**MICRO-NUTRIMENTS : VITAMINES et OLIGO-ÉLÉMENTS**

**Fonctions, apports journaliers recommandés, apports maximal tolérable, sources alimentaires, intérêt de la supplémentation**

Création par Epine : le 03.04.2019

Le résumé ci-joint n’est qu’une ébauche, et un résumé des rapports de l’Agence nationale de sécurité sanitaire de l’alimentation, de l’environnement et du travail française (ANSES) de 2015 et du Conseil Supérieur de la Santé belge (CSS) de 2015 également.

DEFINITIONS :

* vitamine : substance organique nécessaire en faible quantité au métabolisme d'un organisme vivant, et qui ne peut pas être synthétisée en quantité suffisante par cet organisme ;
* oligo-élément : [sel minéra](https://fr.wikipedia.org/wiki/Sel_min%C3%A9ral)l nécessaire à la vie d'un organisme en quantité très faible (< 1 mg/kg de poids corporel). Un oligo-élément est dit « essentiel » quand sa concentration dans un tissu de l’organisme est relativement constante et que sa carence peut entraîner des anomalies structurelles et physiologiques (de façon similaire chez plusieurs espèces) qui peuvent être prévenues ou guéries par l'apport du seul élément ;
* apports nutritionnels conseillés (ANC) : quantité de macro- et micronutriments nécessaires à la couverture de l’ensemble des besoins physiologiques. Ils sont estimés à partir de données scientifiques à partir des besoins nutritionnels moyens auquel sont ajoutés 2 écarts-types (représentant 15% de la moyenne) pour couvrir ainsi les besoins nutritionnels de 97,5 % des individus d’une population ;
* apports adéquats (AA) : si le besoin moyen et donc l'ANC ne peuvent pas être déterminés, un "apport adéquat" est fixé, celui-ci subvient au besoin de pratiquement l'ensemble de la population (généralement > AJR s'il avait pu être établi) ;
* apports journaliers recommandés (AJR) : valeurs réglementaires européennes pour les vitamines et minéraux utilisées dans l’étiquetage nutritionnel de certains produits, ne prenant pas en compte les différences liées à l’âge ou au sexe. Elles peuvent différer des ANC qui ne sont pas utilisables sur les emballages, mais en sont proches ;

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DU CONSEIL DE SUPERIEUR DE LA SANTE BELGE :

« L’utilisation éventuelle d’un complément alimentaire vise avant tout à compléter la ration alimentaire ordinaire qui pourrait se révéler insuffisante et certainement pas ni à la remplacer, ni à viser des effets de type thérapeutique ou pharmacologique. »

« Il semble donc justifié que les limites maximales admises par la législation belge pour les compléments alimentaires poursuivent ces mêmes objectifs, en faisant certes preuve d’une certaine souplesse (tolérance) pour permettre une adaptation à des situations particulières mais surtout pour éviter tout risque pour la santé, particulièrement pour des nutriments qui peuvent être toxiques à trop forte dose, telles les vitamines A et D et certains micronutriments (Cr, F, I, Se, etc.) » : effets secondaires, effets paradoxaux, compétition ou antagonisme des absorptions digestives pour les nutriments de structures proches…

L’ANSES recense les prévalences d’inadéquation des apports aux besoins :

* alimentation non enrichie :
  + concernant les vitamines :
    - Concernant les adultes, les prévalences d’inadéquation les plus élevées sont observées chez les hommes et femmes pour les vitamines C (28.5-55.6%) et B6 (13.9-82.2%), mais aussi B1 (10.3-29.4%), B9 (12.1-29.4%), E (10.8-16.8%) ;
    - Concernant les autres vitamines, les prévalences d’inadéquation sont faibles (< 5 %) pour la vitamine A, la vitamine B3, la vitamine B12 chez les hommes et les femmes quelle que soit la catégorie démographique, et pour les vitamines B2 et B5 chez les hommes adultes.
    - Concernant la vitamine D, la prévalence d’inadéquation aux besoins est quasiment de 100 % chez les adultes quels que soient l’âge et le sexe (dans l’hypothèse d’une synthèse endogène minimale soit population considérée comme non exposée au soleil). Ce résultat confirme les données de la littérature établissant que les besoins en vitamine D dans la population française ne peuvent pas être couverts par l’offre alimentaire actuelle.
    - Concernant les enfants, des valeurs élevées de prévalence d’inadéquation sont observées chez les garçons de 16-17 ans pour la vitamine C et la vitamine A totale et chez les filles de 16-17 ans pour la vitamine E. Néanmoins, des prévalences relativement élevées sont observées pour les vitamines A, C, B6, B9 chez les filles de 13-17 ans, pour les vitamines B2 et B5 chez les filles de 16-17 ans, et pour les vitamines B6, B9 chez les garçons de 16-17 ans.
  + concernant les oligoéléments :
    - Concernant les adultes, les prévalences d’inadéquation les plus élevées sont observées chez les hommes et femmes pour le magnésium (67.4-76.6%), le sélénium (15.6-42.7%), le potassium (19.6-59.1%), le calcium (15.2-59.2%).
    - Concernant les autres minéraux, les femmes de 18-75 ans présentent des prévalences d’inadéquation d’apports relativement élevées pour le calcium (29.5-59.2%), le cuivre (40-48.4%), l’iode (36.8-41.7%), le zinc (23.9-34.6%) et le potassium (40-59.1%). Les prévalences sont globalement un peu plus faibles chez les hommes même si les prévalences restent élevées.
    - Concernant les enfants, des prévalences d’inadéquation élevées sont observées chez tous les enfants de plus de 10 ans pour le calcium, le cuivre, l’iode, le magnésium, le zinc et le potassium. En observant plus finement on note des prévalences d’inadéquation élevées pour : les filles de 13-17 ans pour le calcium, le cuivre, l’iode, le magnésium et le potassium et celles de 16-17 ans pour le sélénium ; les garçons de 13-17 ans pour le magnésium ; les 10-12 ans pour le calcium, le cuivre, le magnésium, le zinc et le potassium.
* alimentation enrichie et consommation de compléments alimentaires : baisse des prévalences d’inadéquation comparativement à celles observées par l’alimentation seule
  + concernant les vitamines :
    - Concernant la vitamine C, la prévalence d’inadéquation chez les femmes de 18-54 ans est de 23,2% quand on tient compte de toutes les sources d’apport.
    - Des différences significatives mais moins marquées sont aussi observées pour les vitamines B1, B2, B5, B9 et E chez les femmes de 15-54 ans.
  + concernant les oligoéléments :
    - Concernant le magnésium, la prévalence d’inadéquation chez les femmes de 18-54 ans est de 64,2%, quand on tient compte de tous les apports.
    - Des différences significatives mais moins marquées sont aussi observées pour l’iode, le sélénium et le zinc chez les femmes de 15-54 ans.

Les risques de dépassement des limites de sécurité (LS) : l’effet de la consommation de compléments alimentaires sur le risque de dépassement des LS est davantage marqué que chez les hommes, probablement en raison de la consommation de compléments alimentaires qui combinent de nombreuses vitamines et minéraux.

* concernant les vitamines :
  + en cas d’alimentation non enrichie : les risques de dépassement des LS de toutes les vitamines sont nuls si l’on considère l’alimentation non enrichie seule ;
  + en cas d’alimentation non enrichie : les risques de dépassement des LS de toutes les vitamines sont nuls si l’on considère l’alimentation non enrichie et enrichie ;
  + en cas de consommation de compléments alimentaires : la prévalence de dépassement des LS reste faible (< 0,5%) pour la plupart des vitamines, sauf pour la vitamine C (0.9%), et la vitamine D (0.7%), e pour la femme la vitamine B9 (1.4%) ;
* concernant les oligoéléments :
  + en cas d’alimentation non enrichie : les prévalences de dépassement des LS sont également faibles (< 1%) pour la plupart des minéraux ;
  + en cas d’alimentation enrichie : les prévalences de dépassement des LS sont également faibles (< 1%) pour la plupart des minéraux ;
  + en cas de consommation de compléments alimentaires : les prévalences de dépassement des LS sont également faibles (< 1%) pour la plupart des minéraux sauf chez les femmes pour le fer (6.5%) le zinc (2.2%).

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DU ANSES :

* Des prévalences d’inadéquation d’apport sont élevées pour certaines vitamines et minéraux : principalement pour les personnes âgées de 75 ans et plus (notamment pour le calcium, le magnésium, le sélénium, le potassium, les vitamines C et B6) et pour les enfants et adolescents de 10 à 17 ans (notamment pour le magnésium, le calcium, le cuivre, le zinc, le potassium) et pour les filles de 13 à 17 ans (pour l’iode et le sélénium) ;
* Concernant la vitamine D, la prévalence d’inadéquation aux besoins est quasiment de 100 % chez les adultes quels que soient l’âge et le sexe. Ce résultat obtenu sous l’hypothèse d’une synthèse endogène minimale (cas de la population considérée comme non exposée au soleil), est comparable à ceux rapportés dans la littérature pour d’autres pays. Ce résultat confirme néanmoins les données de la littérature qui ont établies que les besoins en vitamine D dans la population française ne peuvent pas être couverts par l’offre alimentaire actuelle.
* Répercussion modeste des aliments enrichis et des compléments alimentaires sur les apports estimés (baisse modérée des prévalences d’inadéquation pour la vitamine C chez les adultes de moins de 65 ans et les garçons de 16-17 ans) ;
* La consommation de compléments alimentaires conduit à une légère augmentation du risque de dépassement des LS pour le fer et le zinc chez les femmes adultes et les enfants ;
* L’Anses souligne que les estimations de prévalences d’inadéquation présentées dans cet avis ne doivent pas être considérées comme une quantification de la proportion de la population présentant une déficience ou une carence en tel ou tel nutriment. Seule la connaissance du statut nutritionnel de la population basée sur le dosage de biomarqueurs permet d’estimer les risques de déficience ou de carence dans la population. Néanmoins, cette approche indirecte présente l’avantage de pouvoir considérer simultanément un grand nombre de nutriments sur de larges échantillons de la population. Elle constitue donc un outil d’aide à la décision pour identifier et hiérarchiser les nutriments pour lesquels il conviendrait de réaliser des études spécifiques selon une approche directe, biologique, d’évaluation du statut nutritionnel. Ainsi, sous cet angle, il conviendrait d’orienter la surveillance biologique de la population française sur les minéraux tels que le magnésium, le calcium, le potassium, le cuivre, l’iode, le zinc et le sélénium ainsi que sur les vitamines D, C, B6 et B9.

**VITAMINES :**

**Vitamine A (rétinols) :**

* généralités : liposoluble, composés d’origine animale (rétinols et ses esters) et végétale (caroténoïdes précurseurs ou provitamine A : bêta-carotène, α-carotène, β-cryptoxanthine)  ;
* fonction(s) : vision +++, croissance et développement, intégrité des cellules épithéliales, immunité, différenciation cellulaire et reproduction ;
* conséquence(s) sous-dosage : tb visuels +++ (difficulté à voir en lumière réduite : 1er signe, sécheresse conjonctivale, ulcération cornéenne… troubles bilatéraux mais souvent de façon décalée), retard de croissance ( ? baisse immunité possible ?) ;
* conséquence(s) surdosage : rare, tératogénicité, tb osseux (ostéoporose, fracture), neurotoxicité (céphalées, hypertension intracrânienne), tb hépatiques, perte des cheveux ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur (activité exprimée en équivalents rétinols 1 µg ER = 1 µg retinol = 6 µg ß-carotène) ;
* apport maximal tolérable : cf tableur aucune valeur d’AMT établie ;
* sources alimentaires : foie (jeunes animaux, huile de foie de poisson), jaune d’œuf, produits laitiers (lait entier, beurre…), légumes verts (cressons), légumes pigmentés jaune-rouge ou jaune-orange (carotte, mangue, abricots…) ;
* conclusion : **une alimentation saine et variée fournit a priori les quantités souhaitables de vitamine A sans faire courir le risque d’un apport excessif**. Compte tenu de l’apport d’une alimentation habituelle et du risque très limité de déficit, des suppléments destinés aux personnes à risque de carence ne devraient pas dépasser l’AJR.

**Vitamine B1 (thiamine ou aneurine) :**

* généralités : hydrosoluble, détruite lors de la cuisson à pH neutre ou alcalin ;
* fonction(s) : cofacteur enzymatique énergétique surtout au niveau cérébral et cardiaque ;
* conséquence(s) sous-dosage (Béri-Béri) : tb neurologiques (neuropathie périphérique, encéphalopathie Wernicke-Korsakoff), tb cardiovasculaires (insuffisance cardiaque) ;
* conséquence(s) surdosage : aucune toxicité connue ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur, l’AJR augmente significativement (\*2) en cas de consommation régulière et importante d’alcool ;
* apport maximal tolérable : cf tableur aucune valeur d’AMT établie ;
* sources alimentaires : viandes (surtout la viande maigre de porc et les volailles), poissons, céréales complètes, levures, légumineuses, fruits oléagineux ;
* conclusion : **Etant donné qu’une alimentation équilibrée et variée couvre largement les besoins en vitamine B1, une complémentation nutritionnelle en cette vitamine n’est pas justifiée en tant que prévention nutritionnelle dans la population générale**.

**Vitamine B2 (riboflavine) :**

* généralités : hydrosoluble, thermorésistante mais sensible à la lumière ;
* fonction(s) : précurseurs de coenzymes impliquées dans le catabolisme des acides gras et des acides aminés, métabolisme des globules rouges et la production mitochondriale d’énergie ;
* conséquence(s) sous-dosage : tb cutanéo-muqueuses (dermite séborrhéique, stomatite, glossite, crevasses de lèvres), tb oculaires (conjonctivite, opacification cornéenne) ;
* conséquence(s) surdosage : aucune toxicité connue ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur
* apport maximal tolérable : cf tableur, aucune valeur d’AMT établie ;
* sources alimentaires : produits laitiers +++, levure, foie, germes de blé, champignons ;
* conclusion : **une alimentation équilibrée couvre largement les besoins nutritionnels en vitamine B2, des compléments alimentaires ne sont certainement pas justifiés** bien que non toxiques et bien tolérés.

**Vitamine B3 ou PP (niacine) :**

* généralités : hydrosoluble, 2 formes actives (acide nicotinique et nicotinamide), résiste à la cuisson ;
* fonction(s) : effet inhibiteur de la lipolyse ;
* conséquence(s) sous-dosage : très rare, tb dermatologiques, tb digestifs, tb neurologiques (paraplasie ataxique, spasmes, troubles psychiatriques) ;
* conséquence(s) surdosage : concernant l’acide nicotinique, tb vasculaires (vasodilatation cutanée, hypotension artérielle…), tb digestifs (hépato-toxicité) (nictoninamide bien toléré) ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur ;
* apport maximal tolérable : cf tableur ;
* sources alimentaires : viandes, poissons, levures, champignons, céréales ;
* conclusion : **Une alimentation équilibrée assure normalement un apport nutritionnel adéquat en niacine**. Cependant, un **déficit en niacine peut survenir en cas de régime végétalien strict, d’alcoolisme chronique ou de pathologies digestives sévères**. La niacine devrait alors être incorporée dans les compléments alimentaires sous forme de nicotinamide (afin d’éviter le risque d’effets secondaires liés à l’acide nicotinique), et en quantités ne dépassant par 3 fois l’AJR en niacine.

**Vitamine B5 (acide pantothénique) :**

* généralités : hydrosoluble, stable à la chaleur en solution neutre mais rapidement hydrolysé en milieu acide ou alcalin ;
* fonction(s) : composant du coenzyme A (CoA) et de l’Acyl Carrier Protein (ACP) d’où rôle majeur dans l’utilisation énergétique des glucides, des lipides et de plusieurs acides aminés ;
* conséquence(s) sous-dosage : très très rare, fatigue intense, tb neurologiques (céphalées, insomnie et paresthésies) ;
* conséquence(s) surdosage : aucune toxicité connue ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur, en l’absence de données scientifiques permettant de préciser les besoins nutritionnels réels en acide pantothénique, une notion d’AA est utilisée ;
* apport maximal tolérable : cf tableur, aucune valeur d’AMT établie ;
* sources alimentaires : abats, levure, œufs, laitages, certains légumes ;
* conclusion : **les déficits nutritionnels en acide pantothénique étant tout à fait exceptionnels, la prise de compléments alimentaires n’est pas recommandée en population générale**.

**Vitamine B6 (pyridoxine) :**

* généralités : hydrosoluble, 6 formes interchangeables (forme active : pyridoxal-5’-phosphate), peu stable en milieu alcalin, détruite en grande partie par la cuisson et la lumière ;
* fonction(s) : métabolismes de plusieurs acides aminés nécessaires à la synthèse de neurotransmetteurs (dopamine, NA, sérotonine, histamine, GABA), activités coenzymatiques (transamination, désamination, décarboxylation ou désulfuration) ( ? possible protection des cancers, maladies cardiovasculaires, maladie de Parkinson ?) ;
* conséquence(s) sous-dosage : tb osseux (retard de croissance, retard de la maturation osseuse), troubles neurologiques, tb cutanés (alopécie), tb hématologiques (anémie) ;
* conséquence(s) surdosage : tb neurologiques (neurotoxicité, neuropathie sévère, ataxie sensorielle, tb de mémoire), tb dermatologiques (photosensibilité, lésions cutanées) ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur ;
* apport maximal tolérable : cf tableur ;
* sources alimentaires : céréales, riz complet, haricots, fèves, avocat, bananes, poulet et bœuf ;
* conclusion : attendu que le **déficit en vitamine B6 ne s’observe pas en cas d’alimentation équilibrée**, et que **la toxicité liée à un apport excessif en pyrodoxine est établie**, raisonnable de **limiter l’apport en cette vitamine dans des compléments alimentaires à 5 mg/jour**.

**Vitamine B8 ou H (biotine) :**

* généralités : hydrosoluble, solutions à pH neutre ou alcalin, stable à la chaleur détruite par les UV, absorption inhibée par le blanc d’œuf (mais cette inhibition est inactivée par la cuisson) ;
* fonction(s) : coenzymes impliquées dans la néoglucogenèse, la synthèse d’acides gras et le métabolisme de plusieurs acides aminés ;
* conséquence(s) sous-dosage : rare, tb cutanés (perte de cheveux, dermatite séborrhéique, mycoses), tb neurologiques ;
* conséquence(s) surdosage : aucune toxicité connue ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur apports adéquats (difficultés estimation AJR) ;
* apport maximal tolérable : cf tableur, aucune valeur d’AMT établie ;
* sources alimentaires : très présente, levures, abats, jaune d’œuf, épinards, champignons ;
* conclusion : Attendu que le **déficit nutritionnel en biotine est rare**, la **prescription de compléments alimentaires n’est pas justifiée dans la population générale**. Elle est **éventuellement utile chez les personnes à risque (personnes âgées, pathologie intestinale chronique, alcooliques sévères)**, dans la limite de 3 fois l’AA.

**Vitamine B9 ou M (acide folique) :**

* généralités : hydrosoluble, plusieurs formes dont la forme synthétique (l’acide ptérol-monoglutamique PMG) est la forme la plus oxydée et la plus stable ;
* fonction(s) : métabolisme protéique + synthèse des ADN et ARN, d’où rôle dans la croissance cellulaire notamment neuronale cérébrale et moelle épinière ( ? prévention CV ?) ;
* conséquence(s) sous-dosage : malformation de fermeture du tube neural fœtal (spina bifida) ;
* conséquence(s) surdosage : toxicité du PMG, aucune toxicité connue des folates alimentaires ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur, estimés en « équivalent folate alimentaire » (EFA) (1 µg acide folique synthétique = 1,7 µg EFA) ;
* apport maximal tolérable : cf tableur
* sources alimentaires : peu présente dans l’alimentation et de biodisponibilité inférieure (50%) au PMG : abats, levures, légumes verts (épinards, choux de Bruxelles, brocolis), légumineuses, fruits (agrumes), viande , œufs, pommes de terre + aliments enrichis ;
* conclusion : **La population générale est à même de consommer les 200 à 300 µg EFA/j des AJR dès lors qu’elle consomme une alimentation variée**. En cas de grossesse, l’acide folique a un effet préventif démontré sur la malformation du tube neural et ses besoins d’apport doublent. Il est donc **recommandé aux femmes (désireuses d’être) enceintes de prendre un complément quotidien de 400 µg d’acide folique (au moins un mois avant, et trois mois après la conception).** L’usage prolongé de fortes doses d’acide folique (> 500 µg/j) est déconseillé.

**Vitamine B12 (cobalamines) :**

* généralités : hydrosoluble, ;
* fonction(s) : cofacteur enzymatique impliqué dans le métabolisme des acides aminés et dans la maturation des globules rouges ;
* conséquence(s) sous-dosage : tb hématologiques (anémie mégaloblastique, thrombopénie), tb neurologiques (neuropathie, ataxie, démence…), tb dermatologiques (glossite, ulcère) ;
* conséquence(s) surdosage : aucune toxicité connue ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur apports adéquats (difficultés estimation AJR) ;
* apport maximal tolérable : cf tableur, aucune valeur d’AMT établie ;
* sources alimentaires : abats, viandes, produits laitiers, œufs, poissons et fruits de mer ;
* conclusion : bien que les apports alimentaires en vitamine B12 correspondent aux AA, **un déficit modéré en vitamine B12 n’est pas rare dans la population générale** (anomalies fréquentes d’assimilation intestinale). La prescription de **compléments alimentaires contenant de la vitamine B12 pourrait donc être justifiée** surtout chez ceux qui reçoivent des compléments d’acide folique, et ne devraient **pas dépasser 15 µg/j soit 3\* AJR**.

**Vitamine C (acide ascorbique) :**

* généralités : hydrosoluble, sa forme oxydée (l’acide désoxyascirbique) constitue la seule forme active, sensible à la chaleur et la lumière ;
* fonction(s) : réactions enzymatiques (hydroxylation, amidation et oxydoréduction), effet antioxydant, immunité, activateur de l’absorption intestinale du fer non-hémique ;
* conséquence(s) sous-dosage = scorbut : tb cutanés (hyperkératose périfolliculaire, sécheresse de la peau), œdèmes, hémorragies et ecchymoses, déchaussement des dents, mort ;
* conséquence(s) surdosage : aucun effet toxique d’apports très élevés de vitamine C n’a pu être formellement démontré à ce jour ( ? possible lithiase rénale ?) ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur ;
* apport maximal tolérable : cf tableur ;
* sources alimentaires : fruits (agrumes, fraises, framboises, groseilles…), pommes de terre, légumes (haricots verts, endives, courgettes…) (attention privilégier cuisson vapeur) ;
* conclusion : **Le déficit en vitamine C est extrêmement rare** attendu que la consommation quotidienne suffisante et variée de fruits et légumes permet de couvrir largement les AJR. Le CSS est d'avis qu'un **apport complémentaire maximal de 200 mg/j** est amplement suffisant pour couvrir totalement l'ensemble des besoins en vitamine C.

**Vitamine D3 (cholécalciférol) :**

* généralités : liposoluble, synthétisée par action des UV B sur le 7-déhydrocholestérol, métabolisée par le foie puis les reins en sa forme active la 1,25-dihydroxyvitamine D ;
* fonction(s) : régulation concentration calcium (intra et extra-cellulaire), formation et maintien de la masse osseuse, immunité, contrôle prolifération et différentiation cellulaire de nombreux organes (? possible prévention maladies CV / diabète / cancer colorectal ?) ;
* conséquence(s) sous-dosage : déficits in utero et apports insuffisants durant l’enfant, tb osseux (retard de croissance, malformations du squelette, fracture lors du vieillissement) ;
* conséquence(s) surdosage : hypercalcémie, lithiase rénale, troubles neurologiques ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur ;
* apport maximal tolérable : cf tableur ;
* sources alimentaires : poissons, jaune d’œuf, aliments enrichis (céréales, produits laitiers) ;
* conclusion : **Le déficit en vitamine D est extrêmement courant tant chez l’enfant que chez l’adulte** (quasiment 100% des adultes selon l’ANSES), particulièrement à la fin de l’hiver et au début du printemps. Pour atteindre les AJR, **l’enrichissement de l’alimentation**, **les compléments alimentaires** ou des médicaments de supplémentation, **peuvent être requis**.

**Vitamine K :**

* généralités : 3 formes vitamine K1 (phylloquinone) (origine végétale) vitamine K2 (ménaquinone) (origine bactérienne) et la vitamine K3 (ménadione) (synthèse) ;
* fonction(s) : coagulation, métabolisme osseux ( ? possible prévention CV ?) ;
* conséquence(s) sous-dosage : hémorragie ;
* conséquence(s) surdosage : tb hématologiques (anémie hémolytique) d’où tb neurologiques (ictère nucléaire sur l’hyperbilirubinémie) ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur, difficulté d’établir un AJR en vitamine K1 car difficulté d’estimation de la quantité de vitamine K2 synthétisée par les bactéries intestinales ;
* apport maximal tolérable : cf tableur ;
* sources alimentaires : légumes à feuilles vertes (choux, épinards...), soja, huiles végétales, moindre proportion produits laitiers, viande et œufs (rendement d’absorption : 5 à 15 %) ;
* conclusion : **Les déficits en vitamine K1 son rares chez l’adulte**. **Les déficits se rencontrent chez le nouveau-né et le prématuré et certains adultes** (pathologies hépatiques sévères ou digestives graves : antibiotique prolongé, chirurgie bariatrique, malabsorption sévère). Au vu de sa toxicité, la vitamine K3 ne doit pas être incorporée dans les compléments alimentaires.

**Vitamine E (tocophérols et tocotriénols) :**

* généralités : liposoluble, 2 classes (tocophérols et tocotriénols), la forme vitaminique E la plus active (RRR-α-tocophérol, c’est l’unité de référence : 1 mg de RRR-α-tocophérol = 1 α TE) ;
* fonction(s) : anti-oxydant +++ (des radicaux peroxyles libérés par les AG polyinsaturés), stabilisation des membranes cellulaires, agrégation plaquettaire, cofacteur enzymatique, régulation de gènes ;
* conséquence(s) sous-dosage : tb neurologiques (lésion rétine, neuropathie périphérique sensorielle, ataxie cérébelleuse…), tb hématologiques (anémie hémolytique) ;
* conséquence(s) surdosage : tb hématologiques (diminution coagulation), effet pro-oxydant paradoxal ( ? possible cancer de prostate ?) ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur, les besoins s’avèreraient différents en fonction de l’alimentation (notamment la consommation d’AG polyinsaturés) ;
* apport maximal tolérable : cf tableur
* sources alimentaires : huiles végétales (mais également les plus riches en AG polyinsaturés), céréales complètes, noix, un peu des produits laitiers et les viandes riche en lipides ;
* conclusion : **Les déficits en vitamine E sont rares chez l’adulte**. Attendu qu’il existe une diversité de sources alimentaires de vitamine E, que les données récemment publiées imposent la **prudence quant à l’administration de doses importantes de vitamine E**, que de nombreux cas d’interactions pharmacodynamiques et d’interactions médicamenteuses concernent la vitamine E, le CSS propose de respecter dans les compléments des doses ne dépassant pas 3 fois l’AA en α-TE (à calculer pour chaque tranche d’âge et sexe).

**OLIGO-ÉLÉMENTS :**

**Fer (Fe) :**

* généralités : fer fonctionnel (70%), fer non fonctionnel (25% réserve, Fe lié à la ferritine), fer biodisponible (<1%, lié à la transferrine circulante) ;
* fonction(s) : transport d’oxygène (hémoglobine, myoglobine), respiration cellulaire (cytochromes), rôle métabolique (réaction enzymatique, synthèse stéroïdes hépatiques, neurotransmetteurs cérébraux) ;
* conséquence(s) sous-dosage : anémie ferriprive (elle-même responsable fatigue, essoufflement, palpitations, susceptibilité aux infections), prématurité et mauvaise développement fœtal, mauvaise développement psychomoteur enfant ;
* conséquence(s) surdosage : troubles digestifs et pancréatiques, troubles hépatiques (cirrhose), troubles cardiaques ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur ;
* apport maximal tolérable : cf tableur ;
* sources alimentaires : fer hémique d’origine animale (viande, volaille, poisson) un peu mieux biodisponible, fer non-hémique (légumes, légumineuses, céréales et fruits) (rendement absorption enter 5-40% pour le fer non-hémique) (concurrence absorption Fe / Cu et Zn) ;
* conclusion : **Les groupes de population à haut risque de déficit en Fe sont en premier les jeunes enfants, ensuite les femmes jeunes** (réglées, enceintes ou allaitantes). Au plan de la santé publique, il est bien évidemment important de **conseiller** à la population de **consommer une alimentation variée et** équilibrée, qui va assurer une couverture adéquate d’apport et une assimilation appropriée à la majorité des individus. Une **complémentation systématique de Fe n’a pas lieu d’être en dehors de manifestations bien circonscrites d’un déficit** (y compris chez les femmes enceintes : supplémentation systématique abandonnée). Au vu des connaissances actuelles, le CSS estime que des **compléments à but interventionnel visant des groupes à risque de déficit devraient apporter des quantités de Fe se situant entre 50-100 % des apports recommandés pour le groupe d’âge ciblé**. La consommation quotidienne, complément compris, ne devrait d’aucune manière excéder les apports conseillés, soit 9 à 15 mg/jour pour les hommes et les femmes adultes.

**Zinc (Zn) :**

* fonction(s) : rôle catalytique, rôle métabolique (fait partie des sites actifs de 300 enzymes), rôle structural (protéine à « doigt de zinc ») d’où implication dans la transcription du génome, stockage et relâchement de l’insuline, sécrétion d’enzymes digestives, sécrétions d’acides par les cellules pariétales de l’estomac ;
* conséquence(s) sous-dosage : retard de croissance osseuse, diminution des défense immunitaire (vulnérabilité aux infections bactériennes et parasitaires), voire lésions cutanées, diarrhée, perte d’appétit et de goût, troubles psychiques ;
* conséquence(s) surdosage : troubles digestifs, déficit en Cu ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur ;
* apport maximal tolérable : cf tableur ;
* sources alimentaires : viandes, œufs, poissons, céréales, légumineuses, lait et produits laitiers (rendement d’absorption : 30% alimentation diversifiée riche en produits d’origine animale, 20% sinon) (concurrence absorption Fe / Cu et Zn) ;
* conclusion : **le déficit en Zn est plus fréquent chez des sous-population à risque** (enfants nourris au sein, jeunes enfants, femmes enceintes et allaitantes, personnes âgées, végétariens). Le CSS estime qu’**un apport complémentaire** administré en chronique chez des **sujets déficients ou ayant des besoins accrus** (via des compléments alimentaires ou par enrichissement de l’alimentation) doit se situer **entre 5 et 10 mg/j chez l’adulte**.

**Cuivre (Cu) :**

* fonction(s) : rôle métabolique (métabolisme oxydatif), constituant de la céruloplasmine (indispensable utilisation Fe), reproduction, croissance, développement, fonction myocardique, myélinisation nerveuse, angiogenèse, régulation de neurotransmetteurs, défense immunitaire et le métabolisme du Fe ;
* conséquence(s) sous-dosage : troubles hématologiques, hypercholestérolémie, hypopigmentation de la peau et des cheveux, troubles neurologiques ;
* conséquence(s) surdosage : ? ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur ;
* apport maximal tolérable : cf tableur ;
* sources alimentaires : la plupart des aliments, notamment les céréales, viandes, œufs, légumes, fruits (rendement d’absorption : 20-40%) (concurrence absorption Fe / Cu et Zn) ;
* conclusion : **hormis quelques groupes de population à risque de déficit en Cu** (femmes enceintes et allaitantes, déficits d’absorption digestive, personnes ingérant de grandes quantités de Zn), **le déficit en Cu n’est pas un problème de santé publique**. Considérant **l’absence de démonstration d’effets bénéfiques d’un apport complémentaire en Cu dans le reste de la population**, le CSS estime qu’un apport complémentaire éventuel (via des compléments alimentaires ou par enrichissement de l’alimentation) devrait idéalement se situer dans une zone comprise entre 0,5 et 1 mg Cu/jour pour un adulte.

**Sélénium (Se) :**

* fonction(s) : 21ème acide aminé essentiel, détoxification de composés exogènes, modulation réponses inflammatoires, modulation réponses immunitaires ;
* conséquence(s) sous-dosage : diminution de la résistance au stress oxydant, susceptibilité aux infections (notamment virales), risque de cancers ou de maladies cardio-vasculaires, troubles de la fertilité, cardiomyopathie, ostéo-arthropathie déformante, dystrophie musculaire, crétinisme myxœdémateux ;
* conséquence(s) surdosage : possible risque cancer (peau, prostate)
* apports journaliers recommandés : cf tableur
* apport maximal tolérable : cf tableur
* sources alimentaires : aliments riches en protéines soit céréales, viandes, produits laitiers, œufs, poissons, produits de la mer, certains fruits à coque (rendement d’absorption > 80%) ;
* conclusion : une partie non négligeable de la population a des apports inférieurs aux besoins apports adéquats. Une complémentation en Se de personnes dont le statut en Se est relativement bas est donc potentiellement bénéfique. Cette intervention peut se faire par administration de compléments sous forme de composés séléniés biodisponibles (formes organiques telles la levure séléniée) à des doses comprises entre 50 et 100 µg Se/jour.

**Iode (I) :**

* fonction(s) : composition de l’hormone thyroïdienne T3
* conséquence(s) sous-dosage : goitre, retard dvlpt intellectuel, crétinisme, hypothyroïdie ;
* conséquence(s) surdosage : troubles thyroïdiens, pb mammaire, pb prostatique ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur ;
* apport maximal tolérable : cf tableur ;
* sources alimentaires : lait +++ (car utilisation de l’iode comme fortifiant et désinfectant), poissons +, œufs, céréales (rendement d’absorption > 90 %) ;
* conclusion : **le déficit marginal en iode est clairement en voie d’élimination** en Belgique. **Concernant les femmes enceintes et allaitantes, il est recommandé de conseiller la prise journalière d’un complément alimentaire contenant entre 50 et 100 µg d’iode**. **Pour la population générale, aucune complémentation systématique ne doit être entreprise**.

**Manganèse (Mn) :**

* fonction(s) : rôle métabolique (composant de métalloenzymes, activateur non spécifique certaines enzymes), d’où constitution du squelette et des cartilages, activité cérébrale et nerveuse, métabolisme lipidique, régulation de la glycémie, rôle anti-oxydant ;
* métabolisme énergétique, ossature, tissu conjonctif, métabolisme énergétique, etc.
* conséquence(s) sous-dosage : tb osseux (trouble de croissance, anomalie du squelette), tb métabolique (intolérance glucose, métabolisme glucidique et lipidique), tb de la reproduction ;
* conséquence(s) surdosage : neurotoxicité (syndrome parkinsonien : manganisme) ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur ;
* apport maximal tolérable : cf tableur ;
* sources alimentaires : céréales, légumes, fruits (fruits à coque, fruits secs), boissons (thé, café, et certaines autres boissons) (rendement d’absorption < 10 %) ;
* conclusion : **Le déficit en Mn n’est pas un problème de santé publique, la prise de compléments alimentaires n’est pas recommandée en population générale**.

**Molybdène (Mo) :**

* fonction(s) : rôle enzymatique (composant de métalloenzymes, de cofacteur hépatique), d’où rôle métabolique (métabolisme des purines, sulfites, sulfates, fer) ;
* conséquence(s) sous-dosage : rare, tachycardie, tachypnée, troubles neurologiques (perte de la vision nocturne, encéphalopathie et coma), troubles biochimiques ;
* conséquence(s) surdosage : antagonisme du Cu, possibles troubles de la reproduction ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur ;
* apport maximal tolérable : cf tableur ;
* sources alimentaires : végétaux (légumes à feuilles, céréales, noix), viandes dérivés d’organes (foie, reins), produits laitiers, œufs (rendement d’absorption : bon) ;
* conclusion : **Le déficit en Mo n’est pas un problème de santé publique, la prise de compléments alimentaires n’est pas recommandée en population générale.**

**Chrome (Cr) :**

* fonction(s) : possible rôle dans l’homéostasie glucidique, lipidique et protéique ;
* conséquence(s) sous-dosage : troubles métaboliques (diminution de la tolérance au glucose, hyperinsulinémie, hyperglycémie, augmentation des triglycérides et du cholestérol) ;
* conséquence(s) surdosage : ? ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur mais les données de la littérature restaient insuffisantes pour établir de valeurs d’apport nutritionnel recommandé ;
* apport maximal tolérable : cf tableur ;
* sources alimentaires : viande, huiles et graisses, pain, levure, fruits à coque, diverses céréales, poisson (rendement d’absorption < 5%) ;
* conclusion : **Le déficit en Cr n’est pas un problème de santé publique**. **Aucune certitude n’existe actuellement quant à l’intérêt d’un complément alimentaire à base de Cr** chez des personnes en bonne santé, voire même chez des sujets atteints de troubles du métabolisme glucidique ou lipidique. En raison des nombreuses incertitudes, une dose de 50 µg/jour ne devrait pas être dépassée dans le cadre d’une éventuelle complémentation.

**Fluor (F) :**

* fonction(s) : composant du fluoroapatite de calcium (dent et os), anti-cariogène ;
* conséquence(s) sous-dosage : inconnues ;
* conséquence(s) surdosage : fluorose dentaire (enfants de 1-8 ans), fluorose dentaire (déformations et fractures osseuses, enfants > 8 ans) ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur, AA de 0.05 mg/kg/j (effet anti-cariogène) ;
* apport maximal tolérable : cf tableur ;
* sources alimentaires : eau et boissons à base d’eau, poissons de mer, sel fluoré, dentifrice (partie ingérée) (rendement d’absorption) ;
* conclusion : **Le F présente un intérêt en santé publique** mais les recommandations concernant cet élément doivent prendre en compte l’apport usuel individuel. **Il n’y a aucune raison de préconiser la prise régulière par voie orale de compléments à base de F sauf en cas d’apport très faible via l’eau de boisson ou d’utilisation inadéquate de produits d’hygiène dentaire**. D’une manière générale, le CSS estime que si une complémentation par voie orale est entreprise, les quantités de F à utiliser (sous forme de sels de Na ou de K) devraient être comprises entre 25 et 50 % des apports jugés adéquats pour la prévention des caries dentaires.

**Bore (B) :**

* fonction(s) : aucune fonction propre ( ? possible influence le métabolisme et l’utilisation des autres nutriments et des œstrogènes ?) ;
* conséquence(s) sous-dosage : inconnue car pas de rôle propre ;
* conséquence(s) surdosage : toxique sans précision ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur, pas de consensus ;
* apport maximal tolérable : cf tableur ;
* sources alimentaires : fruits, légumes (dont ceux à feuilles), champignons, fruits à coque (noix, cacahuètes), eau et boissons (café, jus de fruits, vin, bière) (rendement d’absorption 90%) ;
* conclusion : **le Bore n’a très vraisemblablement aucun intérêt en nutrition humaine** et devant un hypothétique apport usuel insuffisant, **le seul conseil à donner reste une consommation équilibrée d’aliments riches en cet élément** (fruits, végétaux, noix, graines, eaux minérales, etc.). La France considère qu’un apport en B entre 0,5 et 1 mg/jour est amplement suffisant pour l’adulte (AFSSA, 2001), norme qui semble facilement rencontrée.

**Silicium (Si) :**

* fonction(s) : aucun rôle ou fonction directement dépendante du Si mise en évidence ;
* conséquence(s) sous-dosage : inconnue car pas de rôle propre ;
* conséquence(s) surdosage : ? ;
* apports journaliers recommandés : cf tableur, estimation peu fiable de 10-25 mg/j (base des apports alimentaires moyens et excrétion urinaire) ;
* apport maximal tolérable : cf tableur, impossible à fournir, apport alimentaire moyen de 20-50 mg/j dénué de tout risque pour la santé ;
* sources alimentaires :bière, eau, café, graines, céréales (rendement d’absorption : bon) ;
* conclusion : **le silicium ne semble pas avoir de fonction propre chez l’être humain.** Dans l’état actuel des connaissances, seul le **conseil de privilégier des aliments riches en Si** semble pertinent (graines, fruits, boissons, légumes). Si des compléments alimentaires sont envisagés, le CSS estime que des données de biodisponibilité devraient être fournies avec les formes utilisées et que la dose quotidienne exprimée en Si ne doit pas dépasser 10 mg chez l’adulte pour des préparations de biodisponibilité moyenne (50 %).

**SOURCES / BIBLIOGRAPHIES :**

- Recommandations nutritionnelles pour la Belgique - Partim I : Vitamines et oligo-éléments, juin 2015 (CSS 9164 et 9174) : <https://www.health.belgium.be/fr/avis-9164-et-9174-recommandations-nutritionnelles> (PDF disponible au téléchargement)

- AVIS de l'Anses relatif à l’évaluation des apports en vitamines et minéraux issus de l'alimentation non enrichie, de l’alimentation enrichie et des compléments alimentaires dans la population française : estimation des apports usuels, des prévalences d'inadéquation et des risques de dépassement des limites de sécurité, mars 2015 ; <https://www.anses.fr/fr/content/avis-de-lanses-relatif-%C3%A0-l%E2%80%99%C3%A9valuation-des-apports-en-vitamines-et-min%C3%A9raux-issus-de> (PDF disponible au téléchargement)

- collège français des enseignants en nutrition : <http://campus.cerimes.fr/nutrition/poly-nutrition.pdf>

- [https://www.nutripro.nestle.fr/dossier/nutrition-generale/vie-quotidienne-et-equilibre-alimentaire/les-apports-nutritionnels-conseilles-anc/anc-ajr-rnj-de-quoi-parle-t#](https://www.nutripro.nestle.fr/dossier/nutrition-generale/vie-quotidienne-et-equilibre-alimentaire/les-apports-nutritionnels-conseilles-anc/anc-ajr-rnj-de-quoi-parle-t) site de NESTLE mais le seul site fournissant des définitions et une distinction qui semblaient cohérentes des ANC et des AJR.

- CERIN, centre de recherche et d’information nutritionnelles, est le département santé de l’interprofession des produits laitiers : <https://www.cerin.org/glossaire/apports-journaliers-recommandes/>

- WIKIPEDIA : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Oligo-%C3%A9l%C3%A9ment#Classification_des_oligo-%C3%A9l%C3%A9ments> ET <https://fr.wikipedia.org/wiki/Vitamine>