laitiers, abats).
Les aliments d'origine végétale n'en contiennent pas ou, lorsqu'ils en contiennent, elle se trouve sous une forme inactive.
Certains aliments d'origine végétale peuvent être enrichis et en contenir (céréales par ex).

IV/ Vitamine A

La vitamine A se trouve sous 2 formes dans les aliments:
- vitamine A: rétinol → uniquement dans les aliments d'origine animale
- provitamines A: beta carotènes principalement → essentiellement dans les aliments d'origine végétale, on en trouve également dans le lait et les produits laitiers ainsi que dans le jaune d'oeuf

→ 1µg de rétinol = 1µg ER (équivalent rétinol)
→ 1µg de beta carotène = 1/6µg ER (= 1/12 µg EAR équivalents d'activité rétinol, peu utilisé en France)

1. **Rôles**

- vision crépusculaire: synthèse de pigments rétiniens nécessaires à la vision en faible luminosité
- synthèse et intégrité des cellules épithéliales et tissus conjonctifs
- fonctionnement du système immunitaire
- croissance (dév des os, tissus, organes)
- synthèse progestérone et hormones stéroïdiennes
- antioxydant (carotènes)

2. **Carence**

- altération de la vision crépusculaire, sécheresse de la conjonctive
- altération de la peau et des muqueuses
- retard de croissance chez l'enfant
- baisse défenses immunitaires

La vitamine A peut se stocker, un excès est donc possible et entraîne: céphalées, atteinte du foie, douleurs osseuses. Un excès de rétinol lors de la grossesse est tératogène (malformations foetales).

3. **Sources**

Sources de rétinol
- lait, produits laitiers
- beurre
- abats
- jaune d'oeuf
- huiles de poisson

Sources de provitamines A
- légumes, fruits
- jaune d'oeuf, beurre

Certains végétaux ont des teneurs très élevées en béta carotènes:
carotte 13200µg, patate douce 10500µg, poivron 7000µg, épinard 5800µg
Le foie est très riche en rétinol (jusque + de 18000µg selon l'animal) et sera à éviter lors de la grossesse.
Rem: les produits laitiers à base de lait écrémé, ou 0% de MG, sont dépourvus de vitamines liposolubles, dont la A, car dépourvus de lipides

V/ Vitamine D

Il existe 2 formes de vitamine D dans les aliments:
- origine animale: vitamine D3 ou cholécalciférol
- origine végétale: vitamine D2 ou ergocalciférol (très peu d'aliments en contiennent et elle est moins efficace)

1. **Rôles**

- participe à la minéralisation des os et des dents: augmente l'absorption du calcium + sa fixation
- régulation de la calcémie
- intervient dans la régulation du système immunitaire
- participe à la différenciation cellulaire

2. **Carence**

→ rachitisme chez les enfants, ostéomalacie chez les adultes: décalcification osseuse
→ déficience à long terme: ostéoporose chez les sujets âgés, et les femmes ménopausées en particulier

3. **Sources**

- une **synthèse endogène** de vitamine D se fait à partir du cholestérol sous l'action des UV

→ cette synthèse dépend de nombreux facteurs et n'est pas efficace de la même façon selon les individus, l'endroit de vie, le port de vêtements, le temps passé en extérieur...
Elle semble actuellement peu efficace chez de nombreuses personnes.
Les nourrissons, enfants et personnes âgées sont très souvent supplémentés.

- **source alimentaire**: huile de foie de poisson, poisson gras, produis laitiers (selon teneur en lipides)

VI/ Fragilité des vitamines

Les vitamines sont plus ou moins fragiles: certaines sont sensibles à la chaleur (notamment C, B9 et E, dans une moindre mesure B1 et B2).
D'autres peuvent être sensibles à l'oxygène (oxydation) comme A, B9, C et D; ou même à la lumière comme C et A.

Les procédés de conservation, les étapes de fabrication, le stockage, les modes de cuisson pourront alors avoir des incidences sur les teneurs en vitamines des aliments.

Noms scientifiques des vitamines

Vitamines hydrosolubles	
B1	thiamine
B2	riboflavine
B3 ou PP	niacine
B5	acide panthoténique
B6	pyridoxine
B8	biotine
B9	acide folique
B12	cobalamine
C	acide ascorbique
Vitamines liposolubles	
A	rétinol
D	calciférol
E	tocophérol
K	phylloquinone