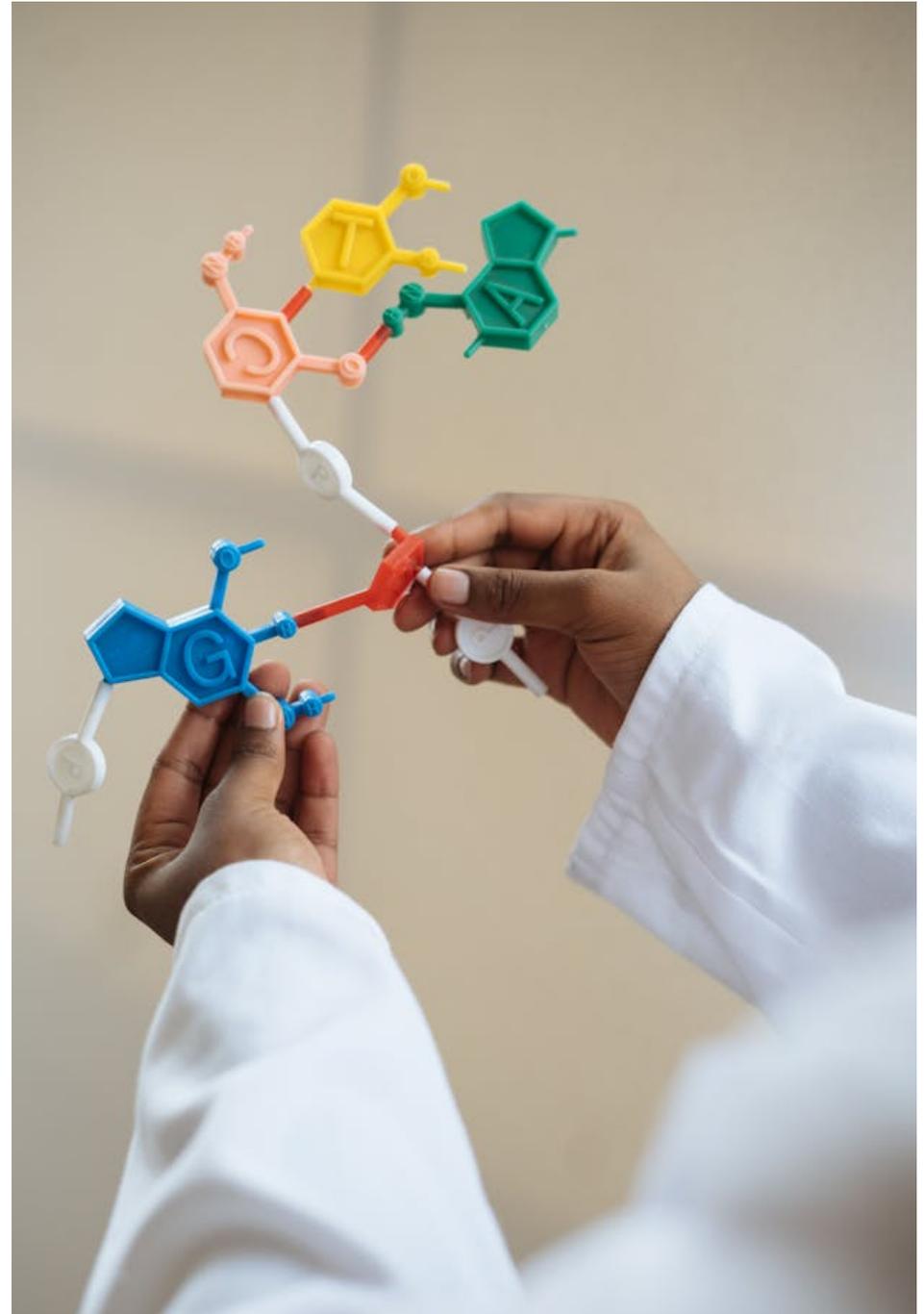


# *Les minéraux & Oligo-éléments*



*Matthieu Denais -2024*

# Rappels de Biochimie



# Définition

Les minéraux sont des **éléments inorganiques** (qui ne contiennent pas de liaison carbone-hydrogène) **essentiels** et nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme. Ces éléments représentent **4 à 5% de notre poids de corps**. Leur distribution corporelle n'est pas homogène et varie d'un minéral à l'autre. Ce sont des éléments n'ont **aucune valeur énergétique**.

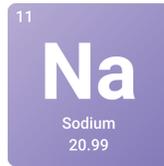
Les minéraux sont classés dans la catégorie des **micro-nutriments**. Ils se divisent en **2 catégories** : les **(sels) minéraux** et **oligo-éléments**. La principale différence entre ces deux sous-catégories réside dans la **quantité nécessaire à l'organisme**. Notre corps a besoin de sels minéraux en grandes quantités alors qu'il n'a besoin de que très petites quantités d'oligo-éléments. En outre, leurs **masses sont aussi bien différentes**. Les minéraux ont une masse inférieure à 1/10 000 du poids corporel alors que les oligo-éléments ont une masse 10x plus faible.

Tous ces minéraux ont pour point commun d'avoir un **rôle vital** pour l'humain au niveau physiologique et psychologique. A cela, on peut ajouter que ces différents éléments doivent être apportés par l'alimentation en quantité suffisante pour ne pas créer de déficit ou de carences dont les conséquences peuvent avoir des répercussions importantes sur la santé.

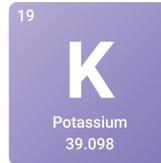
# Classification

## *LES SELS-MINÉRAUX*

▸ Sodium



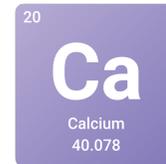
▸ Potassium



▸ Magnésium



▸ Calcium



▸ Phosphore



▸ *Chlore*

# Classification

## LES OLIGO-ÉLÉMENTS

▶ Chrome



▶ Fer



▶ Fluor



▶ Iode



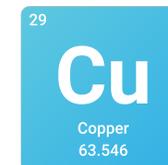
▶ Zinc



▶ Sélénium



▶ Cuivre



*Cobalt*

*Manganèse*

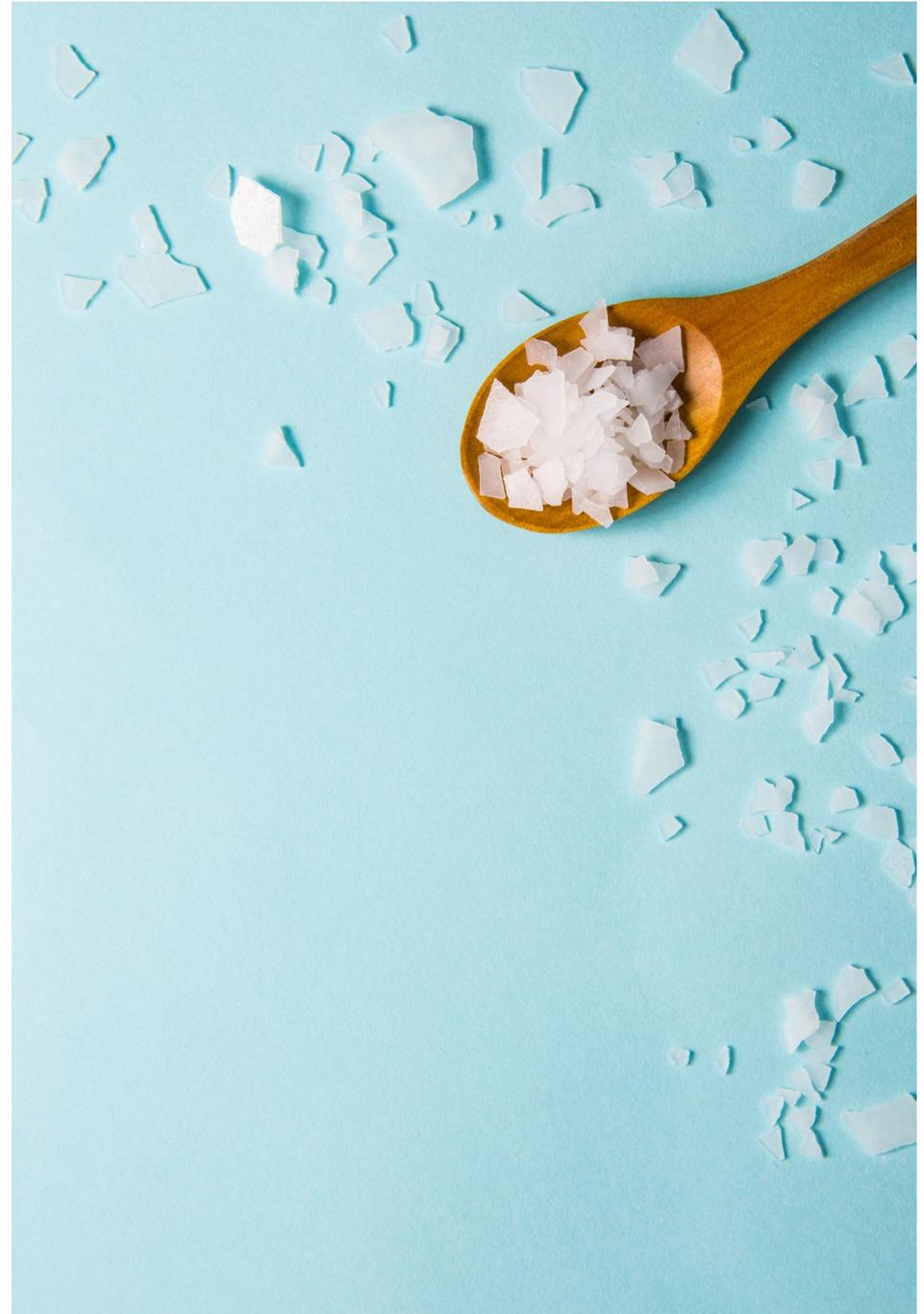
*Molybdène*

*Nikel*

*Vanadium*

*Etain*

# Les Minéraux



# Sodium

## *INFORMATIONS GÉNÉRALES*

- ▶  $\text{Na}^+$
- ▶ Le taux de sodium dans le sang s'appelle la Natrémie.
- ▶ Quantité totale dans le corps d'un adulte +/- 100g
- ▶ Les apports sont majoritairement associés au chlore sous la forme de chlorure de Sodium  $\text{Na}^+\text{Cl}^-$  mieux connu sous le nom de sel.
- ▶ Les pertes sont essentiellement urinaires. Les pertes par la sueur sont moins importantes sauf en cas de sudation intense liée à des conditions météo très chaudes ou à un effort physique important.

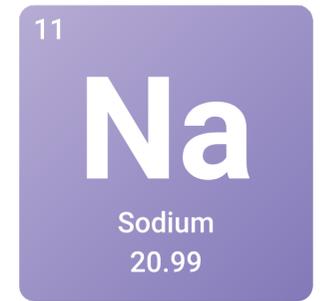
## *SOURCES*

- ▶ Sel de table
- ▶ Produits transformés
- ▶ Tous les produits salés
- ▶ Légumes : Betterave, navet, cresson celeri...
- ▶ Poisson
- ▶ Charcuterie
- ▶ Fromage
- ▶ Pain



# Sodium

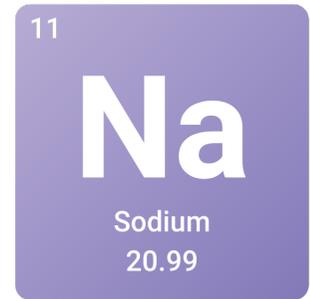
## *RÔLES*



- ▶ **Maintien de la pression osmotique** : entre les compartiments intra-cellulaire et extra-cellulaire.
- ▶ **Régulation de la pression artérielle** : Le niveau d'élimination ou de rétention au niveau rénale définit la pression artérielle.
- ▶ **Excitabilité du cœur** : le sodium permet la transmission des influx nerveux et donc la contraction des cellules du myocarde.
- ▶ **Contraction musculaire** : les flux de l'ion sodium dans les fibres musculaires produisent une polarisation/dépolarisation qui provoque la contraction du muscle.
- ▶ **Contrôle de l'équilibre acido-basique.**
- ▶ **Transport de molécules.** La pompe Na/K qui se trouve au niveau de la membrane cellulaire est un des moyens de transport le plus fréquent dans le corps. Elle permet notamment le transport du glucose.

# Sodium

## RECOMMANDATIONS ET APPORTS



$$1\text{g Na}^+ = 2,5\text{g NaCl} \leftrightarrow 1\text{g NaCl} = 0,4\text{g Na}^+$$

Dans la société moderne, les apports alimentaires en sodium sont trop importants. Le sel est présent dans la quasi totalité des plats transformés. Cette présence s'explique par la volonté de donner du goût ou alors pour faciliter la conservation. Un apport moyen est estimé à +/- 15g de sel par jour ce qui représente 6g de sodium. Ceci est d'autant plus problématique que la totalité du sodium ingérée est absorbée.

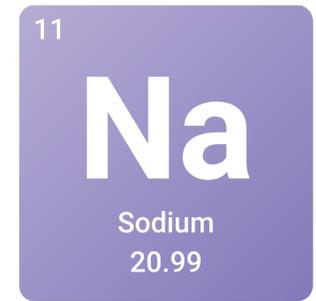
	Sodium	Sel
Adulte	1,5g/j	3,75g/j

Du fait de cet excès de consommation et des conséquences graves qui en découlent, notamment au niveau des maladies cardiovasculaires la consommation de sel est devenue un sujet de santé public avec des objectifs fixés par le PNNS4.

Les objectifs du PNNS4 sont : la diminution du sel dans le pain, étiquetage des articles à forte teneur en sel, réduction de la quantité dans les aliments transformés, suppression des salières dans les restaurants collectifs...

# Sodium

## *CARENCES ET EXCÈS*



### Carences

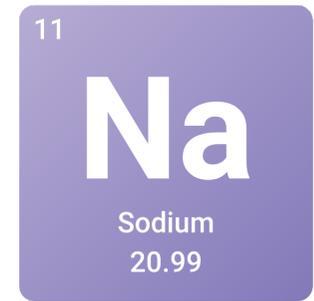
- Très rare. Elles trouvent leur origine lors d'un régime sans sel stricte ou en cas de pratique sportive très intense sans apport d'électrolytes. Les principaux risques sont
  - Des troubles neurologiques
  - Une faiblesse musculaire et des spasmes,
  - Des problèmes cardiaques.

### Excès

- Les excès sont très fréquents et sont présents chez de nombreuses personnes. Dans les cas les plus sérieux, les risques sont les suivants :
  - Déshydratation pouvant conduire à un coma,
  - Augmentation des risques cardio vasculaires,
  - Augmentation des risques d'Hypertension Artérielle,
  - Troubles rénaux.

# Sodium

## *DANS LE SPORT*



Le sodium est indispensable pour la contraction musculaire, pour le fonctionnement cardiovasculaire et pour l'équilibre acido-basique. Cela en fait un minéral indispensable à la pratique du sport.

Lors d'une pratique intense le principal risque lié au sodium est l'hyponatrémie. Il s'agit d'une dilution trop importante du sodium dans le corps. Ce phénomène se produit lorsque l'on va avoir une hydratation trop importante. Plusieurs facteurs favorisant peuvent être mis en cause :

- Effort de plus de 4h,
- En course, si l'on s'arrête boire en quantité à tous les ravitaillements alors que l'on s'hydrate déjà entre chaque,
- Sous-entraînement,
- Petit gabarit,
- Si on boit plus de 1,5L/h,
- Prise d'anti-inflammatoires non stéroïdien, d'ibuprofène ou d'aspirine
- Conditions climatiques chaudes et humides : ne favorise pas la transpiration

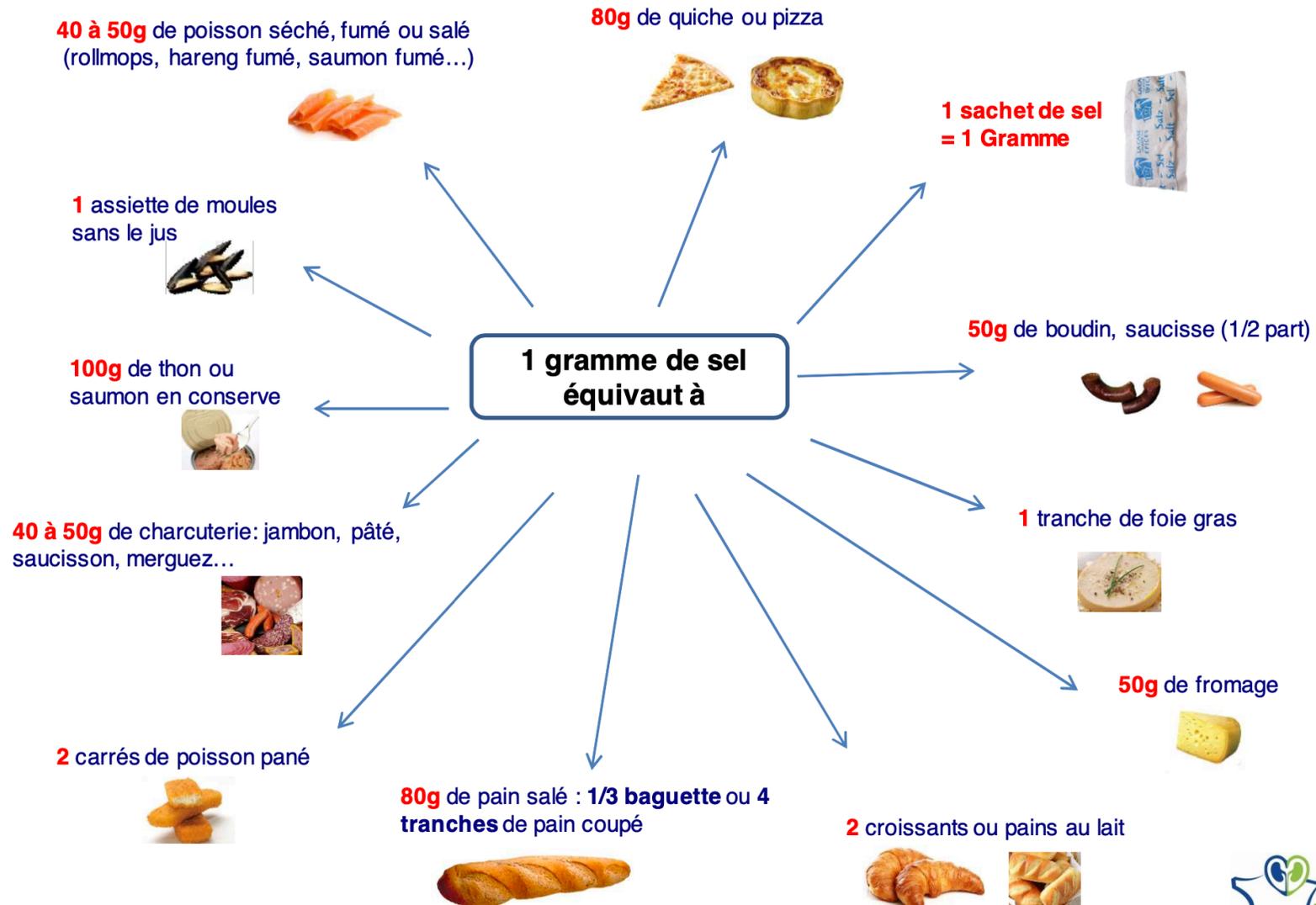
Il y a certaines choses à faire pour s'assurer d'avoir des apports corrects et suffisants au cours de l'effort :

- Vérifier la présence de Sodium dans vos boissons d'effort et les produits de nutrition que vous consommez
- Si vous faites maison : pensez à toujours ajouter une pincée de sel à vos boissons et produits de nutrition

Les pastilles de sel sont déconseillées. Elles auront souvent l'effet d'accentuer la déshydratation et de provoquer des troubles digestifs.

# Sodium

**SELON VOUS, QUELLES SONT LES ÉQUIVALENCES DE 1G DE SEL**



# Potassium



## *INFORMATIONS GÉNÉRALES*

- ▶  $K^+$
- ▶ Le taux de Potassium dans le sang s'appelle la kaliémie
- ▶ Quantité totale dans le corps d'un adulte +/- 150g
- ▶ La plus grande partie du potassium dans le corps se trouve dans les muscles (50%), les os (25%), les globules rouges, le foie...
- ▶ Les pertes sont essentiellement urinaires et régulées par plusieurs hormones dont l'aldostérone. Les pertes intestinales et par la sueur sont faibles.

## *SOURCES*

- ▶ Fruits : banane, figue et raisins secs, noix
- ▶ Légumes : épinards, potiron, persil
- ▶ Pomme de terre
- ▶ Légumineuses : pois
- ▶ Cacao / chocolat
- ▶ Viande : abats
- ▶ Poisson

# Potassium

## RÔLES



- ▶ **Maintien du volume intra-cellulaire.**
- ▶ **Contraction musculaire** : les flux de l'ion potassium dans les fibres musculaires produisent une polarisation/dépolarisation qui provoque la contraction du muscle.
- ▶ **Excitabilité nerveuse** : participe à l'établissement du potentiel de repos et d'action des tissus nerveux.
- ▶ **Régulation de la tension** : régule les échanges d'eau intra <> extra cellulaire.
- ▶ **Métabolisme glucidique et protéique** : il est nécessaire dans la chaîne de réaction menant à l'absorption de ces macronutriments.
- ▶ **Maintien de l'équilibre acido-basique.** Il est alcalinisant.
- ▶ **Transport de molécules.** La pompe Na/K qui se trouve au niveau de la membrane cellulaire est un des moyens de transport les plus fréquents dans le corps. Elle permet notamment le transport du glucose.

# Potassium

## *RECOMMANDATIONS ET APPORTS*



A date les apports moyens sont estimés entre 2000 et 6000mg/j. Tout le potassium consommé est absorbé par le tube digestif.

	Potassium
Adulte	4000 à 6000mg

Les carences et excès sont majoritairement dues à des causes iatrogènes.

- Carences
  - Faiblesse musculaire,
  - Paralysie,
  - Problèmes cardiaques.
- Excès
  - Arythmie cardiaque,
  - Fibrillation,
  - Arrêt cardiaque.

# Potassium

## *DANS LE SPORT*



Le potassium est un minéral essentiel et indispensable au sportif. Il intervient à de nombreux niveaux influant sur la pratique sportive et ce quelque soit le niveau de l'athlète. Les sportifs auront donc besoin de potassium pour assurer une contraction musculaire correcte, pour la transmission de l'influx nerveux, mais aussi pour le bon fonctionnement des métabolismes glucidiques et protéiques ainsi que l'équilibre acido-basique.

Il est possible d'avoir des carences à l'effort. La répétition des entraînements (quotidien, bi ou tri quotidien) peut mener à des pertes importantes de potassium par la transpiration et l'on sait que les principales pertes de potassium à l'effort viennent de là. Sur des efforts longs, on estime les pertes de potassium à 300-400mg/L de sueur. Cela peut donc représenter une très grande quantité de perte qu'il faut compenser.

Les conséquences de ces carences sont des vomissements ou des diarrhées à l'effort. Le problème est d'ailleurs majoré par ces symptômes qui eux aussi augmentent les pertes.

Le potassium joue également un rôle en post effort. Comme il a un impact important dans les métabolismes protéiques et glucidiques, apporter du potassium dans les ration de récupération permet d'avoir une meilleure régénération du stock de glycogène.

# Magnésium



## *INFORMATIONS GÉNÉRALES*

- ▶  $Mg^{2+}$
- ▶ Quantité totale dans le corps d'un adulte 20 à 30g . Dont 25% dans les muscles et 60% dans les os.
- ▶ Cofacteur d'au moins 300 enzymes du métabolisme énergétique et des processus de synthèse.
- ▶ Il est essentiellement éliminé par les urines. Une faible partie est éliminé par la sueur.

## *SOURCES*

- ▶ Légumineuses : lentilles, pois chiche...
- ▶ Légumes : surtout les verts foncés
- ▶ Oléagineux : noix, noisette, amandes...
- ▶ Céréales complètes (sarrasin +++)
- ▶ Pain complet
- ▶ Chocolat noir
- ▶ Fruits de mer
- ▶ Eaux (Hépar, Badoit)

# Magnésium

## RÔLES



- ▶ **Contraction musculaire** : il joue un rôle primordial dans la relaxation musculaire. Le magnésium permet une alternance fluide entre contraction et relâchement, essentielle pour un mouvement coordonné.
- ▶ **Transmission nerveuse** : Il aide à maintenir le potentiel de repos et facilite la propagation des potentiels d'action, les signaux électriques qui permettent la communication entre les neurones.
- ▶ **Métabolisme énergétique** : Le magnésium est un cofacteur de nombreuses enzymes impliquées dans la glycolyse et le cycle de Krebs, deux voies métaboliques clés pour la production d'énergie à partir des nutriments. Il facilite ainsi la transformation des glucides, des lipides et des protéines en énergie utilisable par l'organisme.
- ▶ **Synthèse du glycogène** : Il joue un rôle dans l'activation des enzymes impliquées dans cette synthèse.
- ▶ **Synthèse des protéines** : Le magnésium est impliqué dans la synthèse des protéines. Il participe à la lecture de l'ARN messager et à la formation des liaisons peptidiques entre les acides aminés.
- ▶ **Densité osseuse** : il est essentiel à la fixation du calcium dans les os. Il contribue à la minéralisation osseuse et à la prévention de l'ostéoporose.
- ▶ **Système immunitaire** : Il joue un rôle important dans la régulation de la réponse immunitaire. Il aide à moduler l'activité des lymphocytes et à réduire l'inflammation.

# Magnésium

## RECOMMANDATIONS ET APPORTS



Actuellement, 75% des hommes et 77% des femmes ont des apports inférieurs aux recommandations.

On estime que l'alimentation apporte +/- 120mg de magnésium/1000kcal, ce qui est insuffisant pour répondre aux besoins du corps humain. D'autant plus que nous n'absorbons en moyenne que 30 à 50% du magnésium contenu dans les aliments. Cette proportion peut même fortement baisser quand il y a des doses élevées de calcium dans le même bol alimentaire.

Il est important de savoir que certains aliments diminuent l'absorption du magnésium : l'alcool, le café et les produits taniques. Ces mêmes produits augmentent aussi la perte en magnésium par une augmentation des excrétions urinaires notamment. Ces pertes pourront aussi être majorée en cas de pratique intense de sport ou de stress.

	Magnesium
Adulte	6 mg/ kg PC / j

# Magnésium

## *CARENCES ET EXCÈS*



### ▸ Carences

- Fasciculation de l'oeil,
- Hyperexcitabilité neuromusculaire (crampes, impatience dans les jambes),
- Fourmillements, tremblements,
- Baisse de l'immunité,
- Fatigabilité physique,
- Fatigabilité nerveuse, anxiété, stress, insomnie,
- Sensation d'oppression thoracique,
- Problèmes cardiaques.

### ▸ Excès

- Perturbation du rythme cardiaque,
- Baisse de la tension,
- Etourdissement,
- Faiblesse.

# Magnésium

## *DANS LE SPORT*



Des carences d'apports ont été relevées chez de nombreux sportifs de haut niveau. Les populations les plus touchées sont les sportifs pratiquant la danse, la gymnastique ou bien des sports à catégorie de poids (lutte, judo...) ainsi que les sportifs d'endurance (Triathlon, marathon, ultra...). Pour la première catégorie, cela s'explique par des apports diminués du fait des restrictions caloriques (alors que les apports de bases sont déjà trop faible). Pour la seconde catégorie, ces carences sont en générales mises en relation avec de pertes sudorales importantes. Elles sont difficiles à connaitre précisément, mais l'on estime ces pertes entre 6 et 35mg/L.

Une carence en magnésium va avoir des conséquences importantes sur la pratique sportive. Elle va impacter :

- Le métabolisme énergétique en limitant la fourniture d'énergie à l'effort,
- La contraction et relaxation musculaire,
- Aggraver les effets de l'accumulation de lactate en augmentant l'acidité musculaire et en favorisant la fatigue

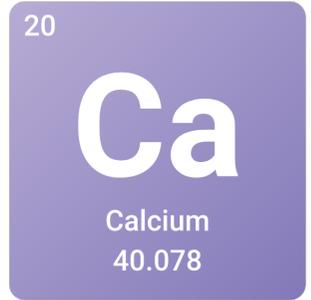
Si un déficit est avéré, l'athlète risque :

- Une altération des fonction neuro musculaires,
- +/- crampes (ce sujet fait débat et est non établi selon une revue Cochran 2012 mais toujours en étude)

Il est donc essentiel que les sportifs aient des apports suffisants en magnésium pour ne pas être confrontés aux différents risques cités ci-dessus. Pour ce faire, il est conseillé d'avoir des apports majorés à 8mg/kg PC /j.

Enfin, soyez aussi conscient que la supplémentation au delà des doses nécessaire n'aura aucun effet sur les performances.

# Calcium



## *INFORMATIONS GÉNÉRALES*

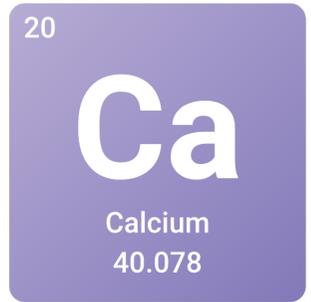
- ▶  $\text{Ca}^{2+}$
- ▶ Quantité totale dans le corps d'un adulte 1 kg à 1,2 kg.
- ▶ 99% dans le squelette, les os et les dents. 1% du calcium intracellulaire et 0,1% extracellulaire.
- ▶ Le  $\text{Ca}^{2+}$  circulant est régulé par des hormones : parathormone, calcitriol, calcitonine.
- ▶ Élimination principale par les selles. Faible par les urines et très faible par la sudation.

## *SOURCES*

- ▶ Les produits laitiers : yaourt, lait...
- ▶ Fromage : emmental (1,2g/100g)...
- ▶ Légumes : crucifères, légumes feuilles...
- ▶ Fruits de mer : sardines,
- ▶ Fruits séchés : abricots, figes...
- ▶ Oléagineux : amande,
- ▶ Légumineuses : lentilles, pois...
- ▶ Céréales complètes
- ▶ Eaux calcaïques : Hépar, Contrex, Salvetat

# Calcium

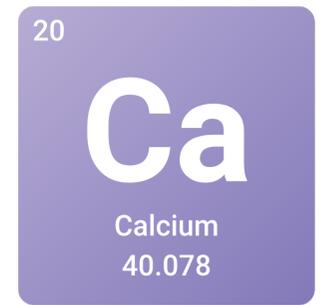
## RÔLES



- ▶ **Construction, rigidité et densité osseuse** : Le calcium, associé au phosphore, forme l'hydroxyapatite qui est le principal composant minéral des os et des dents. Il leur confère leur dureté et leur résistance.
- ▶ **Contraction musculaire** : Le calcium joue un rôle central dans la contraction musculaire car il déclenche la contraction via le signal nerveux.
- ▶ **Transmission nerveuse** : Il est essentiel à la libération des neurotransmetteurs, et il contribue à la propagation des potentiels d'action qui sont les signaux électriques qui circulent le long des neurones.
- ▶ **Sécrétion d'hormones** : Il intervient dans le processus par lequel les cellules libèrent les hormones et d'autres substances.
- ▶ **Contraction et relaxation des vaisseaux sanguins** : Le calcium influence le tonus des vaisseaux sanguins. Il agit sur la contraction des cellules musculaires lisses qui composent leurs parois.
- ▶ **Coagulation sanguine** : Il est un cofacteur essentiel de la cascade de coagulation qui conduit à la formation d'un caillot sanguin pour arrêter les hémorragies.
- ▶ **Métabolisme énergétique** : Le calcium active certaines enzymes impliquées dans le métabolisme énergétique, notamment celles liées à la production d'ATP.

# Calcium

## *RECOMMANDATIONS ET APPORTS*



Les recommandations d'apport en calcium sont relativement importantes d'autant que seulement 30 à 60% du calcium consommé est absorbé au niveau du duodénum.

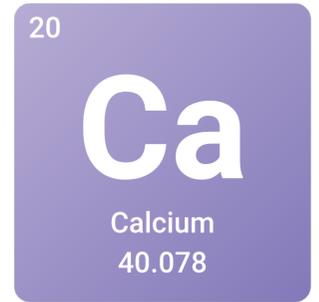
	Calcium
Adulte	950 à 1000 mg/j

L'absorption du calcium est favorisée par la consommation simultanée de vitamine D ou de prébiotiques et probiotiques.

En revanche, l'absorption du calcium peut être ralenti et diminuée par la consommation simultanée d'aliments contenant de l'acide phytique tels que les céréales et légumineuses (toutefois, la concentration d'acide phytique peut être diminuée par le levain) ou de l'acide oxalique (que l'on retrouve dans certains fruits et légumes) ou encore le phosphore (soda, Coca cola) et le café.

# Calcium

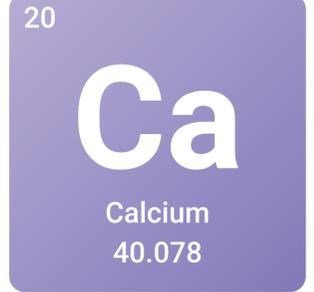
## *CARENCES ET EXCÈS*



- Carences
  - Fragilisation du squelette,
  - Fracture de fatigue,
  - Crampes,
  - Ostéoporose.
- Excès
  - Lithiase rénales.

# Calcium

## *DANS LE SPORT*



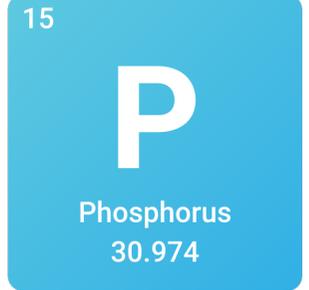
Il n'y a pas de modification des recommandations d'apport par rapport à la population non sportive. En revanche, il est nécessaire que les sportifs respectent les apports afin de prévenir les risques liés à la pratique de leur sport. Lorsque les sportifs ont des apports suffisants avant l'effort, le taux de calcium circulant post effort est correct, ce qui limite les risques liés à la pratique.

Au cours de la pratique sportive, le corps est soumis à de nombreuses forces et le squelette est fortement sollicité. Ces sollicitations peuvent provoquer des traumatismes plus ou moins importants qu'il faut compenser au plus vite.

Si les apports sont trop faibles et que l'athlète se trouve carencé en calcium, sa fragilité osseuse va augmenter. Un sportif ayant une fragilité osseuse sera donc plus sujet à des fractures ou fractures de fatigues.

Certaines études évoquent aussi des risques de crampes augmentées.

# Phosphore



## *INFORMATIONS GÉNÉRALES*

- ▶ P
- ▶ Quantité totale dans le corps d'un adulte 700g.
- ▶ 80% dans le squelette, les os et les dents. 19,9% intracellulaire et 0,1% extracellulaire
- ▶ Élimination inévitable d'environ 300mg/j par les selles et les urines.

## *SOURCES*

- ▶ Pratiquement tous les aliments
- ▶ Viandes,
- ▶ Poissons,
- ▶ Oeufs,
- ▶ Céréales complètes,
- ▶ Fruits,
- ▶ Légumes,
- ▶ Oléagineux.

# Phosphore

## RÔLES



- ▶ **Construction, rigidité et densité osseuse** : En association avec le calcium, le phosphore forme l'hydroxyapatite qui est le principal composant minéral des os et des dents. Il leur confère leur dureté et leur résistance.
- ▶ **Fonctionnement cellulaires** : Le phosphore est un élément constitutif de l'adénosine triphosphate (ATP), la molécule qui fournit l'énergie nécessaire à toutes les réactions biochimiques de l'organisme. Les liaisons riches en énergie entre les groupes phosphates de l'ATP permettent de stocker et de transférer l'énergie au sein de la cellule.
- ▶ **Constituant de composés essentiels** : Le phosphore est un élément essentiel des acides nucléiques (ADN et ARN) qui contiennent l'information génétique. Il est également présent dans les phospholipides, des molécules qui constituent les membranes cellulaires.
- ▶ **Maintien de l'équilibre acido-basique** : Les phosphates jouent un rôle important dans la régulation de l'équilibre acido-basique en agissant comme des tampons alcalin.

# Phosphore

## *RECOMMANDATIONS / CARENCE ET EXCÈS*



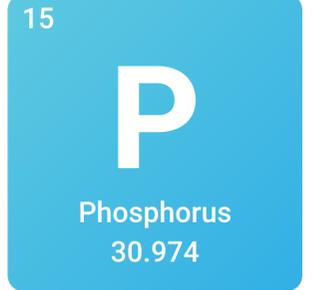
La consommation de phosphore par l'alimentation est d'environ 1 à 1,5g/j. Notre organisme absorbe 50 à 70% des quantités consommées. Cela signifie que notre alimentation couvre les besoins en Phosphore.

	<b>Phosphore</b>
Adulte	800 mg/j (mini)
Ca / P	>1
AS	550mg/j

- ▶ Carences
  - ▶ Faiblesse musculaire,
  - ▶ Anémie,
  - ▶ Ostéomalacie.
- ▶ Excès
  - ▶ Calcification rénales,
  - ▶ Trouble du rythme cardiaque,
  - ▶ Interaction d'absorption des autres minéraux.

# Phosphore

## *DANS LE SPORT*



Plusieurs études se sont intéressé au Phosphore dans le sport.

Il en résulte que les besoins sont augmentés lors de la pratique sportive mais que cette augmentation est couverte par l'augmentation des rations alimentaires.

Pour un sportif dit récréatif, la supplémentation en phosphore n'a aucun effet. En revanche, sur les sportifs suivant des entraînements élités, la supplémentation en phosphate de sodium pourrait avoir des effets érogènes.

Ces études sont à confirmer.

# Les Oligo- éléments



# Fer



## *INFORMATIONS GÉNÉRALES*

- ▶  $Fe^{2+}$  : fer héminique - origine animale
- ▶  $Fe^{3+}$  : fer non héminique - origine végétale
- ▶ Quantité totale dans le corps d'un adulte : 4g
- ▶ 65% dans l'hémoglobine, 30% lié à la ferritine, 3 à 5% dans la myoglobine du muscle, 0,1 à 1% dans la transferrine, 0,3% dans des protéines.
- ▶ Élimination à 60% par les selles, 30% par la peau (sudation) et 10% par les urines.
- ▶ En période de menstruation, les femmes perdent en moyenne 0,5mg/j

## *SOURCES*

- ▶ La viande, les Abats, le boudin,
- ▶ Le poisson, les fruits de mer, les algues,
- ▶ Les oeufs,
- ▶ Les légumineuses,
- ▶ Les céréales,
- ▶ Les fruits secs,
- ▶ Les graines et oléagineux,
- ▶ Les légumes,
- ▶ Les produits laitiers,
- ▶ Le tofu.

# Fer

## RÔLES



- **Erythropoïèse** : Le fer est un composant essentiel de l'hème, qui est une structure moléculaire qui se trouve au cœur de l'hémoglobine. L'hémoglobine est une protéine présente dans les globules rouges, responsable du transport de l'oxygène des poumons vers les tissus.
- **Transport du O<sub>2</sub> par l'hémoglobine** : Le fer permet à l'hémoglobine de fixer de manière réversible l'oxygène moléculaire (O<sub>2</sub>). Cette liaison est essentielle pour assurer l'oxygénation de toutes les cellules de l'organisme.
- **Stockage de l' O<sub>2</sub> dans la myoglobine musculaire** : Le fer présent dans la myoglobine permet aux muscles de stocker de l'oxygène, ce qui est particulièrement important lors d'efforts physiques intenses.
- **Métabolisme énergétique** : Le fer est un composant essentiel de plusieurs enzymes impliquées dans la chaîne respiratoire qui permet de produire de l'ATP.
- **Synthèse de l'ADN** : Le fer fait partie de certaines enzymes impliquées dans la réplication et la réparation de l'ADN.
- **Synthèse des neurotransmetteurs** : Le fer joue un rôle dans la synthèse de certains neurotransmetteurs, comme la dopamine.
- **Régulation hormonale** : Le fer est nécessaire à la synthèse des hormones thyroïdiennes, qui régulent le métabolisme basal, la croissance et le développement.
- Le fer est stocké dans les hépatocytes sous la forme de **Ferritine**
- La **transferrine** est la protéine de transport du fer dans la circulation sanguine.

# Fer

## RECOMMANDATIONS ET APPORTS



La plupart du temps on donne les apports recommandés plutôt que les besoins. Pour le fer, du fait de la faiblesse des taux d'absorption, et de la différence d'absorption entre les différentes formes de fer, il est important de connaître les besoins.

Le taux d'absorption du fer héminique est d'environ 25% alors que celui du fer non héminique est d'environ 10% (variant de 1% à 20% selon la personne).

	Besoins	Apports recommandés
Femme	2 mg/j	20 mg/j (16 mg/j)
Homme	1mg/j	11mg/j

L'absorption du fer est favorisée par la consommation concomitante de vitamine C, de cuivre, de fructose, de prébiotiques, et d'aliments fermentés.

En revanche les tanins, le calcium, les phytates et la caféine ralentissent son absorption.

En cas de supplémentation dans le cadre d'une carence, il est préférable de prendre les compléments un jour sur deux ou deux jours puis stopper 2 jours pour ne pas surcharger le microbiote. Une fois le microbiote surchargé en fer, il n'absorbe plus du tout le fer et le traitement ne sera plus efficace.

# Fer

## *RECOMMANDATIONS ET APPORTS*



- Carences
  - Anémie ferriprive : pâleur, maux de tête, vertiges et faiblesse en se levant,
  - Peau et cheveux secs, ongles cassants,
  - Mauvaise gestion de sa température corporelle,
  - Perturbation de la grossesse,
  - Difficultés intellectuelles,
  - Dysménorrhées ou aménorrhées.
- Excès
  - Difficulté d'absorption des autres minéraux,
  - Pro oxydatif : dommage des radicaux libres sur le système digestif (colon, intestins),
  - Hémochromatose : surcharge hépatique,
  - Hépatite,
  - Cancer.

# Fer

## *DANS LE SPORT*



Les anémies sont des pathologies très fréquentes chez les sportifs. 15 à 20% des sportives présentent une anémie ferriprive et 3 à 4% des sportifs. Ces anémies sont particulièrement importantes lorsque l'on pratique le sport de manière régulière et intense. Les causes de cette carence en fer peuvent être multiples :

- Déficit alimentaire,
- Augmentation de l'érythropoïèse,
- Sudation,
- Hémolyse à l'effort et mécanique,
- Hémorragie digestives et rénale =>> hématurie et/ou rectorragie,
- Pertes menstruelles.

Les conséquences d'une anémie ferriprive vont être très gênantes. Cela touche à la santé profonde et aux performances des athlètes. Il est commun d'avoir :

- Baisse de la force physique / intolérance à l'effort,
- Essoufflement rapide, dyspnée,
- Récupération plus lente,
- Baisse de l'attention.

Une anémie peut également se confondre ou être en partie à l'origine d'un syndrome RED-S. Il est donc impératif, en cas d'anémie d'avoir un suivi médical pour mettre en place une supplémentation et adapter l'effort à la situation.

# Zinc



## *INFORMATIONS GÉNÉRALES*

- ▶  $Zn^{2+}$
- ▶ Quantité totale dans le corps d'un adulte : +/- 2g
- ▶ 1 % de morts dans le monde en lien avec une carence en zinc
- ▶ Origine des déficits : grossesse, diabète, réaction inflammatoire, sueurs, urine, apports insuffisants, traitements médicaux.
- ▶ Augmentation du risque de carence chez les végétariens pour qui l'apport est insuffisant.

## *RÔLES*

- ▶ Synthèse protéique : favorise la cicatrisation,
- ▶ Synthèse des neuromédiateurs,
- ▶ Métabolisme osseux,
- ▶ Cofacteur enzymatique intervenant pour 200 facteurs de transcription et 300 enzymes.
- ▶ Anti-oxydant,
- ▶ Métabolisme de l'inflammation,
- ▶ Synthèse et régulation de l'insuline,
- ▶ Régulation de l'appétit par la Gustine qui est une protéine à zinc.

# Zinc



## *SOURCES*

- ▶ Viande,
- ▶ Poisson,
- ▶ Coquillage,
- ▶ Céréales complètes,
- ▶ Oeufs.

## *APPORTS*

- ▶ Nous absorbons environ 30% du zinc consommé.

	Besoins
Adulte	10 à 15 mg/j

## *RISQUES EN CAS DE DÉFICIT*

- ▶ Altération des phanères,
- ▶ Augmentation des risques CV,
- ▶ Difficulté de cicatrisation,
- ▶ Augmentation du LDL et des TAG,
- ▶ Perte de goût et d'odorat,
- ▶ Perturbation de l'insuline,
- ▶ Trouble de la fertilité,
- ▶ Hyperperméabilité intestinale.

# Zinc

## *SPORTIF*



Le zinc est un oligo-élément très important chez les sportifs qui cumulent de nombreux facteurs de risques de déficit : la sudation importante, les réactions inflammatoires, la stimulation et régulation des fractures de croissance, la prise en charge des situations de stress ou le processus de récupération. Tous ces éléments sont consommateurs de zinc et, selon la qualité de l'alimentation, les apports ne sont pas en corrélation avec les dépenses.

Les pertes accrues impliquent donc une augmentation des apports quotidiens chez les sportifs. On peut aller jusqu'à 25mg/j.

Des études ont estimées qu'un apport en gluconate de zinc sur une période allant de 1 à 6 semaine pouvait augmenter la  $VO_2$ max estimée (non mesurée) et avoir des effets sur l'insulinorésistance. Les données ne sont pas toutes de qualité et d'autres études devraient être lancées pour valider les effets que le zinc peut avoir sur la puissance et la qualité des efforts aérobies.

# Iode

## INFORMATIONS GÉNÉRALES

- ▶ I
- ▶ Quantité totale dans le corps d'un adulte : 30 à 50mg dont 10 à 15 mg dans la thyroïde.

## SOURCES

- ▶ Sels marins non raffinés,
- ▶ Sels de table iodé,
- ▶ Algues,
- ▶ Produits de la mer,
- ▶ Oeufs,
- ▶ Lait,
- ▶ Légumes : cressons, haricots verts, oignon, navet, poireaux...

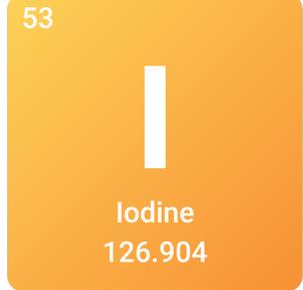
## RÔLES

- ▶ Structure moléculaire des hormones thyroïdes.
- ▶ Croissance, maturation cellulaire.

## APPORTS

	Besoins
AS	150 µg/j

- ▶ Carences
  - ▶ Dysfonctionnement thyroïdien



# Fluor



## *INFORMATIONS GÉNÉRALES*

- ▶ F
- ▶ Vigilance pendant les premières années de vie pour la qualité des dents.

## *SOURCES*

- ▶ Eau minérales,
- ▶ Eau en bouteille,
- ▶ Sel de fluor.

## *RÔLES*

- ▶ Anti-cariogène,
- ▶ Synthèse de l'émail,
- ▶ Anti-bactérien.

## *APPORTS*

	Besoins
Adulte	1 mg/j

# Sélénium



## INFORMATIONS GÉNÉRALES

- ▶ Se
- ▶ Si déficit : Augmentation de la fatigabilité à l'effort, difficultés à récupérer, augmentation de la sensibilité aux infections, douleurs musculaires, anémies, phanères abimés.

## SOURCES

- ▶ Viandes,
- ▶ œufs,
- ▶ poissons, fruits de mer,
- ▶ Lait et produits laitiers,
- ▶ Céréales,
- ▶ Levure de bière.

## RÔLES

- ▶ Diminue l'expression virale,
- ▶ **Antioxydant majeur chez le sportif**
- ▶ Régénère les système de défense cellulaire,
- ▶ Elimination des radicaux libres.

## APPORTS

	Besoins
Adulte	1 µg/kg PC/j

- ▶ **Légèrement augmenté chez le sportif**
- ▶ Biodisponibilité variable selon les sources. 80% pour les céréales, 50% pour le poisson,
- ▶ Amélioré par la vitamine C,
- ▶ Altéré par le Phosphore.

# Chrome



## **INFORMATIONS GÉNÉRALES**

- ▶  $\text{Cr}^{3+}$
- ▶ Seul le chrome trivalent est indispensable.
- ▶ En cas de carence : augmentation des lipides circulants et altération de la sécrétion d'insuline et du métabolisme glucidique.

## **SOURCES**

- ▶ Cresson,
- ▶ Céréales complètes,
- ▶ Levure de bière,
- ▶ Abats,
- ▶ Fruits de mer,
- ▶ Thé noir.

## **RÔLES**

Le rôle du chrome est encore mal perçu mais il apparait être impliqué dans :

- ▶ Métabolisme glucidique,
- ▶ Métabolisme lipidique,
- ▶ Cofacteur de l'insuline.

## **APPORTS**

	Besoins
Adulte	50 à 200 $\mu\text{g}/\text{j}$

# Cuivre

29

Cu

Copper  
63.546

## INFORMATIONS GÉNÉRALES

- ▶ Cu<sup>+</sup>
- ▶ L'organisme en contient 100 à 150 mg dans le foie, les reins et le système nerveux.
- ▶ Maladie de Wilson : excès de cuivre héréditaire.

## SOURCES

- ▶ Abats : foie,
- ▶ Crustacés, coquillages,
- ▶ Chocolat,
- ▶ Noix et amandes,
- ▶ Céréales complètes,
- ▶ Champignons.

## RÔLES

- ▶ Neurotransmission,
- ▶ Immunité,
- ▶ Absorption du fer,
- ▶ Minéralisation osseuse,
- ▶ Anti-oxydant,
- ▶ Synthèse protéique.

## APPORTS

	Besoins
Adulte	2 à 5 mg/j

- ▶ Absorption de 20 à 40%
- ▶ Amélioré par la présence de protéine
- ▶ Altéré par le zinc, la vitamine C, le fructose et l'alcool

# Bibliographie

## Tous les minéraux et oligo-éléments :

Heffernan SM, Horner K, De Vito G, Conway GE. The Role of Mineral and Trace Element Supplementation in Exercise and Athletic Performance: A Systematic Review. *Nutrients*. 2019 Mar 24;11(3):696. doi: 10.3390/nu11030696. PMID: 30909645; PMCID: PMC6471179.

## Le cas du fer :

Fallon KE. Screening for haematological and iron-related abnormalities in elite athletes-analysis of 576 cases. *J Sci Med Sport*. 2008 Jun;11(3):329-36. doi: 10.1016/j.jsams.2007.02.017. Epub 2007 May 31. PMID: 17543581.

Clénin G, Cordes M, Huber A, Schumacher YO, Noack P, Scales J, Kriemler S. Iron deficiency in sports - definition, influence on performance and therapy. *Swiss Med Wkly*. 2015 Oct 29;145:w14196. doi: 10.4414/smw.2015.14196. PMID: 26512429.