

Rôle des vitamines et des minéraux : effets sur la santé

Présentation	2
1. Rôle des vitamines liposolubles et hydrosolubles.....	2
1.1. Les complexes vitaminiques : bon ou mauvais pour la santé.....	3
La vitamine liposoluble A	4
La vitamine liposoluble D	4
La vitamine liposoluble E	5
La vitamine liposoluble K	5
1.2. Tableau récapitulatif des vitamines liposolubles	5
La vitamine hydrosoluble B1	6
La vitamine hydrosoluble B2	6
La vitamine hydrosoluble B3	6
La vitamine hydrosoluble B5	6
La vitamine hydrosoluble B6	7
La vitamine hydrosoluble B8	7
La vitamine hydrosoluble B9	7
La vitamine hydrosoluble B12	8
La vitamine hydrosoluble C	8
1.3. Tableau récapitulatif des vitamines hydrosolubles	8
2. Les principaux minéraux.....	9
2.1. Le calcium	10
Calcium, ostéoporose, activité physique et prévention.....	10
2.2. Le phosphore	12
2.3. Sodium et potassium	12
Sodium et hypertension.....	13
2.4. Le magnésium.....	14
2.5. Le fer	14
La femme est-elle plus à risque ?	15
Source alimentaire et apport en fer	15
2.6. Tableau récapitulatif des principaux minéraux.....	15
Conclusion.....	16
Références	16

Présentation

La régulation efficace du fonctionnement cellulaire (métabolisme) dépend d'un apport régulier de macronutriments, c'est-à-dire de glucides, de lipides et de protéides. Cet apport renferme de petites mais néanmoins importantes quantités de vitamines et de minéraux, les micronutriments, dont les fonctions hautement spécifiques sont de faciliter le transfert d'énergie et la synthèse des tissus. Ainsi, l'adulte doit prélever seulement 350 g de vitamines dans les 820 kg de nourriture consommée annuellement. Avec une nutrition adéquate, faisant appel à diverses sortes d'aliments, le recours aux suppléments vitaminiques et minéraux est un gaspillage physiologique et économique. En dépit de la croyance populaire, largement influencée par le harcèlement publicitaire des fabricants et vendeurs, les vitamines, tout comme les minéraux, n'apportent par eux-mêmes aucune calorie, pas plus d'ailleurs qu'ils n'apportent force, énergie, jeunesse ou ne font maigrir. Pour autant, leur rôle est prépondérant dans le bon déroulement des processus physiologiques et c'est certainement cet aspect qui explique leur statut flatteur aux yeux de l'opinion.

Les vitamines n'ont pas de structure chimique commune ; elles sont considérées comme "accessoires" car elles ne contribuent pas substantiellement à la masse de l'organisme et elles ne fournissent pas directement d'énergie ; par contre elles sont associées aux réactions chimiques nécessaires à la production d'énergie. À l'exception de la vitamine D, l'organisme ne synthétise pas de vitamines, ce qui revient à dire qu'il faut aller les chercher dans le régime quotidien ou dans des suppléments. Comme pour les vitamines, l'organisme n'a pas besoin de surplus de minéraux car ils sont présents en quantité suffisante dans les aliments que nous ingérons et dans l'eau que nous buvons. Un autre point commun avec les vitamines est que notre organisme ne sait pas les fabriquer ; il faut donc en apporter régulièrement via notre alimentation ou par des suppléments. Finalement, ce qui différencie les vitamines des minéraux est que ces derniers s'incorporent fréquemment aux structures fonctionnelles de l'organisme comme les dents, les os alors que les vitamines activent les processus chimiques sans s'intégrer aux produits des réactions qu'elles catalysent. Puisque les vitamines et les minéraux sont absolument indispensables au bon fonctionnement de nos organes, il semble normal de leur rendre hommage en s'y intéressant, tout du moins en ce qui concerne les plus importants.

1. Rôle des vitamines liposolubles et hydrosolubles

Les chercheurs ont isolé, analysé, classifié et recommandé l'apport alimentaire de treize vitamines. Elles sont pour quatre d'entre elles liposolubles et le reste hydrosolubles. Les vitamines hydrosolubles ressemblent aux vitamines liposolubles en ce qu'elles contiennent du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène, de l'azote et des ions métalliques tels le fer, le molybdène, le cuivre, le soufre et le cobalt.

Toutefois, en raison de leur solubilité dans l'eau, les vitamines hydrosolubles sont dispersées dans les liquides de l'organisme et ne peuvent être mises en réserve substantielle.

Les vitamines A, D, E et K sont dites liposolubles car elles sont insolubles dans l'eau mais solubles dans les lipides. L'ingestion quotidienne de vitamines liposolubles n'est pas nécessaire car elles sont dissoutes et emmagasinées dans le tissu adipeux, notamment les vitamines A et D alors que la vitamine E est mise en réserve dans le foie ainsi que la vitamine K dans une moindre mesure. Cette classe de vitamines est souvent apportée par les corps gras alimentaires et, s'astreindre à un régime sans graisse peut entraîner des carences. En fait, une déficience en vitamines liposolubles peut n'être manifeste qu'au bout de quelques années d'insuffisance. Par contre, un apport excessif de vitamines liposolubles peut être nuisibles comme la vitamine A et D aux effets toxiques reconnus. Ainsi, les femmes qui consomment trop de vitamine A en début de leur grossesse font courir un risque accru de déficience à leur bébé. Chez les enfants, un excès de vitamine A cause de l'irritabilité, un gonflement des os, une perte de masse et une sécheresse de la peau avec démangeaison. Chez l'adulte, les symptômes sont la nausée, la céphalée, la somnolence, la perte de cheveux, la diarrhée et la perte de calcium des os qui deviennent alors fragiles. Une surconsommation de vitamine D peut causer des dommages aux reins. Pour ces raisons, il est évident qu'on ne devrait pas consommer de surdose des vitamines liposolubles sans surveillance médicale suivie, d'autant qu'il est reconnu qu'une surconsommation n'apporte aucun profit. Par surconsommation, il faut entendre ce qui est au-delà de l'apport d'un régime alimentaire bien équilibré.

Les vitamines hydrosolubles jouent surtout un rôle de coenzymes ; petites molécules qui se combinent à une autre protéine plus grosse pour former une enzyme active accélérant et conduisant la conversion des substances chimiques. Les vitamines participent donc activement aux réactions chimiques, mais lorsque la réaction est achevée, elles retrouvent leur structure originelle pour un usage ultérieur. Ce fait confirme qu'il n'est pas nécessaire d'en consommer exagérément même si la durée de vie des vitamines hydrosolubles ne dure guère plus que 8 à 14 heures. Après leur potentiel est donc réduit au point de devenir inactif si entre temps un autre repas n'a pas eu lieu.

1.1. Les complexes vitaminiques : bon ou mauvais pour la santé

Même si des gens normaux suivant un régime alimentaire bien équilibré n'ont pas besoin d'un surplus de vitamines, certains slogans publicitaires invitent à une surconsommation de vitamines. Certains athlètes préoccupés par leur performance physique et d'autres préoccupés par leur performance professionnelle vont jusqu'à consommer des mégadoses qui surpassent de 10 à 100 fois les doses recommandées. Sauf en cas de carence démontrée, cette pratique peut s'avérer plus nuisible qu'utile.

Une fois les systèmes enzymatiques saturés en vitamines par une alimentation équilibrée, le surplus n'est plus que produit chimique dans l'organisme que ce dernier s'efforce d'éliminer. Par exemple des doses

élevées de vitamine C hydrosoluble peut élever le taux sérique d'acide urique et provoquer des calculs rénaux chez les personnes prédisposées. Chez les sujets atteints d'anémie ferriprive, des mégadoses de vitamine C détruisent la vitamine B12 en quantité substantielles. Chez les personnes en bonne santé, des suppléments de vitamine C irritent souvent l'intestin et provoquent des diarrhées. Pour ce qui concerne le complexe des vitamines B, il est admis qu'un excès de vitamine B6 peut causer une atteinte du foie et des lésions aux nerfs alors que trop la vitamine B2 entraînerait des troubles visuels et une mégadose d'acide de vitamine B3 empêche le muscle cardiaque d'extraire des acides gras au cours d'un effort physique. Les effets secondaires possibles de surplus de la vitamine E vont des céphalées, de la fatigue, de la vision embrouillée, des troubles gastro-intestinaux, à la faiblesse musculaire et à l'hypoglycémie. Les effets toxiques de mégadoses en vitamine A sur le système nerveux et ceux destructeurs d'excès de la vitamine D sur les reins ont été clairement démontrés. L'enrichissement principal dans l'utilisation massive de complexes vitaminiques s'adresse aux fabricants et revendeurs.

La vitamine liposoluble A

La provitamine A (bêtacarotène) est largement distribuée dans les légumes verts ; le rétinol (vitamine A), constituant de la rhodopsine (pigment visuel), est présent dans le lait, le beurre, le fromage, la margarine enrichie, les carottes crues. Ses principales fonctions sont le maintien de l'acuité visuelle, prévient le vieillissement de la peau, entretient la beauté des cheveux des ongles et des dents. En outre, elle stimule le système immunitaire et renforce les voies respiratoires. Lors de leur cuisson, les aliments perdent 20 % de leur teneur en vitamines A. Un déficit en vitamine A peut provoquer des lésions des tissus oculaires ainsi qu'une cécité nocturne voire permanente. Une supplémentation provoque des maux de tête, des vomissements, une desquamation cutanée, anorexie et tuméfaction des os longs. L'apport moyen journalier recommandé est de 1 mg.

La vitamine liposoluble D

La vitamine D ou calciférol se retrouve dans l'huile de foie de morue, les œufs, les produits lactés, le lait et la margarine. La vitamine favorise la croissance et la minéralisation des os en augmentant l'absorption du calcium. Outre l'apport alimentaire, notre organisme se procure la vitamine D par l'exposition au soleil dont l'efficacité en France est optimale des mois de mars à octobre. Son déficit entraîne le rachitisme (déformations osseuses) chez l'enfant et une diminution de la densité osseuse chez la personne âgée. Une utilisation excessive provoque des vomissements, diarrhée, perte de poids et des lésions rénales. L'apport moyen journalier recommandé est de 0,01 mg.

La vitamine liposoluble E

La vitamine E (tocophérol et tocotriénol) joue un rôle important dans l'intégrité cellulaire et se retrouve en quantité importante dans les céréales, les légumes verts et tous les corps gras. Lors de leur cuisson, les aliments perdent 20 % de leur teneur en vitamines E. Cette vitamine a fait l'objet de nombreuses recherches en raison de son pouvoir antioxydant. Elle piège les radicaux libres, molécules très réactives responsables de lésions cellulaires. Par là-même, elle limite au niveau pulmonaire les effets toxiques des particules polluantes inhalées dans l'air ambiant. Perçue comme une vitamine miracle, sensée diminuer le risque d'un grand nombre d'infections comme le rhumatisme inflammatoire, la dystrophie musculaire, l'insuffisance coronarienne, les troubles menstruels, l'avortement spontané ou la stérilité masculine ... Tous ces effets supposés n'ont pas été véritablement confirmés sur le plan scientifique. L'apport moyen journalier recommandé est de 8 mg.

La vitamine liposoluble K

La vitamine K (phylloquinone) se retrouve dans les légumes verts, en petite quantité dans les céréales, les fruits et les viandes. Ses principales fonctions dans l'organisme sont la coagulation sanguine et participe à la formation des facteurs de coagulation. En association avec la vitamine D, elle aide à fixer le calcium sur les os d'où son intérêt dans le traitement de l'ostéoporose. Non soluble dans l'eau, elle est très résistante à la cuisson, mais elle se détruit à la lumière. Son déficit entraîne des problèmes hémorragiques. Les suppléments de vitamine K sont assimilés à des médicaments et ne sont pas autorisés comme compléments alimentaires. L'apport moyen journalier recommandé est de 0,08 mg.

1.2. Tableau récapitulatif des vitamines liposolubles

Vitamines	Sources alimentaires	Carence	Surplus
A (rétinol)	Foie, jaune d'œuf, lait, beurre, carottes, épinards, tomates, abricots.	Troubles de la vision nocturne. Sensibilité à la réverbération. Sécheresse de la peau. Intolérance cutanée au soleil. Sensibilité aux infections ORL.	Céphalées, vomissements, pelage de la peau, anorexie, inflammation des os longs.
Provitamine A (bêta-carotène)	Carottes, cresson, épinards, mangues, melon, abricots, brocolis, pêches, beurre.		
D (calciférol)	Foie, thon, sardine, jaune d'œuf, champignons, beurre, fromage. Le soleil.	Enfant : rachitisme. Personnes âgées : ostéoporose) démérialisation osseuse.	Vomissements, diarrhées, perte de poids, lésions rénales.
E (tocophérol)	Huiles, noisettes, amandes, céréales complètes, lait, beurre, œufs, chocolat noir, pain complet.	Fatigabilité musculaire. Risques d'accidents cardio-vasculaires. Vieillesse cutané.	Relativement peu toxique. Des fortes doses peuvent provoquer des céphalées et de la fatigue.
K (phylloquinone)	Fabriquée par les bactéries du côlon. Foie, chou, épinards, œufs, brocolis, viande, chou-fleur.	Accidents hémorragiques.	Relativement peu toxique. Des fortes doses de produits synthétiques peuvent causer la jaunisse.

La vitamine hydrosoluble B1

La vitamine B1 ou thiamine intervient essentiellement comme coenzyme et son action se situe au niveau de la transformation de l'acide pyruvique, sous-produit de la dégradation des glucides. Elle permet aussi d'accélérer la cicatrisation. C'est une vitamine très répandue (céréales, viande de porc, banane, noix), mais la cuisson des aliments peut lui faire perdre jusqu'à 60 % d'apport. Sa carence provoque de la fatigue musculaire y compris le muscle cardiaque, des névrites et des paralysies. Cette vitamine prise à dose élevée n'est pas toxique car elle est éliminée par les selles. L'apport moyen journalier recommandé est de 1,2 mg.

La vitamine hydrosoluble B2

La vitamine B2 (riboflavine) intervient sous deux formes différentes de coenzymes, dans la dégradation des acides gras, et bien d'autres processus dont l'utilisation de certains acides aminés. Les principales sources en sont les laitages et les chairs animales, ainsi que le foie, la levure de bière et le germe de blé. Elle résiste à la cuisson, mais n'aime pas la lumière. La vitamine B2 à forte dose colore les urines en jaune citron, mais elle n'est pas toxique. La carence en vitamine B2 induit des troubles oculaires, de la peau et des muqueuses. L'apport moyen journalier recommandé est de 1,5 mg.

La vitamine hydrosoluble B3

La niacine (vitamine B3 ou PP) qu'on retrouve en abondance dans les céréales, le foie de veau, la viande de bœuf, poissons, existe dans notre ration sous deux formes : acide nicotinique et nicotamide qui sont les constituants de deux coenzymes impliquées dans le métabolisme des glucides, des lipides et des protéides. La vitamine B3 contribue au maintien du cholestérol, mais ne peut s'opposer à une alimentation riche en acides gras saturés. À la cuisson, une partie des vitamines se dissout dans l'eau. Sa carence produit la pellagre (lésions cutanées gastro-intestinales). Prise en grande quantité, elle provoque des désagréments comme des bouffées de chaleur, des rougissements de la peau, des démangeaisons et picotements au cou, au visage et aux mains. En raison de son action sur le métabolisme des acides gras, nombre de personnes sont tentées d'en augmenter les apports sans pour autant demander avis à son médecin. Cela peut s'avérer nocif d'autant plus pour les personnes souffrant du foie, chez les femmes enceintes ou qui allaitent. L'apport moyen journalier recommandé est de 17 mg.

La vitamine hydrosoluble B5

L'acide pantothénique se retrouve dans les produits laitiers, œufs, le pain complet, les lentilles et haricots. La vitamine B5 est un constituant de la coenzyme A qui joue un rôle central dans le métabolisme

énergétique. La carence en vitamine B5 se manifeste par une chute des cheveux, des douleurs abdominales, des insomnies et une fatigue permanente. Son excès n'est pas toxique et son apport moyen journalier recommandé est de 5 mg. Lors de la cuisson des aliments, les pertes sont de 30 %.

La vitamine hydrosoluble B6

Les meilleures sources privilégiées en vitamine B6 (pyridoxine) sont la levure de bière, le germe de blé, les chairs animales, les légumes secs, le soja et ses dérivés (denrées toutes riches en protides), le riz brun, le cacao et la banane. Les besoins en vitamine B6 dépendent étroitement des apports protéiques. Ainsi ils augmentent quand on consomme des rations riches en protides, comme c'est le cas des sports de force ou lors d'un cycle de musculation. La B6 participe aussi à l'utilisation des glucides. Elle entre aussi dans la constitution des neurotransmetteurs, des hormones et des protéines. La cuisson lui fait perdre 30 à 50 % de sa teneur, selon qu'il s'agit de viande ou de fruits et légumes. Le manque de vitamine B6 rend irritable, conduit à des convulsions, des contractions musculaires, des calculs rénaux. Son excès n'est pas rapporté et son apport moyen journalier recommandé est de 1,8 mg.

La vitamine hydrosoluble B8

La biotine ou vitamine B8 intervient comme coenzyme dans de nombreuses réactions, dont une, très importante, qui permet la néoglucogenèse (c'est-à-dire la formation de glucose à partir de substances non glucidiques). On peut donc penser a priori qu'elle s'avère capitale dans les sports d'endurance, mais il n'apparaît pas utile d'en fournir un supplément. De plus, ses carences sont très rares car. En plus des apports alimentaires, il existe une synthèse par la flore intestinale. Seule la prise d'oeufs crus en quantité excessive peut l'affecter. En effet, le blanc cru contient une protéine, l'avidine, qui fixe la biotine et la fait éliminer dans les selles. La cuisson à l'eau des aliments fait perdre 20 à 40 % de vitamine B8. Les meilleures sources de B8 sont le foie, les sardines, les oléagineux, les jaunes d'oeuf, le poulet et les légumes secs. Un apport moyen journalier de 0,08 mg est satisfaisant.

La vitamine hydrosoluble B9

L'acide folique ou vitamine B9 intervient comme cofacteur d'enzymes impliquées dans le métabolisme de deux acides aminés et participe aux divisions cellulaires, ce qui explique pourquoi son déficit chez les femmes enceintes, puisse occasionner une anémie. La carence en vitamine B9 engendre fatigue et troubles du sommeil surtout chez la femme enceinte et le nourrisson. En l'absence d'une telle anomalie, la consommation quotidienne de fruits et légumes frais aide à satisfaire les besoins, évalués à 0,2 mg par jour. La cuisson des légumes fait perdre 80 à 90 % d'acide folique.

La vitamine hydrosoluble B12

La vitamine B12 (cobalamine) ne se trouve que dans les aliments d'origine animale. On a cru à une époque que les algues en fournissaient aussi mais les dérivés qu'elles renferment ne possèdent aucune action vitaminique. Il faut donc consommer quotidiennement des laitages et un minimum d'œufs ou de chairs animales. La vitamine B12 intervient dans une multitude de processus métaboliques, mais on s'y est surtout intéressé en raison de son rôle dans la formation des globules rouges. Malheureusement, les expériences tentées pour augmenter le nombre de globules rouges n'ont pas fourni de résultats probants. Cependant, le manque de vitamine B12 se traduit par un essoufflement et une grande fatigue. À la cuisson des aliments, la perte atteint près de 50 %. Cette vitamine n'est pas toxique et un apport quotidien de 0,002 mg est suffisant.

La vitamine hydrosoluble C

La vitamine C ou acide ascorbique a fait l'objet avec la vitamine E du plus grand nombre de travaux en médecine. Sa diversité d'actions, tant dans les phénomènes liés à l'activité sportive qu'à ceux davantage en rapport avec la santé en général, l'explique aisément. Il s'agit notamment d'un composé doté d'une action antioxydante, et qui protège avec la vitamine E, autre antioxydant, des agressions dont elle peut être victime, en particulier de la part des radicaux libres. Elle intervient encore dans la synthèse du collagène (qui donne à certains tissus leur robustesse) ou encore dans celle de multiples hormones et de neurotransmetteurs, ce qui en fait un intervenant de choix dans les processus d'adaptation au stress. Elle améliore également la tolérance à la chaleur. Elle contribue enfin à améliorer l'absorption du fer non hémérique, c'est-à-dire celui apporté par les végétaux, les oeufs, et les sels de fer proposés dans le cadre de la supplémentation. L'ajout de citron ou de persil sur une source végétale de fer, ou l'ingestion d'un jus de fruit en début de repas améliorent singulièrement l'absorption du fer végétal. On la retrouve principalement dans les agrumes, les tomates, les poivrons verts et les salades vertes. Les légumes et les fruits perdent jusqu'à 90 % de vitamine C lorsqu'ils sont cuits, mais seulement 30 % si on les consomme crus. La vitamine C, contrairement à ce qu'on a longtemps pensé, n'améliore pas les performances de sujets exempts de carence en acide ascorbique pas plus qu'elle ne constitue un antiasthénique ni un excitant : son ingestion à des doses physiologiques (de l'ordre de ce que délivre un repas équilibré) n'affecte pas le sommeil. Un apport quotidien en vitamine C de 60 mg s'avère suffisant. La vitamine C n'est pas toxique, mais peut provoquer à des doses très élevées des diarrhées en favorisant trop largement le transit intestinal.

1.3. Tableau récapitulatif des vitamines hydrosolubles

Vitamines	Sources alimentaires	Carence	Surplus
-----------	----------------------	---------	---------

B 1 (thiamine)	Levure sèche, germes de blé, porc, abats, poisson, céréales complètes, pain complet.	Fatigue, irritabilité. Trouble de la mémoire. Manque d'appétit, dépression. Faiblesses musculaires.	Pas rapporté.
B 2 (riboflavine)	Levure sèche, foie, rognons, fromage, amandes, œufs, poisson, lait, cacao.	Dermite séborrhéique. Acné rosacé, photophobie. Cheveux fragiles et ternes. Lésions : lèvres, langue.	Pas rapporté.
B 3 (niacine)	Levure sèche, son de blé, foie, viande, rognons, poisson, pain complet, dattes, légumes secs, flore intestinale.	Fatigue, insomnie, anorexie, état dépressif. Lésion de la peau (lucite) et des muqueuses.	Rougisement de la peau, démangeaison, et picotement au cou, au visage et aux mains
B 5 (acide pantothénique)	Levure sèche, foie, rognons, œufs, viande, champignons, céréales, légumes.	Fatigue, maux de tête, nausées, vomissements. Troubles caractériels, hypotension. Chute de cheveux.	Pas rapporté.
B 6 (pyridoxine)	Levure sèche, germes de blé, soja, foie, rognons, viande, poisson, riz, avocats, légumes secs, pain complet.	Fatigue, état dépressif, irritabilité. Vertiges, nausées, lésions de la peau. Désirs de sucrerie. Maux de tête dus aux glutamates.	Pas rapporté.
B 8 (biotine)	Flore intestinale, levure sèche, foie, rognons, chocolat, œufs, poulet, champignons, chou-fleur, légumes, viande, pain.	Fatigue, manque d'appétit, nausée. Fatigue musculaire, peau grasse. Chute de cheveux. Insomnie, dépression. Troubles neurologiques.	Pas rapporté.
B 9 (acide folique)	Levure sèche, foie, huîtres, soja, épinards, cresson, légumes verts, légumes secs, pain complet, fromage lait, germe de blé.	Fatigue, trouble de la mémoire. Insomnie, état dépressif. Confusion mentale. Retard de cicatrisation. Troubles neurologiques.	Pas rapporté.
B 12 (cobalamine)	Foie, rognons, huîtres, hareng, poisson, viande, œufs.	Fatigue, irritabilité, dépression. Pâleurs, anémie, manque d'appétit. Troubles du sommeil. Douleurs neuromusculaires. Troubles de la mémoire.	Pas rapporté.
C (acide ascorbique)	Baies d'églantier, cassis, persil, kiwis, brocolis, légumes verts, fruits, (agrumes), foie, rognons.	Fatigue, somnolence. Manque d'appétit. Douleurs musculaires. Faibles résistances aux infections. Essoufflement rapide à l'effort.	Relativement peu toxique. Possibilité de calculs rénaux.

2. Les principaux minéraux

Les minéraux se distinguent des vitamines en ce sens qu'ils s'incorporent fréquemment aux structures et substances fonctionnelles de l'organisme, mais pas seulement puisqu'ils sont aussi associés aux processus de dégradation des aliments. Les minéraux contribuent à la structure des os et des dents ; du point de vue fonctionnel, ils sont intimement associés au maintien de la rythmicité cardiaque, à la contractilité musculaire, à la conduction nerveuse et à l'équilibre acido-basique de l'organisme. Enfin, les minéraux font aussi office de régulateurs du métabolisme cellulaire (ensemble des réactions chimiques). Ils sont des constituants importants des enzymes et des hormones dont le rôle est de modifier et de réguler l'activité cellulaire. Parmi les minéraux, on peut distinguer les macro-éléments, c'est-à-dire qu'il en faut plus de

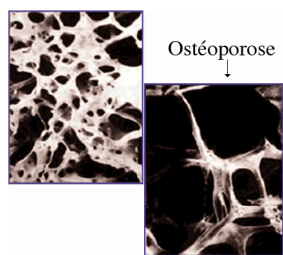
100 mg par jour et les oligo-éléments pour lesquels moins de 100 mg suffisent. Presque tous les minéraux, macro ou oligo-éléments, sont libres dans la nature et surtout dans l'eau des lacs, des rivières et océans, dans le sol et sous la surface de la terre. On les retrouve aussi dans les plantes et les arbres et dans l'organisme des animaux végétariens. À l'identique des vitamines, il n'est pas nécessaire d'entreprendre des surconsommations de minéraux puisqu'une alimentation régulière et équilibrée est suffisante. Un excès peut même devenir toxique. Ainsi, une surconsommation de fer peut provoquer une cirrhose et une consommation élevée de zinc conduit à des nausées, des vomissements et la diarrhée.

2.1. Le calcium

Le calcium est le minéral le plus abondant de l'organisme. Associés au phosphore pour former les os et les dents, ils représentent 75 % du contenu minéral de l'organisme soit environ 2,5 % de la masse corporelle. Outre cette fonction structurale, le calcium joue un rôle important dans l'activation de la contraction musculaire et la transmission de l'influx nerveux. Il active plusieurs hormones et il est un constituant du calcitrol, la forme active de la vitamine D, en plus d'être essentiel à la coagulation et au transport membranaires des lipides.

Calcium, ostéoporose, activité physique et prévention

Contrairement aux idées reçues, l'os est un tissu vivant qui contient du tissu nerveux et des vaisseaux sanguins chargés de lui fournir les sels qui lui assurent sa rigidité. Grâce à des cellules spécifiques (les ostéoclastes) chargées de la résorption de l'os et à d'autres (les ostéoblastes) contribuant à sa synthèse, l'os est en perpétuel renouvellement. La disponibilité du calcium conditionne donc le remodelage osseux. Ce point revêt une extrême importance car le calcium est associé à un grand nombre de fonctions métaboliques comme la conduction nerveuse et la contraction musculaire qui inclut le fonctionnement cardiaque.



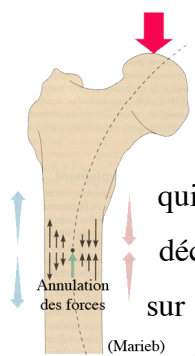
Si l'apport recommandé journalier en calcium est insuffisant, l'organisme va puiser dans les réserves osseuses pour satisfaire les besoins métaboliques au point que les os vont progressivement se déminéraliser laissant apparaître de grands espaces vides. Autrement dit, les os fonctionnent comme des "réservoirs" où l'organisme tire le calcium dont il a besoin. Si ce déséquilibre persiste un état

d'ostéoporose s'installe parallèlement à la perte de minéraux. Les os deviennent poreux et fragiles et peuvent plus facilement se briser en condition d'usage normale. Même si les enfants ont besoin de plus de calcium que les adultes, il est aussi évident que beaucoup de femmes et d'hommes n'en absorbent pas assez. De façon générale, les adolescents et les jeunes adultes ont besoin chaque jour de 1 200 mg de

calcium par jour, soit la quantité de quatre à cinq verres de lait. En réalité, le calcium est l'élément qui fait le plus souvent défaut notamment chez la femme post-ménopausée. La plus forte prédisposition des femmes âgées à l'ostéoporose semble liée au fait que les œstrogènes favorisent l'absorption du calcium et limitent son extraction du tissu osseux. Les hommes sont moins sujets à l'ostéoporose car ils produisent généralement des quantités importantes d'œstrogènes. De plus, une partie de la testostérone en circulation est transformée en œstrogènes; contribuant ainsi à l'équilibre calcique.

En termes de prévention, la meilleure défense contre la perte de masse osseuse est un apport adéquat de calcium tout au long de la vie. Les experts recommandent 1 200 à 1 500 mg de calcium par jour pour les femmes dans la quarantaine et particulièrement pour celles qui ne produisent plus d'œstrogènes après la ménopause. Le lait et les produits laitiers, les sardines et le saumon, les haricots et les légumes au feuillage vert foncé sont de bonnes sources de calcium ; sans oublier la vitamine D qui contribue à la fixation du calcium. À un apport alimentaire équilibré s'ajoute la prévention par l'exercice physique qui, lorsqu'il est pratiqué régulièrement, retarde la sénescence du squelette et cela à tous les âges de la vie. De fait, la perte de masse osseuse avec l'âge est étroitement liée au passage à une vie moins active. Particulièrement bénéfiques sont les exercices qui mettent en charge le squelette ; musculation, marche, course, danse, nécessitent l'application d'une force musculaire substantielle sur les os. Les personnes pratiquant des activités de force présentent une masse osseuse supérieure à des personnes pratiquant des sports d'endurance.

D'après la loi de Wolf, le remaniement osseux se produit en réaction aux forces et aux sollicitations qui s'exercent sur eux. Lorsqu'un os est déformé suite à l'application d'une charge, il se produit un courant électrique qui stimule l'activité des cellules ostéoblastes qui entraînent une accumulation de calcium. Puisque la charge placée sur la plupart des os est décentrée, les os sont contraints de plier. Ainsi, dans l'exemple du fémur, la charge appliquée sur la tête (flèche rouge) risque de faire fléchir cet os le long de l'arc illustré par les pointillés.



Cette flexion comprime l'os d'un côté (flèches roses convergentes) et l'étire de l'autre côté (flèches bleues divergentes). Ces deux forces s'annulent en un point, au centre, de sorte que l'intérieur de l'os a besoin de moins de matière osseuse que sa face externe.

Autrement dit, il existe une interdépendance des systèmes osseux et musculaires. Si nous pratiquons régulièrement une activité physique comme il est proposé dans les salles de mise en forme (circuits training en musculation, body-pump, aérobic ...), la marche, la danse, le tennis ..., nos muscles gagnent en efficacité et exercent une plus grande pression sur nos os. Par conséquent, les os restent forts et sains et leur masse augmente afin d'assumer ces contraintes additionnelles. Étant donné que nos os atteignent leur densité maximale vers le milieu de notre vie, il est important de pratiquer des exercices tout au long de notre vie. Cela est d'autant plus important chez les femmes qui ont une moins grande masse osseuse que les hommes et la perdent plus rapidement. Même une marche de 1,5 km par jour s'avère profitable au

maintien de la densité osseuse durant et après la ménopause. L'exercice régulier favorise également l'étirement des tissus conjonctifs qui lient les os aux muscles et à d'autres os, et il renforce les articulations. Par le fait même, la flexibilité globale augmente et les risques de blessures diminuent, ce qui permet de rester actif jusqu'à un âge très avancé. A contrario, l'inactivité physique favorise l'apparition des douleurs et la douleur stimule la paresse.

2.2. Le phosphore

Le phosphore se trouve également en grande quantité dans les os (85 % de tout le phosphore de l'organisme). Lié au calcium, il contribue à donner aux os et aux dents leur rigidité. L'ingestion de phosphore, et par suite son arrivée dans le sang, influencent directement la formation de l'os, mais son absorption interfère avec celle du calcium, de sorte qu'un bon équilibre apparaît nécessaire entre ces deux minéraux. On estime que la meilleure façon de les respecter consiste à ingérer trois portions quotidiennes de laitages, du fait qu'il s'agit de sources conjointes de calcium et de phosphore. Il est recommandé également de ne pas abuser d'aliments riches en phosphore, mais dépourvus de calcium, comme l'ensemble des chairs animales car une alimentation hypercarnée, riche en phosphore, affecte l'assimilation du calcium. Le phosphore figure à des teneurs élevées dans de nombreuses denrées, comme les laitages, les viandes, les volailles, les poissons et certaines céréales.

Le phosphore est aussi un constituant essentiel des composés énergétiques de l'adénosine triphosphate (ATP) et de la créatine phosphate (CP). L'ATP, issu de la dégradation des aliments (glucides, lipides, protides) est le seul fournisseur d'énergie directement utilisable par les cellules pour toute forme de travail biologique. Le phosphore se combine aux lipides pour former les phospholipides des membranes cellulaires. La phosphatase est une enzyme contenant du phosphore qui régularise le métabolisme cellulaire. Le phosphore participe aussi à la neutralisation des produits acides du métabolisme énergétique.

2.3. Sodium et potassium

Le sodium et le potassium sont des électrolytes car ils sont dissous dans l'organisme sous forme d'ions chargés électriquement. Le sodium est le minéral le plus abondant dans le liquide extracellulaire et sa présence détermine la volémie, c'est-à-dire le volume de liquide circulant. En conséquence sa teneur, nommée natrémie, détermine la valeur de la pression sanguine : si ce paramètre chute, il s'ensuit l'apparition d'une hypotension. La fonction majeure du sodium est de moduler les échanges de liquide entre les divers compartiments liquidiens, d'où l'échange constant et bien contrôlé de nutriments et de déchets entre la cellule et le milieu extracellulaire. Si le sodium se trouve être le minéral du milieu extracellulaire, le potassium est le grand minéral intracellulaire. La fonction probablement la plus

importante du sodium et du potassium est l'établissement d'un juste gradient électrique transmembranaire entre le milieu intra et extracellulaire. Cette différence de potentiel électrique entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule est nécessaire à la transmission de l'influx nerveux, à la stimulation et à la contraction du muscle et au bon fonctionnement des glandes. Les électrolytes sont aussi importants pour le maintien de la perméabilité des membranes cellulaires et le contrôle de l'équilibre entre les éléments acides et basiques des liquides organiques et particulièrement du sang.

Sodium et hypertension

Présent dans la totalité des denrées (à des teneurs toutefois fort variables), le sodium ne donne quasiment jamais lieu à des problèmes de carence dans les pays occidentaux. Au contraire, comparativement aux rapports recommandés actuellement fixés à environ 5 grammes par jour, notre ration présente un net excédent, son contenu pouvant fréquemment en fournir le triple. L'absorption de sodium est régulée par l'hormone aldostérone qui agit sur les reins pour économiser le sodium lorsque son apport est faible. Inversement, si l'apport est élevé, l'excès est éliminé par les reins. L'équilibre de sel est donc normalement maintenu, en dépit d'apports très variés. Chez certaines personnes prédisposées, ce contrôle ne s'applique pas toujours, ce qui tend à provoquer une augmentation du volume plasmatique et donc de la pression artérielle à des niveaux dangereux. En fait, une personne au régime typiquement occidental ingère au quotidien environ 4 500 mg de sodium, soit 8 à 12 grammes de sel de table, ce qui représente 8 à 10 fois les besoins réels de l'organisme qui sont de 500 milligrammes. Cette forte consommation est principalement due à l'usage abondant du sel dans la transformation, la salaison, l'assaisonnement et la conservation des aliments sans compter certaines boissons comme les sodas (pepsi, coca, gatorade) qui augmentent l'apport en sodium. Le tableau suivant indique les concentrations normales d'électrolytes dans le sérum et la sueur et quelques boissons ainsi leur concentration en carbone (*in Mc Ardle*).

Liquide	Na ⁺ (mEq/L)	K ⁺ (mEq/L)	Ca ²⁺ (mEq/L)	Mg ²⁺ (mEq/L)	Cl ⁻ (mEq/L)	CHO (g/L)
Sérum sanguin	140	4,5	2,5	1,5 - 2,1	110	-
Sueur	60 - 80	4,5	1,5	3,3	40 - 90	170 - 220
Coca-cola	3	-	-	-	1	107
Gatorade	23	3	-	-	14	62
Jus de fruit	0,5	58	-	-	-	118
Pepsi-cola	1,7	Trace	-	-	Trace	81
Eau	Trace	Trace	-	-	Trace	-

(Na⁺ : Sodium ; K⁺ : Potassium ; Ca²⁺ : Calcium ; Mg²⁺ : Magnésium ; Cl⁻ : Chlore ; CHO : Glucose) (mEq : millier équivalent)

2.4. Le magnésium

Le magnésium est présent dans environ 300 enzymes nécessaires aux processus métaboliques ce qui en fait un élément indispensable à la vie des cellules. Il joue un rôle vital dans le métabolisme du glucose en facilitant la formation de glycogène qui est la forme de stockage du glucose dans les muscles et le foie à partir du glucose sanguin. Le magnésium participe aussi à la dégradation du glucose, des acides gras et des acides aminés aux cours du métabolisme énergétique. De plus, il est important pour la synthèse des lipides et des protéines et la stabilisation de la conduction nerveuse et de la contraction musculaire dans l'appareil neuromusculaire. En cas de déficit, ce processus essentiel se trouve perturbé, ce qui peut occasionner des anomalies telles que des crampes. Ce minéral est présent dans les grains entiers et les légumes à feuilles vertes.

2.5. Le fer

Bien que le fer soit un oligo-élément, l'organisme contient environ 3 à 5 grammes de fer. Les globules rouges en représentent le compartiment le plus abondant, avec près de 2,7 g de fer (environ 54 % du total), où il se trouve lié à une architecture protéique très complexe nommée l'hémoglobine. Son incorporation à ce pigment, présent chez tous les mammifères, permet d'assurer le transport de l'oxygène des poumons vers les tissus. Le fer figure encore dans la myoglobine (protéine se présentant comme un analogue musculaire de l'hémoglobine), qui dote les tissus d'une très faible réserve en oxygène, et surtout qui permet de capter l'oxygène apporté par l'hémoglobine des globules rouges pour le délivrer aux fibres. Le fer est présent en petite quantité dans des substances spécialisées que sont les cytochromes, facilitateurs du transfert d'énergie à l'intérieur des fibres. À peu près 20 % du fer de l'organisme n'est pas associé à des produits fonctionnels actifs mais mis en réserve dans le foie, la rate et la moelle osseuse sous forme d'hémosidérine et de ferritine. Les composés fonctionnels puisent leur fer perdu dans ces réserves durant les périodes d'insuffisance alimentaire. Ce rôle prépondérant du fer explique que les carences martiales (en fer) affectent les aptitudes physiques et par voie de conséquence les performances. Chez les personnes dont l'apport en fer est faible ou ceux qui ont un taux d'absorption faible ou une perte élevée (sportifs d'endurance), la concentration peut-être réduite dans les globules rouges. Cet état extrême de carence en fer, appelée anémie ferriprive, est caractérisé par une fatigue généralisée, une perte d'appétit et une capacité réduite à l'exercice, même léger. Le tableau ci-dessous indique les apports en fer recommandés quotidiennement aux enfants et aux adultes (in *Mc Ardle*).

(Les valeurs suivies d'un astérisque indiquent que généralement les besoins additionnels ne sont pas comblés par le régime habituel ; il est donc recommandé un supplément de 30 à 60 mg.)

	Âge	Fer (mg)
Enfants	1-10	10
	11-18	12
Hommes	19	10
	11-50	15
Femmes	51	10
	Enceintes	30*
	Nourrices	15*

La femme est-elle plus à risque ?

L'anémie ferriprive modérée est courante durant la grossesse ; la mère et le fœtus ont un besoin de fer accru. En outre, les femmes perdent habituellement de 5 à 45 mg de fer au cours du cycle menstruel. Le surplus quotidien de 5 mg recommandé aux femmes préménopausées augmenterait leur apport mensuel d'environ 150 mg. Puisque de 10 à 15 % de fer ingéré est absorbé (selon le bilan de fer, la forme du fer et la composition du repas), la femme disposerait donc mensuellement de 20 à 25 mg de fer supplémentaire pour la synthèse de globules rouges perdus dans le flot menstruel.

Source alimentaire et apport en fer

L'absorption intestinale de fer varie en fonction des besoins, mais est fortement influencée par la composition du régime alimentaire. On absorbe de 2 à 10 % de fer d'origine végétale (fer ferrique ou fer non incorporé dans l'hème des globules rouges), mais 10 à 35 % de fer d'origine animale (fer ferreux incorporé à l'hème). La présence de fer ferreux accroît aussi l'absorption ou la biodisponibilité des sources de fer ferrique. En réalité, les suppléments carnés sont plus efficaces au maintien de l'équilibre de ce minéral que des suppléments de fer commerciaux. Ainsi, et en raison de la faible biodisponibilité du fer ferrique, les femmes au régime végétarien risquent plus l'insuffisance au fer. Il est possible aussi de compenser par l'addition de vitamine C car l'acide ascorbique augmente la solubilité au fer et son absorption réduit le pH (potentiel d'hydrogène) du milieu intestinal. L'acide ascorbique contenu dans un verre de jus d'orange au petit-déjeuner augmente de trois fois l'absorption du fer ferrique. Le bœuf, le foie-de-bœuf, le porc, les œufs, le thon et les palourdes sont des sources de fer ferreux et la farine d'avoine, les figues séchées, les lentilles, les fèves et les épinards, des sources de fer ferrique.

2.6. Tableau récapitulatif des principaux minéraux

Vitamines	Sources alimentaires	Carence	Surplus
Calcium	Lait, fromage, produits laitiers, légumes verts foncés et légumineuses séchées	Arrêt de la croissance. Rachitisme. Ostéoporose. Convulsions	Pas rapporté chez l'Homme
Phosphore	Lait, fromage, produits laitiers, viande, volaille, grains, poisson	Faiblesse, déminéralisation osseuse, perte de calcium	Érosion de la mâchoire
Sodium	Sel de table	Équilibre hydrique et acido-basique. Fonction nerveuse	Hypertension
Potassium	Viandes, lait, fruits	Équilibre hydrique et acido-basique. Fonction nerveuse	Faiblesse musculaire. Mort
Fer (oligo-élément)	Œufs, viandes maigres, légumes, grains entiers, légumes à feuilles vertes	Anémie ferriprive, réduction de la résistance aux infections	Sidérose. Cirrhose du foie

Conclusion

Les vitamines, tout comme les minéraux ne possèdent aucune valeur nutritive, mais constituent des substances essentielles au bon fonctionnement de nombreux processus physiologiques. Ce sont les plantes qui synthétisent les vitamines et on les retrouve donc chez les animaux au même titre que les minéraux. Ce qui différencie les vitamines des minéraux est que ces derniers s'incorporent fréquemment aux structures fonctionnelles de l'organisme comme les dents, les os ou le fer dans l'hème des globules rouges, alors que les vitamines activent les processus chimiques sans s'intégrer aux produits des réactions qu'elles catalysent. Les études scientifiques montrent que des suppléments de vitamines et de minéraux c'est-à-dire au-delà de ce qui est fourni par une alimentation équilibrée n'améliorent pas la santé et la performance. En fait des maladies graves peuvent être causées par des surdoses de vitamines liposolubles et, dans certain cas par des surdose de vitamines hydrosolubles.

Références

Mc Ardle, W.D., Katch, F., Katch, V. : Physiologie de l'activité physique - Edition Vigot, 2001

Marieb, E.N. : Anatomie et physiologie humaines - De Boeck Université, 1999

Riché, D. : Guide nutritionnel des sports d'endurance - Edition Vigot, 1998

Vander, A.J., Sherman, J.H., Luciano, D.S., Gontier, J.R. : Physiologie humaine - Edition Maloine, 1989

Wilmore, J.H., Costil, D.L. : Physiologie du sport et de l'exercice physique - De Boeck Université, 1998

