

3 LA NUTRITION

Physiologie de la digestion

INTRODUCTION AUX PRINCIPES DE BASE EN NUTRITION, étude critique des grands systèmes proposés, Etude critique de l'alimentation courante et proposition de règles faciles à mettre en pratique.

Ce ne sont pas les régimes et les propositions qui manquent... et tous les principes s'annoncent bien évidemment comme bons. Encore faudrait-il savoir ce qui les gouverne : l'affirmation de soi, l'idéologie quelle qu'elle soit qui n'a rien à voir avec la science et l'expérience, la fausse science (qui sait bien se faire passer pour vraie) ou la recherche, souvent plus modeste d'un savoir toujours en pleine évolution et surtout d'un savoir appliqué à la santé.

LA VARIETE ET L'EQUILIBRE ALIMENTAIRE REPRESENTENT UNE CONDITION NECESSAIRE ET FONDAMENTALE DE LA FORME ET DE LA SANTE QU'IGNORENT ENCORE UNE GRANDE PARTIE DU PUBLIC ET DES MEDECINS.

Les bases de la diététique et de la santé devraient être enseignées à tous, et en particulier aux enfants et mères de famille.

Mais l'organisation actuelle de la société, de la distribution de l'agro-alimentaire et les VARIATIONS DES BESOINS INDIVIDUELS QUI EVOLUENT DE 1 A 100 (concept de genotrophie ou Individualité biochimique), JUSTIFIE UNE SUPPLEMENTATION NUTRITIONNELLE ADAPTEE LE PLUS EXACTEMENT POSSIBLE AUX BESOINS SPECIFIQUES DE L'INDIVIDU.

Ces besoins varient en fonction:

- de la spécificité individuelle génétique (terrain),
- des âges de la vie
- de la qualité de l'environnement
- de l'activité physique et psychique
- du stress
- de l'évolution des maladies
- de l'effet de certains médicaments

Ce qui ramène à leur juste place toutes les tentatives saisonnières que les médias diffusent allègrement à propos de régimes plus ou moins miracles pour la forme, le poids.

**AU LIEU DE REGIME IL SERAIT PLUS JUSTE de parler d'un
REEQUILIBRAGE DE L'ALIMENTATION et de conduire notre
interlocuteur à se poser quelques questions simples, par exemple:**

« Mangeons nous trop de GRAISSES ANIMALES SATUREES (c'est le péché mignon d'une majorité de Français): trop de fromages, trop de viandes...) ou de SUCRERIES à index glycémique élevé ou d'alcool, ou pas assez de protéines, de légumes et crudités (fibres) ou poissons (acides gras oméga 3) ou de sucres à index glycémiques lents (pains et pâtes, de préférences complets ou semi-complets, légumineuse du type soja, haricots, lentilles...). »

Il ne s'agit pas de proposer des REGIMES mais seulement un peu de REFLEXION et D'ATTENTION A SA PROPRE SANTE, de réflexion et d'attention ne faisant appel ni à l'idéologie, ni aux idées toutes faites (ce n'est pas si facile) ni même à la science ou à la médecine (c'est beaucoup trop compliqué).
Et finalement:

de conduire à une correction DIETETIQUE DE BASE

Elle est indispensable et incontournable et constitue à le préalable à toute tentative de SUPPLEMENTATION NUTRITIONNELLE.

Plus qu'un long discours, attirons le consommateur vers les points essentiels du
« DESORDRE DIETETIQUE FRANCAIS »:

Tous les nutritionnistes sont dans l'ensemble d'accord pour affirmer que notre ration alimentaire quotidienne devrait comporter:

- * 10 à 15 % de PROTEINES avec une part de ses protéines venant du monde végétal

- * 30 à 35 % de GRAISSES avec des critères de répartitions précis entre graisses végétales et animales

- * 50 à 60% de GLUCIDES avec des critères de répartition entre « lents » et « rapides », « simples » et « complexes »

Or, lorsqu'on analyse l'alimentation moyenne de nos contemporains (en France) on s'aperçoit que si globalement la part protéidique est respectée (mais la grande majorité des protéines proviennent du monde animal), la part lipidique est en moyenne augmentée de 10% au dépend de la part glucidique. On obtient donc, dans les faits, la répartition suivante:

- * 10 à 15 % de PROTEINES majoritairement animales

- * 35 à 45% de GRAISSES dont plus d'un tiers d'origine animale

- * 50 à 55% de GLUCIDES en général trop « simples » et raffinés.

On est pas obligé de communiquer des chiffres même aussi simples que ceux qui précèdent... De simples conseils plus pratiques peuvent, le plus souvent suffire: « Mangez moins de graisses animales: moins de beurre, moins de viandes et fromages gras. » Ne croyez pas vous en tirer avec les seules margarines et les aliments allégés qui constituent souvent une "mode", parfois une aide ponctuelle. Utilisez de préférence des graisses naturelles, c'est à dire des graisses, non dénaturées, non chauffées industriellement, mais en petites quantités et bien entendu sans les recuire à l'excès ou les frire.

Il faut bien insister sur le fait que c'est la **REDUCTION DES GRAISSES ANIMALES SATUREES qui est à rechercher et surtout que l'APPORT EN GRAISSES VEGETALES INSATUREES est indispensable à la santé**. Tellement indispensable qu'un minimum d'apport et un rapport entre ces différentes graisses doivent être respectés sous peine de provoquer ou de favoriser des maladies telles que les maladies auto-immunes, les allergies et probablement beaucoup d'autres.

L'HUILE D'OLIVE semble avoir un effet extrêmement favorable sur les paramètres cardio-vasculaires. Mais il est capital de varier les huiles. Personnellement, nous recommandons à nos patients, dans un but de prévention globale un mélange à parts égales **d'huiles première pression à froid d'OLIVE, NOIX et SOJA** (voir cinquième partie) Ce mélange apporte des quantités équilibrées d'acides linoléiques et linoléniques.

Il faut apprendre au public à respecter cet équilibre et à le considérer comme une des grande clés de la santé autant à titre préventif qu'à titre d'adjuvant curatif et savoir donner des **CONSEILS SUFFISAMMENT LARGES POUR POUVOIR S'ADAPTER AUX CONDITIONS DE VIE DE CHACUN**:

- Mangez moins de sucres, sucreries, farines blanches et raffinées(miel)... qui apportent trop de "calories vides". Vous éviterez par ce type d'effort les manifestations d'**HYPOGLYCEMIE** qui sont athérogènes (favorisent le développement de la maladie vasculaire).

- Prenez un petit déjeuner qui ne soit pas trop « à la française » et qui n'apporte donc pas que des **CALORIES VIDES**, des sucres et des graisses (pain blanc, beurre, confiture, miel et pire... brioches et croissants). Les céréales raffinées et au lait, chocolatées et sucrées ne sont pas meilleures. Il est bon que le petit déjeuner apporte presque un tiers de la ration calorique journalière et un équilibre entre glucides, lipides et protides. Le petit déjeuner dit « anglais » est plus protéique mais aussi trop gras et les graisses sont cuites et recuites. Le raisonnable et équilibré se situerait entre les deux formules tout en évitant les cuissons à la poêle, en insistant pas trop sur les produits laitiers et en ajoutant fruits et fruits secs (amandes, raisins et abricots secs). Le jus d'orange à jeun n'est pas mieux toléré par l'organisme que la café au lait.

- Ne mangez pas trop, pas trop tard et pas trop gras le soir. Si c'est possible, le repas végétarien équilibré (une soupe et/ou stade composée avec une céréale et une légumineuse associées dans la même préparations culinaire, voir l'ouvrage « **MANGER AUTREMENT** » constitue le meilleur des dîners.

- Soyez raisonnable avec l'alcool: un ou deux verres de bon vin rouge apportent des tanins, des vitamines et des minéraux qui sont excellents à terme pour la santé. Mais trois, bonjour... le permis à points. Et les apéritifs n'ont pas les vertus des grands crus.

- Variez votre alimentation: un jour de la viande, un jour du poisson, un jour des œufs. Evitez d'associer à un même repas des quantités trop importantes de protéines d'origine animale (par exemple viande et fromages en quantités à un même repas). Manger les lipides (graisses) d'origine animale, plutôt le midi, surtout si vous désirez ne pas prendre trop de poids, si vous présentez des difficultés de digestion ou si vous avez du mal à prendre un petit déjeuner consistant et équilibré du type de celui que nous décrivons et conseillons.

- Consommez plus de FIBRES, mais ne pensez pas que pour cela il suffit de prendre des "comprimés" ou des "biscuits". Ces derniers sont parfois nécessaires, mais avant d'en venir là, réhabilitez, dans votre alimentation quotidienne, l'usage des légumes verts à fibres (navets, carottes, céleris...) des fruits à fibre (pommes), des céréales complètes ou semi-complètes (riz, pâtes, flocons d'avoine, mueslis...) et des légumineuses (soja, lentilles, haricots, pois...).

- Mangez plus de poissons... mais pas des bâtonnets de poissons panés revenus à la poêle dans un bon beurre frit !

- Diminuez votre consommation de SEL (c'est à dire de SODIUM): ne resalez pas systématiquement, mangez moins de conserves et d'aliments préparés industriellement car ils sont souvent plus salés. Utilisez du sel gris complet de mer qui vous apportera d'autres oligo-éléments que le sodium et/ou du "tamari" sauce de soja fermentée que l'on trouve dans tous les magasins de diététique.

Enfin n'oubliez pas qu'une DERIVE ALIMENTAIRE ISOLEE n'a jamais tué personne, de même que l'EXCEPTION CONFIRME LA REGLE et qu'une « cuite du samedi » (pas tous quand même !) ne fait pas un alcoolique.

CE SONT LES INSIDIEUSES ET MAUVAISES HABITUDES QUI, REPETEES, NOUS CONDUISENT A LA MEFORME D'ABORD, PUIS A LA MALADIE.

A PROPOS DES DIFFERENTS REGIMES

Beaucoup de gens suivent des régimes pour des raisons qui n'ont rien à voir avec la science mais plutôt avec l'idéologie. C'est le cas de beaucoup de végétariens et de mystiques. D'autres personnes finissent par renoncer à certains aliments:

- Les colitiques à qui on a supprimé les crudités, les fibres, puis les légumes verts cuits... et qui finissent par ne plus manger que du riz blanc et quelques aliments,... il faut leur faire comprendre qu'à force de ne plus rien manger ils finiront par être de plus en plus déficients en nutriments, donc de plus en plus fragiles et colitiques.

- Ceux qui ont été améliorés temporairement par la suppression d'un aliment, comme la viande ou le fromage et qui finissent par ne plus en manger du tout, par mesures de facilité, peur et habitude, car ils craignent la réapparition de symptômes anciens à la réintroduction de ces aliments.

A tous, il nous faut faire comprendre :

- que nul ne peut échapper, à terme aux règles de l'équilibre alimentaire c'est à dire de la variété, de la mesure et de la diversité des apports alimentaires

- que finalement seul le résultat compte c'est à dire la santé, la vraie SANTE telle que nous l'avons définie au premier chapitre de ce cours, et non la simple atténuation ou annihilation de symptômes... et que la confirmation de cette VRAIE SANTE ne peut être le fruit que de la rencontre d'une sensation personnelle et d'une confirmation par un thérapeute et conseiller nutritionnel utilisant des critères d'objectivation (examen du mode de vie, des régimes, examen clinique...).

4 LES VITAMINES

Peu d'éléments et de nutriments n'ont autant d'importance dans l'alimentation que les vitamines. Si leur découverte remonte à 1753, les premières synthèses sont beaucoup plus récentes et certaines de leurs particularités biochimiques ne sont connues que depuis une dizaine d'années.

Quant aux études épidémiologiques, si elles sont nombreuses, leurs résultats sont parfois contradictoires. D'autres sont en cours et leurs résultats ne seront connus que dans quelques années.

Les interférences et rôles des vitamines dans l'immunologie (déficits immunitaires, maladies auto-immunes) ne sont, quant à eux, qu'en cours d'élaboration étant donné la relative jeunesse de ces disciplines. Les premières études relatives sur la thérapie par les vitamines en cancérologie ne remontent guère à plus de dix ans: carotène et cancer, carotènes et leucémies, vitamine A et cancers du sein... Quant aux publications de PAULING et CAMERON, sur les effets bénéfiques de la VITAMINE C en cancérologie, elles déclenchèrent aux Etats-Unis tant de passions et de réactions que la résultante en fut plutôt négative. Et pourtant...? Nous savons aujourd'hui qu'un taux plasmatique abaissé de VITAMINE C double le risque de certains cancers et nous commençons seulement à connaître le rôle du taux plasmatique de VITAMINE E sur l'évolution de la maladie coronarienne et la prévention de l'athérosclérose.

Les mécanismes physiologiques font appel à la « théorie des radicaux libres » qui elle même est encore beaucoup plus récente.

En attendant on ne dispose que de la notion relative d'AQR. Cette notion est effectivement toute relative, puisque même ces AQR d'ailleurs différentes, entre pays et continents sont évolutives.

Comment pourrait-il d'ailleurs en être autrement ? Les conditions de vie, d'agression par le manque d'ozone, d'alimentation, de pollution sont elles mêmes évolutives....

Il est donc difficile, en ce qui concerne la santé individuelle de se référer à des notions statistiques qui déjà ne peuvent en aucun cas être considérées comme des références certaines et stables.

Alors que faire ?

L'expérience clinique individuelle des médecins et nutritionnistes doit absolument compléter les références provenant des données de laboratoire. Les expérimentations sur l'animal peuvent également servir et c'est ce genre de travaux que continuent encore aujourd'hui l'Institut Linus PAULING à Palo-Alto.

A côté de ce qui précède on ne peut qu'être frappé, particulièrement en France, par l'ignorance des pouvoirs publics et des médecins, à propos des vitamines.

Il semble que l'utilisation des vitamines (et des autres nutriments) tant en prévention qu'en thérapie soit immédiatement taxée de médecine parallèle et charlatanesque.... alors qu'en fait une utilisation rationnelle de ces éléments réclame une ETUDE APPLIQUEE de la BIOCHIMIE MEDICALE telle que nous la connaissons, ou l'avons plus ou moins connue sinon appréciée, dans le cadre des premières années d'études médicales

N'est-ce pas aller un peu vite et oublier les publications récentes sur les effets de la VITAMINE D dans diverses pathologies, sur l'utilisation des dérivés de la VITAMINE B1 en neurologie, sur le rôle de la CHOLINE ou des ANTIOXYDANTS dans la maladie d'Alzheimer...?

VITAMINE B1 ou THIAMINE

FORMULE: $C_{12}H_{17}N_4OS$

SOURCES PAR ORDRE DECROISSANT:

1. Levures, germes de blé (2 - 35 mg%)
2. Porc, foie, rognons, viandes, poissons
3. Céréales complètes, légumineuses
4. Produits laitiers
5. Légumes, fruits (0,02 - 0,08 mg%)

Elle est DETRUITE: par l'alcool, café, hormones, pansements intestinaux

UNITE: le mg de chlorhydrate de thiamine

AQR = 1,5 à 1,5 mg/j. (adulte)

Le STATUT NUTRITIONNEL est déficitaire:

30 à 50 % des femmes ont moins des 2/3 des AQR

20 % des adultes ont un risque de déficience et 6 à 8 % des enfants et adolescents (Enquête Val de Marne)

METABOLISME:

Elle est absorbée dans la partie haute de l'intestin par un transport actif pour les faibles quantités puis par diffusion passive pour des concentrations plus fortes.

Elle est transportée par la veine porte dans le foie puis phosphorylée (dans le foie) en TPP (thiamine pyrophosphate) ou cocarboxylase.

On en trouve des concentrations importantes dans coeur, rein, foie, cerveau, muscles (40%)

LE TPP (triphosphate de thiamine) est la forme coenzymatique active de la vitamine B1.

Il intervient dans la décarboxylation oxydative des acides α -cétoniques et la réaction de transcétoylation des pentoses phosphates.

Le TPP (triphosphate de thiamine) essentiel dans la transmission nerveuse et considéré comme un NEUROTRANSMETTEUR.

Il joue un rôle dans la régulation de l'utilisation énergétique du glucose, dans la décarboxylation de l'acide pyruvique, des acides aminés ramifiés et transcétoylases.

L'ELIMINATION se fait par les urines et les selles

La CARENCE dans les pays voie de développement conduit au Bériberi chez l'adulte comme chez l'enfant.

Les DEFICIENCES dans les pays industrialisés apparaît en cas de:

- Alcoolisme chronique
- Malabsorption chronique

- âge
- Nutrition parentérale
- maladies génétiques (anémie)

Une DEFICIENCE EN THIAMINE peut être observée chez certains patients cancéreux traités par chimiothérapie (5 FU) .

INDICATIONS DE SUPPLEMENTATION en NUTRITION ORTHOMOLECULAIRE:

- Troubles neurologiques (névrites, névralgies, zona) Il sera bon d'associer au moins les vitamines B3, B6, B12 (ou COMPLEXES B 50 ou 100)
- Stress et modes de vie stressants, fatigues, épuisements, certaines dépressions
- Diminution de la mémoire, et associer avec la vitamine B3, la choline, L-glutamine, tyrosine, phénylalanine, GINGKO BILOBA, et tous les nutriments intervenant dans la prévention de l'athérosclérose.
- Douleurs musculaires, FIBROMYALGIES ou SPID (syndrome polyalgique inflammatoire diffus qui se manifeste par une « mal au dos » chronique, sans cause mécanique et des douleurs des muscles à la pression). Il faut associer avec la vitamine B8, la DL-PHENYLALANINE et le Mg pris en plusieurs prises par jour
- Alcoolisme
- mal de mer, de voyages. Commencer la veille du voyage et associer à la vitamine B6 en plusieurs prises de 10 à 50 milligrammes
- Enurésie de l'enfant
- Malabsorption intestinale due à l'âge, à certaines maladies ou certains TRAITEMENTS MEDICAMENTEUX.

CONTRE-INDICATIONS: c'est une vitamine très « sécuritaire » la marge de sécurité est à plus de 100 fois l'AQR

On a observé jadis, des allergies surtout pour l'administration par voie IV, mais ils est possible que ce soient en fait des impuretés de solvant qui soient en cause.

DOSES:

50 à 500 mg/j. chez l'adulte pour les effets pharmacologiques recherchés, parfois plus sur une durée brève. Il est bon de l'associer avec des comprimés de B COMPLEXE (50 ou 100) et de traiter les causes de la malabsorption intestinale si possible (diététique, arrêt de l'alcool, traitement des colites chroniques).

VITAMINE B2 ou Riboflavine

FORMULE: $C_{17}H_{20}O_6N_4$

LIEU ET MODE DE SYNTHESE: partie haute du tube digestif, transport actif saturable

SOURCES par ordre décroissant:

Levure, foie (1,5 - 13 mg %)
fromage, oeufs, champignons
Produits laitiers

Viandes poissons, céréales complètes.
Légumes verts (0,01 - 0,14 mg %)

DETRUITE par: alcool, Antibiotiques, (probenécide), acide borique, chlorpromazine, ions métal.

UNITE: mg de riboflavine

AQR: 1,5 à 1,8 mg

Le STATUT NUTRITIONNEL, en fonction des études épidémiologiques est moyen:

- 14 à 30 % des femmes sont à risque de déficience
- 8 à 22 % des hommes

METABOLISME

Coenzyme des déshydrogénases et oxydases (oxydoréduction).

Catabolisme des acides gras, intervient par l'acyl-coenzyme A déshydrogénase.

Catabolisme des acides aminés.

Catabolisme des bases puriques (xanthine oxydase).

Intervention dans le Cycle de Krebs , respirations cellulaire,(succinate déhydrogénase)

Chaîne respiratoire, réoxydation du nadh₂

Métabolisme du globule rouge (glutathion réductase)

CARENCES dans les pays voie de développement:

Association à une malnutrition globale (signes oculaires et muqueux)

Parasitisme, diarrhée

DEFICIENCES dans les pays industrialisés:

Alcoolisme chronique,

Age, malabsorptions chroniques,

Nutrition parentérale, hémodialyse,

Diabète, hypothyroïdie,

Végétariens stricts,

Photothérapie du nouveau né,

Maladies génétiques rares,

INDICATIONS DE SUPPLEMENTATION

Fatigues, retards staturo-pondéraux

Troubles intestinaux après antibiotiques

Diarrhées

Glossites

Troubles des phanères (cheveux: l'associer avec B5, B8, B9, S, Se, Si...)

Conjonctivites avec photophobie et prévention de la cataracte (avec vitamines C, E, carotènes, Sélénium, Zn)

Marqueur d'observance thérapeutique: elle colore effectivement les urines en jaune dans les complexes où elle est présente. On peut d'en servir pour enrober d'autres complexes afin de

pouvoir vérifier l'observance ou mesurer la période d'activité des complexes dits à « action prolongée ».

CONTRE-INDICATIONS: Aucune, doses sécuritaires jusqu'à 100 fois l'AQR

DOSES UTILISEES HABITUELLEMENT EN NUTRITHERAPIE: 50 à 500 mg/jour.

VITAMINE B3 NIACINE OU PP

L'appellation NIACINE correspond à deux composés:

FORMULE: $C_6 H_5 O_2 N$ = ACIDE NICOTINIQUE

$C_6 H_6 O N_2$ = NICOTINAMIDE

LIEU ET MODE DE SYNTHÈSE:

Principalement d'origine alimentaire, mais synthèse possible à partir du tryptophane

Absorption tout au long de l'intestin, active à faibles doses, passive à fortes doses.

SOURCES alimentaires en ordre décroissant:

Levure sèche (28 - 60 mg %)

Viande, poisson, rognons

Champignons, céréales complètes

Légumineuses

Fromages, oeufs

légumes, fruits (0,1 - 0,6 mg %)

Elle est DETRUITE PAR: Alcool, pilule, sulfamides, neuroleptiques,...(?).

L'isoniazide (un anti-tuberculeux) et la carbodopa (prescrite dans le parkinson) augmentent les besoins par interférence avec la B6, coenzyme du passage du tryptophane en NAD.

UNITE: 1 « EN » (équivalent niacine), c'est à dire 1 mg d'acide nicotinique ou nicotinamide correspondant à un apport de 60 mg de tryptophane.

AQR: 15 à 18 EN/j. (adulte)

20 EN, pour la grossesse

STATUT NUTRITIONNEL:

Une enquête épidémiologique en Bourgogne a révélé que la moitié des sujets ne dépassaient pas 50 à 80% des AQR.

D'autres études ont mis en valeur des apports marginaux et même carenciels chez des sujets sains.

METABOLISME:

L'activation de la NIACINE conduit au NAD ou au NADP impliqués dans toutes les réactions d'oxydoréduction de l'organisme. Ils sont alternativement oxydés ou réduits en transférant un H^+

Le NAD joue un rôle dans l'ADP-ribosylation (poly ADP-ribose polymérase), transfert de plusieurs ADP-riboses sur des protéines telles que les histones impliquées dans la réplication et la réparation de l'ADN et la différenciation cellulaire.

Le NAD est impliqué dans les coenzymes pyridiniques et dans la formation d'acétyl-CoA à partir des glucides et lipides.

Le NAD et le NADP sont les coenzymes de nombreuses déshydrogénases, surtout mitochondriales.

Le NADPH₂ est le coenzyme de réductases (GSH-réductases)

Le NAD et le NADP peuvent passer de l'un à l'autre grâce à une transphosphatase.

CARENCES dans les pays voie de développement:

Pellagre, cliniquement: Dermatose (lucite érythémateuse symétrique) + Diarrhée (stomatite rouge, glossite avec langue rouge puis noire, aphtes)+ Démence (confusion, hallucination). C'est pourquoi on l'appelle « la vitamine des 3 D »

Formes frustres

Formes associées aux carences protéiques (tryptophane) et B6 majorant le tableau.

Indisponibilité alimentaire pour le maïs et augmentation des besoins pour le millet.

DEFICIENCES dans les pays industrialisés:

Alcoolisme chronique

Age

Maladies héréditaires du métabolisme du tryptophane

Interactions médicamenteuses

Nutrition parentérale

Carcinoïdes du grêle

INDICATIONS DE SUPPLEMENTATION

Les TROUBLES ATHEROLIPIDIQUES (sous réserve de tolérance, de respect des contre indications et prudence, lire à ce propos la « BIBLE DES VITAMINES page 180)

Les troubles circulatoires:, HTA, Syndrome de Raynaud, artérites, engelures, vertiges, acouphènes, spasmes, thromboses, problèmes veineux, crampes.

En fait la NIACINE représente la seule molécule objectivant de par une étude randomisée une réduction de 11% de récidives post infarctus (*coronary drug project*)

Selon le docteur HOFFER, psychiatre canadien et actuellement Président de la Société Internationale de Médecine Orthomoléculaire, elle serait la molécule princeps pour lutter contre le vieillissement cardio-vasculaire et par extension contre les problèmes de mémoire et de « vieillissement cérébral » (pour ceux qui lisent l'anglais: « SMART NUTRIENTS » de Abram HOFFER et Morton WALKER, Avery Publishing Group, Etats Unis , 1994)

Selon HOFFER, PAULING et de nombreux autres auteurs américains, elle représente un élément essentiel de la supplémentation orthomoléculaire dans le cadre des maladies psychotiques (avec la VITAMINE C à hautes doses, une rééquilibration nutritionnelle globale incluant la prévention des hypoglycémies par la réductions des sucres à métabolisme rapide, l'augmentation des sucres lents et de la ration en ACIDES AMINES).

Ces sujets (ainsi que les toxicomanes) éliminent dans les urines plus de "méthylpyridone carboxamide" ce qui traduit un besoin plus grand en NIACINE.

Elle favorise la régulation de la glycémie (avec B1, et CHROME), fait baisser le cholestérol en augmentant la fraction HDL et les triglycérides.

Elle améliore la réaction de la peau au soleil (avec les antioxydants, Zinc, carotènes, « B complexes », B6 et PABA).

Selon PFEIFFER et d'autres auteurs américains, elle fait monter les taux d'histamine (Traitement et prévention des dépressions histaminopéniques, c'est à dire avec un faible taux intraglobulaire en HISTAMINE, voir chapitre 20 du présent cours) et contribue à diminuer l'anxiété ou la dépression qui peut être la conséquence de ces faibles taux.

Prise après le repas du soir elle facilite l'entrée dans le sommeil. Cet effet est probablement dû à une augmentation de la sécrétion de MELATONINE, elle-même dérivée de la SEROTONINE et du TRYPTOPHANE. Il est lui-même augmenté par la prise, après le dîner, de CALCIUM (1.000 mg) et de MAGNESIUM (500 mg) et de LITHIUM en oligo-éléments. Elle est utilisée dans le traitement adjuvant des dysménorrhées (en association avec les VITAMINES B1, B6, C, Mg et les ACIDES GRAS ω6)

La NICOTINAMIDE (en pharmacie NICOBION 500 ®) n'a pas les effets de flush de l'ACIDE NICOTINIQUE, il n'en a pas, malheureusement, non plus ses effets vasodilatateurs et vasculaires.

CONTRE-INDICATIONS:

Aucune à faibles doses

Les supplémentations doivent être prudentes chez les sujets uricémiques et goutteux (comme les autres vitamines B)

Aux doses pharmacologiquement actives:

Il est bon d'observer également une certaine prudence en cas d'ulcères digestifs, d'hyperglycémie provoquée anormale, d'insuffisance et de lithiase rénale.

Des cas d'hépatites ont été décrits, chez des sujets sensibles, après prises pendant plusieurs semaines de doses supérieures à 2 grammes/jour (il faut donc surveiller les transaminases hépatiques). Ces risques n'ont pas empêché les docteurs HOFFER et psychiatres américains et canadiens de traiter à ces doses et sous surveillance de nombreux schizophrènes. De plus ces troubles surviennent préférentiellement avec les formes dites « à action prolongée ».

PRECAUTIONS D'EMPLOI:

Toujours conseiller des doses progressives, fractionnées et toujours postprandiales, et si possibles après des repas riches en protéines. Eviter également de l'absorber avec une boisson chaude. Toujours l'associer avec la VITAMINE C et si besoin des antihistaminiques, du moins au début de la supplémentation.

Toujours rassurer le consommateur et lui dire qu'un flush (bouffée de chaleur, rougeur du visage ou du corps entier avec sensation de démangeaison et brûlure...) ne présente aucune gravité et n'a aucune incidence. Lui dire que ce flush est parfaitement réversible et sans aucune conséquence physiologique et qu'il n'a aucune incidence sur la tension artérielle ou d'autres pathologies et qu'il ne se reproduira pas:

- si la prise est après un repas globalement plus important et plus protéique,
- si les comprimés ou gélules ne sont pas absorbés avec une boisson chaude,
- si la supplémentation n'est pas interrompue et reprise.

Ne pas interrompre et reprendre brutalement car cela provoquera de nouveau les mêmes inconvénients qu'au début.

Il n'existe pas de contre-indications cardio-vasculaires, bien au contraire c'est un complément que l'on peut recommander dans ce cadre et probablement aussi important que la VITAMINE C, la VITAMINE E et le COENZYME Q10....

Par contre, il est recommandé d'être prudent chez les sujets de type allergique ou histadélique (trop d'histamine intracellulaire) qui peuvent présenter des réactions d'aggravation du type flush (désagréables mais toujours sans gravité, cf. ci-dessus) mais surtout de leur anxiété et/ou de leur dépression.

DOSES:

Commencer prudemment et progressivement, 100 mg puis 3x100 mg, puis augmenter en fonction des réactions de tolérance (flush). On peut arriver à des doses élevées (1 à 2 grammes/j.) à condition de restreindre la durée des supplémentations et de surveiller transaminases et créatinine. Il semblerait qu'à fortes doses les préparations simples aient moins de risque de toxicité hépatique que les préparations retard. Elle sont de toutes façons bien tolérées à condition de respecter les règles d'administration et de surveillance.

Vitamine B5 ou ACIDE PANTOTHENIQUE

Formule: $C_9 H_{17} O_5 N$

LIEU ET MODE DE SYNTHÈSE: Intestin, transport actif, site mal connu.

SOURCES par ordre décroissant:

Levure (1 à 20 mg %)

Foie, rognons, champignons

viandes, oeuf

légumineuses, céréales complètes

laitages

légumes verts, fruits (0 - 0,4 mg %)

ELLE EST DETRuite PAR: Cuisson, Alcool, café, hormones, sulfamides, benzodiazépines (?), aspirine.

UNITE: 1 mg

Apport Quotidien Recommandé (apport minimum): autour de 10 mg (adulte)

STATUT NUTRITIONNEL: peu de données, mais les carences sont probablement rares.

METABOLISME:

- Entre dans la composition du CoA et de l'ACP (Acyl Carrier Protein), transporteurs de radicaux acyles (R-CO-).

- Le CoA est essentiel au catabolisme des glucides et de certains acides aminés.

- Le CoA et l'ACP participent à la synthèse des acides gras et du cholestérol.

CARENCES dans les pays voie de développement:

Elle sont en rapport avec la dénutrition globale et se manifestent par de l'asthénie, céphalées, dépression, insomnies, nausées, vomissements, diarrhées, alopecie et ulcérations cutanées, paresthésies, douleurs brûlantes des extrémités.

DEFICIENCES, dans les pays industrialisés:

Elle sont probablement peu fréquente et on ne note pas de maladies héréditaires.

Les interactions médicamenteuses ne sont pas connues

INDICATIONS DE SUPPLEMENTATIONS

- Fatigue, dépression, asthénie, hyposurréalisme (baisse de la cortisolémie du matin)
- Alopecies (Associer à B8, Zn, Fe, Se, Acides Aminés soufrés, forme locale à 5%)
- Dépigmentations de la peau, séborrhée, mycoses (adjuvant), herpès (+ lysine, vit C, Zn, B6)
- Troubles trophiques des ongles (+ Si, Zn, Gélatine, ω6)
- Retards ou difficultés de cicatrisation (plaies, brûlures, gerçures, érythèmes) avec ZINC, SELENIUM, vitamine C et E, VITAMINE E locale,
- Gastrites, nausées, colites, constipation par atonie (ajouter VITAMINE C et ACIDOPHILUS/BIFIDUS...)
- Crampes (Ajouter le Magnésium, Cuivre, K, vitamines C, E...) crampes de la grossesse (adjuvant)
- Constipation (ajouter la VITAMINE C à doses efficaces, acidophilus, Onagre, Mg, Bétaïne, Choline)
- En Oto-rhino-laryngologie, régénération des épithéliums, pour les inflammations chroniques des voies aériennes supérieures (+ forme locale à 5%).
- Bruxisme (grincement des dents, surtout nocturne) avec Ca chélaté et drainage lymphatique, selon le célèbre chirurgien dentiste américain CHERASKIN))

CONTRE-INDICATIONS: aucune, totalement à 100 fois l'AQR, mais des doses très supérieures sont parfois conseillées aux USA. Les individus sujets aux candidoses digestives peuvent mal tolérer les complexes de VITAMINES DU GROUPE B

Les doses recommandées en supplémentation à effet adjuvant et à visée régulatrice de certains métabolismes vont classiquement de 500 à 1500 milligrammes de B5 soit un à trois comprimés au moment des repas.

VITAMINE B6 PYRIDOXINE

FORMULE: $C_6H_{11}O_3N$, Pyridoxine ou, Pyridoxal ou Pyridoxamine

LIEU ET MODE DE SYNTHÈSE: Jéjunum proximal, apport alimentaire essentiel car synthèse endogène inefficace, transport passif non saturable.

SOURCES par ordre décroissant:

Levure, germe de blé (1,5 - 10 mg %)
Foie, rognons, viandes, poissons
Légumineuses
Bananes, chou fleur, haricots verts
Céréales complètes
Produits laitiers (mère), oeufs
Légumes verts (0 - 0,30 mg %)

DETRUITE PAR:

Isoniazide (anti-tuberculeux)
Contraceptifs oraux, hormones stéroïdes.
Dihydralazine (anti-hypertenseur)
D-Pénicillamine

UNITE: 1 mg de Pyridoxine

AQR: 2,2 mg adulte, 2,5 (grossesse.)

STATUT NUTRITIONNEL:

- 30 à 50 % adultes ont un statut inférieur à l'AQR
- 30 à 50 % Femmes adultes se situent en dessous des 2/3 de l'AQR
- 15/20 % Femmes sous contraceptifs sont en état de carence et ont des symptômes en rapport avec une diminution de la synthèse de la sérotonine. Cette catégorie de femmes peuvent donc présenter des symptômes anxio-dépressifs ou apparentés type pseudospasmodie, syndrome prémenstruel, insomnie avec réveils nocturne. La SÉROTONINE étant un précurseur de la MELATONINE et du GABA).

METABOLISME:

- Métabolisme des acides aminés par le biais des transaminases, des déshydratases, des racémases.
- Formation d'amines à partir des déshydratases, pour la synthèse des neuromédiateurs (histamine, sérotonine, dopamine, adrénaline, noradrénaline, sérotonine, GABA).
- Transformation de la sérine et de la thréonine en glycolyse par le biais de transférase.
- Première étape de la synthèse de l'hème par le biais de la delta-aminolévulinate synthétase.
- Métabolisme des lipides: synthèse de la méthionine et de la carnitine.
- Modulation récepteurs stéroïdiens, d'où l'influence de la B6 dans les métabolismes hormonaux.
- Relargage du glucose (métabolisme du glycogène) par le biais de la glycogène phosphorylase
- Passage du tryptophane au NAD: la carence bloque la conversion dérivative du tryptophane en quinones d'où l'excrétion des pyrroles, coproporphyrines et Zn.
- Réduction du taux d'acide oxalique urinaire (déficit en α -cétoglutarate glycoxylate carboxylase, oxalurie type I ou D-glycérate déshydrogénase, oxalurie type III)

CARENCES dans les pays en voie de développement:

- Malnutrition
- Dermite séborrhéique périorificielle avec lésions muqueuses des lèvres et de la langue.
- Asthénie, dépression, irritabilité
- Signes neurologiques de type polynévritiques
- Anémie microcytaire hypochrome pyridoxine dépendante

- Diminution de l'immunité humorale et cellulaire (cofacteur métabolique du Zn.)

DEFICIENCES dans les pays industrialisés:

- Alcoolisme chronique
- Tabagisme
- Contraception orale +++
- Grossesse, allaitement
- hémodialyse, nutrition parentérale

Pathologies associées:

- Asthme, diabète, insuffisance rénale cardiopathies, cancers du sein,
- Drépanocytoses maladies hépatiques et psychiatriques
- Mécanismes inconnus (modulation de récepteurs hormonaux ?)
- Maladies héréditaires
- Homocystinurie, Cystathionurie
- Hyperornithinémie, xanthurineurie

INDICATIONS DE SUPPLEMENTATION

Troubles nerveux et psychiatriques héréditaires et familiaux: asthénie, dépression à début précoce, (avec Vitamine C à hautes doses, niacine et acides aminés) chez les sujets plutôt « pyrroluriques » ou histaminopéniques).

Insuffisances immunitaires avec: diminution des lympho T3, T4, Il2, réponse aux mitogènes, T8 normaux

MALADIES CARDIO-VASCULAIRES:

Des apports nutritionnels trop faibles sont corrélés à une augmentation de l'homocystéine plasmatique et du risque athérogène

ASTHME

Diminution des taux plasmatiques chez les adultes asthmatiques

Une étude randomisée: 50 mg/j (adulte), 200 mg (enfant) entraîne une diminution de la fréquence et sévérité des symptômes. L'efficacité est renforcée par l'association avec la VITAMINE B12 IM 1000UI 3 à 5/semaine.

DEPRESSION ou OBESITE sous contraceptifs oraux. L'absorption orale d'oestrogènes n'a pas le même métabolisme que la voie naturelle et la prise de B6 diminuent les intolérances par modulation des récepteurs.

MAL DE MER, (commencer la veille, 50 mg x 3, + B1, 100 mg x 3) certains VERTIGES,

NAUSEES de la grossesse (100 à 200 mg/j. ou 50 mg toutes les 2h.+ 5mg de vitamine K1 et 400 mg Mg)

CRAMPES (avec vit E, B3, B5, K, Mg et Cu),

SYNDROMES PREMENSTRUELS avec $\omega 6$ (huile d'onagre), Vitamine E, A, Zn, Si, Mg...)

Anémies sidéroblastiques familiales pyridoxinosensibles.

Prévention des lithiases oxaliques (Avec Mg).

Troubles du sommeil avec diminution de la mémorisation des rêves.

Maladie de Parkinson avec fortes doses d'antioxydants, de Zinc et diminution de la posologie de la Dopamine. Ne pas associer la B6 aux posologies usuelles de Dopamine.

Syndromes pseudo-spasmophiles (+ - dépression pyridoxinosensibles)

SYNDROME DU RESTAURANT CHINOIS (aggravation de l'intolérance au glutamate par carence B6) 50 mg/j.

SYNDROME DU CANAL CARPIEN 100 à 200 mg/j. (si besoin avec VITAMINE B1 et DL-PHENYLALANINE).

Intoxications à l'INH

Neuropathies et névrites optiques, diabétiques (150 mg/j.)

CONTRE-INDICATIONS:

Traitements antiparkinsoniens avec Dopa et antidépresseurs.

DOSES:

Dose de sécurité aux environ de 50 fois l'AQR

En fait pas de problème pour des doses inférieures à 300 mg, mais ne pas prolonger au delà de 1 an car il existe un risque de polynévrites réversibles décrites pour des doses prolongées (> 1 an).

Egalement: troubles de la mémoire, augmentation des TGO, aggravation d'une acné, diminution de la sécrétion de prolactine, rares allergies.

VITAMINE B8 (H) ou BIOTINE

FORMULE: $C_{10}H_{16}O_3N_2S$

LIEU ET MODE DE SYNTHÈSE: transport actif (sodium dépendant) et passif au niveau duodénum et jéjunum.

Deux sources: une source alimentaire, une possibilité de synthèse intestinale mal connue.

Deux formes:

- Une forme libre

- Une forme liée aux protéines animales et végétales (céréales) par un résidu lysine qui nécessite une enzyme pancréatique (biotinidase) pour être libérée.

SOURCES ALIMENTAIRES PAR ORDRE DECROISSANT:

Levure sèche (100 - 400 μg %)

Foie, rognons

Oeufs, champignons

Viandes, poissons
Céréales, laitages
Légumes, fruits (0,1 - 5 µg %)

DETRUITE par:
Anticonvulsivants
Alcool, antibiotiques (?)

UNITE: µg de biotine

AQR: 100 - 300 µg

STATUT NUTRITIONNEL: mal connu

METABOLISME:

- Catabolisme du glucose, des acides gras, de certains acides aminés
- Synthèse des acides gras

CARENCES, pays voie de développement:

Malnutrition globale

SIGNES CUTANES: dermite érythémato squameuse, péri-orificielle, intertrigos, rashes

PHANERES: onyxis, périonyxis, perte des cils, alopecies

SIGNES MUQUEUX: glossite, chéilite, kératoconjonctivite

SIGNES DIGESTIFS: nausées

SIGNES PSYCHIQUES: asthénie, dépression, somnolences, états psychotiques avec attaques de panique.

SIGNES NEUROLOGIQUES: paresthésies, douleurs musculaires

SIGNES BIOLOGIQUES: acidose métabolique avec hyperacidurie (malfunction des carboxylases biotine dépendantes)

CARENCES, pays industrialisés:

- Nutrition parentérale, hémodialyse
- Maladies génétiques
- Dermite des enfants nourris au sein car le lait maternel est souvent pauvre en biotine
- Absorption de grandes quantités de blanc d'oeuf cru (contient de l'avidine qui chélate la biotine).

DEFICIENCES dans les pays industrialisés:

- Alcoolisme
- Traitements antiépileptiques: supplémentation prudemment augmente leur tolérance sans en diminuer les effets.
- Grossesse, Allaitement (La biotinémie décroît au fil de la grossesse. A la naissance celle de l'enfant est toujours supérieure à celle de la mère).
- Infections intestinales chroniques, âge, brûlés, grands sportifs.
- La concentration de biotine est plus basse chez les enfants décédés de mort subite

INDICATIONS DE SUPPLEMENTATION

- Grossesse, enfant nourri au sein,
- Séborrhée du nourrisson, (5 à 10 mg) de la face et du cuir chevelu de l'adolescent (10 à 20 mg)
- Alopécies (5 à 10 mg) en parentérale avec Fe, B5, Zn, S, Se, SI, « B complexe »
- Acné (+ B6, B9, A, E, C, Zn, Se, Cr, Acidophilus et ω 6)
- Ongles cassants avec (ω 6, gélatine, Si, Zn, S...)
- Anorexie (elle augmente l'appétit, associer: Zn, B6, B 12...)
- Douleurs musculaires (et en général) avec B1 et DL-Phénylalanine

CONTRE-INDICATIONS:

Aucune

Sécurité à plus de 100 fois l'AQR

DOSES: 100 à 300 mg per os

VITAMINE B9 ACIDE FOLIQUE

Acide folique = 1 noyau ptéridine + 1 molécule de PABA + 1 molécule d'acide glutamique.

FORMULE: $C_{19} H_{19} O_6 N$

LIEU ET MODE DE SYNTHÈSE:

A partir de l'alimentation, sous forme de monoglutamates qui nécessitent des protéases digestives pour être libérées des protéines alimentaires.

Transport actif au niveau du jéjunum

Transport circulant par le FABP (Folic Acid Binding Protein)

Concentrations maxi: foie et cerveau

SOURCES ALIMENTAIRES PAR ORDRE DECROISSANT:

Levure sèche, foie (1800-5500 mg %)

Epinards, cresson, mâches, autres légumes verts

Légumineuses,

Céréales complètes, rognons

Produits laitiers, oeufs,

Fruits, carottes, concombres, asperges

Viandes et poissons (0,1-25 mg %)

DETRUITE PAR:

Sels de fer et de cuivre,

Pilule contraceptive, hormones, Sulfamides (triméthoprine)

Anti cancéreux (MTX), Anti ulcéreux (Crohn) sulfasalazine

Anticonvulsivants: primidone, diphénylhydantoïne, phénobarbital.

Diurétique: triamtérène.

Antipaludéen: (pyriméthamine)

UNITE: μg d'acide folique

AQR: 300 µg (adulte) 500 µg (grossesse)

STATUT NUTRITIONNEL:

Il est moyen: résultats contradictoires entre étude ESVITAF et VAL DE MARNE, 70 % des sujets se situent à moins des 2/3 de l'AQR; groupe plus faible pour Val de Marne 88.

Le risque est plus important chez les sujets jeunes et grossesses (22 % à 26 % à risque, en fin de grossesse).

METABOLISME:

- Transferts et interconversions des groupements monocarbonés
- Métabolisme des acides aminés et synthèses protéiques:
- Catabolisme de l'histidine et de la glycine
- Interconversion glycine-sérine
- Synthèse de la méthionine
- Synthèse des protéines, coenzyme de la synthèse des neurotransmetteurs: norépinéphrine, sérotonine.
- Synthèse des bases puriques et pyrimidiques (acide nucléiques, AMP cyclique, ATP...)

CARENCES, pays voie de développement:

SIGNES NEUROPSYCHIQUES: Asthénie, anorexie, troubles du sommeil et de la mémoire, dépression, dépression, convulsions, retard mental et comportemental.

SIGNES HEMATOLOGIQUES:

Anémie mégaloblastique avec dyspnée d'effort, subictère, fièvre, souffle systolique

Leuco- Thrombopénie

SIGNES DIGESTIFS: nausées, diarrhées

SIGNES CUTANEO-MUCOQUEUX:

ulcération, hémorragies muqueuses

Dermite, purpura (thrombopénie)

DEFICIENCES, pays industrialisés:

Anémie mégaloblastique

Grossesse, (carence 25 à 70 %, anémie 3 à 5 %)Allaitement,

VIEILLISSEMENT

- Alcoolisme chronique (20 à 50 %)
- Anémie chroniques (auto-immunes)
- Nutrition parentérale
- Malabsorption digestive, Colites ulcéreuses, Crohn, Maladie coeliaque
- Cancers, hémopathies, affections graves et prolongées
- Carences en B12
- Interactions médicamenteuses
- Maladies génétiques

INDICATIONS DE SUPPLEMENTATION

- Fatigue, troubles du sommeil, de la mémoire et dépressions en fonction des données ci-dessus, plutôt chez les sujets de type histaminopéniques

(avec vitamine C, B3, B6, B12, Acides aminés) ou sujets âgés.

- Femmes avec antécédents d'enfants nés avec anomalies du tube neural: commencer avant la grossesse (Etude 1991, 1800 femmes: 4 mg/j. diminue de 3,5 fois le risque de malformation.

- Traitements Anticonvulsivants.
 - PSORIASIS, efficace chez 30% des sujets (+ Vit A, C, B12, D,(générale et locale) PABA, Zn, Carotènes et ω 3)
 - SYNDROME PREMENSTRUEL et problèmes hormonaux avec carences oestrogéniques (PMS D selon la classification américaine, et il faut donner pendant les quelques jours qui précèdent les règles des doses de 15 à 60 milligrammes de folates).
 - ULCERES CUTANES (+ antioxydants, flavonoïdes, Zn, Traitement locaux)
- Complications des traitements anticancéreux et PCE (MTX)
- Blanchiment précoce des cheveux (avec B2, B5, Cpl B, S, Si et Se...),

CONTRE-INDICATIONS:

- Carences mixtes folates/B12 = commencer par traiter par la B12
- Cancers et leucémies évolutives
- Troubles neuro-psychiques chez les histadéliques (risques d'aggravation même saisonniers)
- Cancers et leucémies en évolution.

DOSES

Non toxiques

Sécurité jusqu'à 50 fois l'AQR

Quelques réactions intestinales pour des doses > 15 mg./j.

Allergies rares

En général 5 à 15 mg/jour

ACIDE PARAAMINOBENZOIQUE VITAMINE B10 ou H2

SOURCES ALIMENTAIRES PAR ORDRE DECROISSANT:

Foie, abats, levures sèches

Céréales complètes,

Germes de blé,

Noisettes

DETRUITE PAR:

Cuisson, alcool

Sulfamides, antibiotiques

Contraception hormonale

AQR: 10 à 20 mg

CARENCES: Eczéma

METABOLISME:

Métabolisme de l'acide folique,

Peau, antisclérodémie ?

Augmente l'apport en O_2 des tissus, action anti-athéroscléreuse (= la procainothérapie qui libère le PABA).

INDICATIONS DE SUPPLEMENTATION ORTHOMOLECULAIRE

Eczéma, vitiligo (+ B, B5, B6, Mn, Zn), protection de la peau (voie générale et locale)

Maladie de Lapeyronie (+ B6, E)

Blanchiment des cheveux (+ B5, B8, B9, E, Se, Si, S)

DOSES: Elles sont sécuritaires > 100 AQR

VITAMINE B12 CYANOCOBALAMINE

FORMULE: C₆₃ H₈₈ O₁₄ N₁₄ P Co

LIEU ET MODE DE SYNTHÈSE:

Doses Physiologiques: Transport actif saturable et spécifique; protéine alimentaire libérée par sécrétions acides de l'estomac puis liée à une protéine R d'origine salivaire et gastrique, qui sera détruite dans la partie supérieure de l'intestin grêle par les protéases pancréatiques. La cobalamine alors libérée est complexée au facteur intrinsèque (F1) avant de migrer (par le péristaltisme) vers l'iléon terminal.

Doses pharmacologiques: seulement 1 % de la dose absorbée par transport passif, tout au long de l'intestin.

SOURCES ALIMENTAIRES PAR ORDRE DECROISSANT: Uniquement animales ce qui pose problème pour les régimes strictement végétariens.

Foie (22 - 110 µg/%)

Rognons, viandes, oeufs

Produits laitiers (0,08 - 0,8 µg/%)

DETRUITE PAR:

Metformine (tous les biguanides ?)

Colchicine

Néomycine (autres antibiotiques ?)

Anti-ulcéreux de type anti H2

Interactions métaboliques

Protoxyde d'azote = inactivation de la méthionine synthétase

Augmentation de l'excrétion favorisée par les régimes riches en fibres

UNITE: Le µg de cyanocobalamine

AQR: 3 µg (adulte) 4 µg (grossesse).

STATUT NUTRITIONNEL:

- Carences exceptionnelles chez sujets sains, non végétariens, car stockage hépatique important.

- 10 % de carences chez les végétariens, beaucoup plus chez les végétaliens.

METABOLISME:

- Réactions de transméthylation: transport du radical (CH₃) d'un dérivé de l'acide folique à son accepteur.
- Réactions d'isomérisation
- Coenzyme de la méthionine synthétase, de la méthylmalonyl- CoA mutase et de la leucine mutase.

CARENCES PAYS voie de développement:

- Malnutrition globale
- Infections intestinales chroniques

SIGNES GENERAUX:

Asthénie, anorexie, amaigrissement

SIGNES HEMATOLOGIQUES:

Pâleur, dyspnée, tachycardie, fièvre, subictère

Anémie macrocytaire, normochrome, arégénérative

Neutropénie, neutrophiles hypersegmentés, thrombopénie, métamyélocytes géants.

SIGNES NEUROPSYCHIATRIQUES

Labilité affective, troubles de la mémoire, du sommeil, dépression puis psychoses.

Polyneuropathies, névrite optique, syndromes cérébelleux

SIGNES CUTANEOMUQUEUX:

Glossite douloureuse, érythémateuse

Peau pâle ou hyperpigmentée

Subictère conjonctival (hyperbilirubinémie)

DEFICIENCES Pays industrialisés:

Régime végétarien trop strict et mal équilibré, régime végétalien

Pathologies digestives chroniques

Maladie de Biermer, gastrectomies

Gastrites achlorhydriques non biermériennes

Syndrome de Zollinger-Ellinson

Pathologies pancréatiques chroniques

Infections intestinales chroniques

Alcoolisme

Age (10 % de déficiences)

Maladies génétiques

Interactions médicamenteuses

INDICATIONS DE SUPPLEMENTATION

Asthénie, dépression indépendamment de taux plasmatiques normaux

ELLIS et NASSER deux praticiens américains ont réalisé une étude pilote des effets de la B12 sur la fatigue.

H.WIEK et coll. ont observé 58% de carences en cas de psychoses et syndromes cérébraux organiques.

PFEIFER a noté une relation carence/ syndromes psychotiques.

ASTHME, 1000 UI IM 3 à 5/semaine (+B6, PABA, Mg, A, E, C, D, ω 6, Zn).

Prévention de l'athérosclérose (car nécessaire à la transformation de l'homocystéine en méthionine).

Chélateur des ions cyanures à 100 mg/K par voie IV avec l'oxygénothérapie.
Traitement des névrites, zonas et polynévrites en neurologie et ophtalmologie .(+ B1, B3, B6, B9)
Cicatrisation des kératites, plaies et brûlures de la cornée, ulcères cornéens: collyre. (+ B9 et Zn)

CONTRE-INDICATIONS:

Vitamine non toxique, sécurité = plus de 100 fois l'AQR. Des doses de plus de 30.000 fois l'AQR n'ont entraîné aucun effet secondaire.

Eviter à hautes doses dans les syndromes prolifératifs (leucémies).

Parfois douleur au point d'injection

Rares allergies (impuretés)

DOSES: Souvent 1 000 µg, en injections IM, deux à trois fois par semaine. Voie sub linguale, la voie orale n'étant efficace qu'en l'absence de pathologies d'absorption. On observe parfois une douleur au point d'injection.

VITAMINE E

Découverte en 1936 (Extraite Huile de Germes de Blé)

Synthèse en 1938 par Karrer

Formule = $C_{29}H_{50}O_2$, PM = 431,

ALPHA TOCOPHEROL représente la forme la plus fréquemment rencontrée dans la nature avec l'activité biologique la plus élevée

BESOINS: 15 à 30 UI/ JOUR

SUPPLEMENTATIONS conseillées : au maximum 400 UI 2/semaine

SOURCES:

HUILES VEGETALES: Germe de blé, chardon, tournesol, Soja, Olive, Carthame.

NOISETTES, NOIX, AMANDES, CEREALES, POISSONS, FOIE, BEURRE

CHOUX, EPINARDS, ASPERGES, BROCOLIS

OEUF,

Les BESOINS sont AUGMENTES en cas de Malabsorption intestinale, stéatorrhée, maladie coeliaque, fibrose kystique du pancréas, phénomène de vieillissement, anticonvulsivants, pilule, sels de fer, grossesse, syndrome prémenstruel, POLLUTION.

METABOLISME

- Résorbée avec les sels biliaires après hydrolyse dans l'intestin grêle

Passe dans la lymphe et le sang, Stockage dans le FOIE.

- Circule dans le plasma sous forme libre, se lie à la fraction β des lipoprotéines (explication du rôle anti athéroscléreux ?)

-Se concentre dans le tissu adipeux, hypophyse, surrénale, utérus, les testicules

-Eliminée à 80% dans les voies biliaires, fèces, $1/2$ vie = 15 jours

2 TYPES D'unité:

- L'ancienne UI correspond à l'activité de 1 mg d'acétate de dl-alpha tocophérol (synthèse)
- Nouvelle unité = alpha TEE correspond à 1 mg de tocophérol naturel

STATUT NUTRITIONNEL

Enquête "Val de Marne 88" sur 1108 sujets de 6 à 97 ans :

- 40 à 90% des sujets ont reçu des apports inférieurs aux deux tiers des AQR
- 2 à 17 % sont inférieurs au tiers
- On observe des niveaux sériques < 6,5 mg/l. (= risque modéré de déficience) chez les sujets jeunes (<18 ans) et sujets âgés.

MECANISMES D'ACTION

- Fonctions liées à ses propriétés ANTIOXYDANTES
- En particulier de protection des membranes: lutte contre la LIPOPEROXYDATION MEMBRANAIRE

d'où les propriétés observées:

Stabilisation des membranes

Action sur l'agrégation plaquettaire, sur l'hémolyse, activités enzymatiques.

STABILISATION DES MEMBRANES:

Protection des membranes cellulaires contre l'oxydation.

AGREGATION PLAQUETTAIRE

Augmentation de la perméabilité membranaire;

Action sur le métabolisme de l'acide arachidonique.

Inhibition des prostaglandines antiagrégantes (thromboxane A₂).

HEMOLYSE

Fragilisation des globules par les phénomènes oxydatifs (nouveau né).

ENZYMES

Répression de la xanthine oxydase et créatine kinase,

Diminution (mitochondrie) de l'oxydation de l'alpha-cétoglutarate et du succinate

CARENCES EN PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT et associées à une carence nutritionnelle globale:

- Anémie hémolytique, troubles neurologiques (polyneuropathies), musculaires (myopathies) et rétinien.

SITUATIONS DE CARENCES EN PAYS INDUSTRIALISES :

Prématurité

Pathologie digestive enfant: voie biliaire, mucoviscidose,

Adulte: maladie de Crohn, résection du grêle

Maladies génétiques, a-bétalipoprotéïnémie

Anomalies du métabolisme de la vitamine E

SITUATIONS DE DEFICIENCE EN PAYS INDUSTRIALISES

Anémie de la dialyse

Alcoolisme: Cirrhose = diminution des transporteurs).

Pancréatite (= Malabsorption)

Anémies hémolytiques congénitales

Drépanocytose, Thalassémie, Déficits en G₆PD

Augmentation du risque (?) de:

Cancers
Maladies cardio-vasculaires, Infections
Problèmes Immunitaires et infectieux
Cataracte
Maladie de Parkinson
Toute maladie prolongeant la situation de lipoperoxydation.

VITAMINE C ACIDE ASCORBIQUE

FORMULE: $C_6 H_8 O_6$

Synthèse en 1928 par Szent-Györgyi

Actualisation moderne par Linus PAULING en 1970

LIEU ET MODE DE SYNTHÈSE: intestin grêle (iléon), transport actif, passif aux fortes doses (maximum = 3 grammes par doses).

Concentration basse dans le plasma (6 à 14 mg/l.)

Plus forte dans: Hypophyse, surrénale, oeil, cerveau, foie, rate, pancréas, rein, coeur, poumon, muscle

Pas de stockage

SOURCES ALIMENTAIRES PAR ORDRE DECROISSANT:

Baies d'églantier (250 à 3000 mg %)

Cassis, kiwis, agrumes

Choux-fleurs, choux (30 à 70 mg %)

Foie, rognons (50 à 70 mg %)

Pommes, poires, pêches, raisin

Légumes verts, salades, pommes de terre (2 à 15 mg %)

Viande, poissons, laitages (0 à 2 mg %)

DETRUITE PAR:

La plus fragile des vitamines

Cuisson à l'eau, chaleur, oxydation, (stockage) réchauffage, pasteurisation

Ions métalliques, Tabac

UNITE: 1 mg acide ascorbique = 0,89 mg ascorbate de Na

AQR: 60 à 100 mg (120 mg, fumeurs)

STATUT NUTRITIONNEL:

20 % adultes reçoivent moins des 2/3 de l'AQR

Le risque de carence (Enquête Val de Marne) existe chez 3 à 5 % des femmes, 8 à 12 % des hommes

Le risque est plus grand chez les plus de 65 ans.

METABOLISME:

Synthèse du collagène (lysine hydroxydase, proline hydroxylase),

Synthèse des cathécolamines, phénylalanine hydroxylase,
Tyrosine hydroxylase, dopamine hydroxylase,
Synthèse de la carnitine (augmentation du besoin chez les sportifs)
Catabolisme de la phénylalanine et de la tyrosine
Régénération des cytochromes P 450.

Effets antioxydants et protection de la VITAMINE E
Inhibition de la formation des nitrosamines,
Métabolisme de l'histamine et effet antiallergique,
Augmentation de la dégradation et de l'élimination, modulation des prostaglandines,
Synthèse des nucléotides AMPc (hypersensibilité) et GMPc

Métabolisme du fer (antianémique):
Augmentation de l'absorption du fer non héminique (nécessité de réduire les doses chez les sujets porteurs d'hémochromatose).
Réduction des ions ferriques, chélation des ions ferriques,
Amélioration de la mobilisation du fer, fer circulant lié à la sidérophiline, fer stocké lié à la ferritine.

Modulation immunitaire:
Mobilité des polynucléaires et transformation en lymphocytes,
Réserve intracellulaire des macrophages et lymphocytes,
Stabilisation de la membrane des leucocytes,
Synthèse d'interféron,
Augmentation IgA, IgM et fraction active du complément.

Activité antihémorragique (avec vitamines P)
Amélioration de la cicatrisation cutanée (ulcères, escarres...)
Hypocholestérolémiant
Effets détoxifiants (tabac, alcool), effets antabusés, aide aux sevrages
Effets psychorégulateurs (Q.I.?)
Effets neuro-hormonaux régulateurs (diabète, hormones thyroïdiennes, pilule, SPM...)
Action sur la constipation.

CARENCES, pays voie développement:
Scorbut
Asthénie, anorexie

DEFICIENCES, pays industrialisés:
- « Présorbut », carences marginales (= asthénies, anorexies, douleurs musculaires, tachycardies, dyspnées)
- Nutrition parentérale non supplémentée
- Scorbut infantile ou maladie de Barlow (6 à 18 mois)
- Alcoolisme, tabac
- Diabète, hypothyroïdies et hyposurrénaux
- Age, convalescences
- Grossesse, allaitement
- Dialyse
- Malabsorptions chroniques

INTERACTIONS MEDICAMENTEUSES:

- Diminution des effets des Anti vitamines K
- Diminution de la réabsorption tubulaire des amphétamines et antidépresseurs tricycliques,
- Diminution de l'absorption de la fluphénazine (neuroleptique)
- Augmentation de l'absorption intestinale du fer.

INDICATIONS DE SUPPLEMENTATION ORTHOMOLECULAIRES:

Etats préscorbutiques (?)

Nutrition parentérale, hémodialyse, malabsorptions

CARENCES EN FER

Méthémoglobinémie

CICATRISATION des plaies et CONSOLIDATION fractures (effets sur la synthèse des collagènes).

ASTHENIES, FATIGUES, DEPRESSIONS(avec B3, Acides Aminés, Zn, B6...) (Psychiatrie orthomoléculaire).

CARDIO-VASCULAIRE: + vit. E, Lysine, ω 3 (huiles de poisson), B6, Silicium...

DETOXIFICATION, chélation des métaux lourds: Plomb, mercure, arsenic, cadmium, oxyde de de carbone, anhydride sulfureux, benzène, pesticides

REGULATION DU SOMMEIL (Ca chélaté, nicotinamide...),

Contrairement à ce que beaucoup pensent LA VITAMINE C N'EMPECHE PAS DE DORMIR !!! (cela demande parfois une période d'accoutumance).

EMPOISONNEMENTS (champignons, ...avec Mg, Antibiotiques, charbon...).

CATARACTE (la concentration dans le cristallin malade est deux fois plus faible qu'à l'état normal).

Pathologies dentaires et gingivales (saignements).

SPORT, efforts physiques (synthèse de la carnitine et des hormones surrénaliennes)

Maladies VIRALES, grippe, rhumes (augmentation des immunoglobulines et synthèse des cytokines dont l'interféron).

DOULEURS RHUMATISMALES, inflammations, y compris maladies auto-immunes (Norman COUSINS).

ULCERES CUTANES (Acide folique, vitamine E par voie générale et locale, pycnogénol et flavonoïdes, zinc...)

VITAMINE C ET CANCERS

- Effet ANTI -INITIATION (à l'origine de la maladie, de la transformation chromosomique qui préside à la « première cellule »):

Protectrice, antivirale (les virus sont mutants)

Protectrice, détoxifiante (d'autres mutagènes sont chimiques)

Effet réducteur, protecteur chimio-induits (secondairement par les thérapeutiques anticancéreuses, c'est le cas dans le traitement de la maladie de Hodgkin).

- Effet ANTI-PROMOTION (ces sont tous les mécanismes souterrains qui permettent l'aboutissement de la « seconde cellule » à une tumeur cliniquement décelable). Ces mécanismes perdurent et se renforcent les uns les autres pendant de longues et silencieuses années) :

Régulation des synthèses protéiques

Régulation hormonale

Régulation de l'oxydoréduction.

- ACTIVITE THERAPEUTIQUE:

Potentialisation thérapeutique

Augmentation de la résistance aux effets iatrogènes (micro-circulation, collagène, moelle...)

Modulation immunitaire, synthèse des interférons

Synthèse des interleukines

Synergie avec radiothérapie

Effet antiasthénique et antidépresseur

CONTRE-INDICATIONS:

Aucunes pour des doses inférieures à 1000 mg/jour.

En fait, avec les formes "action prolongée" aucun problème pour un comprimé 1000 mg, matin et soir, car elles délivrent 80 à 100 mg d'acide ascorbique par heure.

Pour les fortes doses (> 4 grammes): Attention aux terrains de lithiases urinaires oxaliques mais la preuve définitive de ce risque n'a jamais été clairement établie.

Déficits en G6PD (maladie génétique de toutes façons dépistée à la naissance).

Dialyse au long cours,

Hémochromatose (car elle augmente l'absorption du fer).

DOSES:

En supplémentation habituelle: 500 à 2000 mg/j.

En supplémentation ORTHOMOLECULAIRE et souvent pour des périodes brèves, selon les principes du « seuil de tolérance intestinale » de Linus PAULING: 2 à 30 grammes/jour, puis doses I.V.

Les vitamines qui ne sont pas décrites ici ne devraient pas faire partie des SUPPLEMENTATIONS NUTRITIONNELLES EN NUTRITION ORTHOMOLECULAIRE (non médicales) à l'exception des CAROTENES (lire le « Que sais-je, pages 83 à 92).

La VITAMINE D et la VITAMINE K1 peuvent être présentes en très petites doses. Lire les chapitres correspondants dans les ouvrages proposés.

5 LES METAUX, OLIGO ELEMENTS, ELEMENTS TRACES

La supplémentation en **OLIGO-ELEMENTS, ELEMENTS TRACES, METAUX et METALLOIDES...** conduit, sous peine de perdre la rigueur du discours, à préciser un certain nombre de définitions.

Parmi les 107 ELEMENTS aujourd'hui classifiés dans le tableau de MENDELEEF, on en reconnaît une trentaine comme ESSENTIELS.

Un ELEMENT est dit ESSENTIEL si sa présence semble indispensable à la VIE, c'est à dire à la bonne marche des fonctions physiologiques normales (métabolisme enzymatique, immunité, croissance, structures, échanges, etc...).

Il faut d'ailleurs comprendre que les expérimentations permettant de définir L'ESSENTIALITE d'un ELEMENT demeurent assez complexes. Elles supposent une EXPERIMENTATION HUMAINE, compatible avec les règles fondamentales de l'éthique, qui consiste à priver l'organisme, pendant un temps plus ou moins long, de l'apport en tel ou tel ELEMENT et à observer les conséquences métaboliques de cette privation.

Les termes d'OLIGO-ELEMENTS et d'ELEMENTS TRACES sont utilisés en tant que synonymes. Le terme d'ELEMENT TRACE est la traduction littérale du terme anglais "*TRACE ELEMENT*". Les scientifiques et oligothérapeutes modernes tendent à le préférer au terme d'OLIGO-ELEMENT qui pour beaucoup reste chargé d'une aura plus clinique et empirique (liée à l'histoire de l'OLIGOTHERAPIE en France et notamment aux travaux de MENETRIER et PICARD).

On nomme MACRO-ELEMENT un ELEMENT dont la concentration dans l'organisme est aux alentours du GRAMME. Une dizaine d'éléments sont reconnus comme tels: CARBONE, HYDROGENE, OXYGENE, AZOTE, CALCIUM, MAGNESIUM, SODIUM, POTASSIUM, PHOSPHORE et SOUFRE.

Le LITHIUM et le RUBIDIUM sont à des concentrations voisines mais leur ESSENTIALITE n'a pas encore été scientifiquement prouvée.

A des concentrations de l'ordre du MILLIGRAMME, on trouve les ELEMENTS ESSENTIELS SUIVANTS: MANGANESE, FER, ZINC, CUIVRE, SELENIUM, SILICIUM, CHROME, MOLYBDENE, VANADIUM, COBALT, NICKEL, BROME, FLUOR et IODE.

Certains ELEMENTS **TOXIQUES** physiologiquement présents dans l'organisme jouent probablement un rôle physiopathologique important. Il s'agit du CADMIUM, de l'ETAIN et surtout de l'ARSENIC et du PLOMB. L'intoxication chronique du fait de certains environnements (industrie, pollution urbaine et alimentaire) leur donne loisir de prendre la place des ELEMENTS TRACES ESSENTIELS dans certains métabolismes.

D'autres éléments également utilisés en **THERAPEUTIQUE MEDICALE** ne sont jamais retrouvés, à l'état naturel et physiologique, dans l'organisme. Il s'agit principalement de l'OR, de l'ARGENT, du PLATINE et de l'ALUMINIUM.

L'ALUMINIUM est "caché" dans un bon nombre de MEDICATIONS ou SUPPLEMENTATIONS NUTRITIONNELLES à propos de la toxicité desquelles on est en droit de s'interroger: argiles, dolomite, gels d'aluminium proposés comme pansements digestifs, anti-transpirants... Certaines recherches récentes à propos de la MALADIE D'ALHZEIMER devraient logiquement conduire les thérapeutes à un attentisme prudent concernant cet élément.

Tous ces ELEMENTS sont toxiques à fortes doses et leur utilisation pose les mêmes problèmes éthiques que ceux évoqués à propos des ELEMENTS TRACES et TOXIQUES.

Le DOSAGE DES ELEMENTS TRACES est réalisé chez l'homme par des méthodes de spectroscopie d'émission ou d'absorption. Quelles que soient ces méthodes, elles sont de réalisation délicate et nécessitent un grand professionnalisme tant dans la récolte des échantillons que leur préparation et leur manipulation. La préparation et la décontamination des prélèvements de cheveux est encore plus délicate. L'interprétation de ces dosages nécessite d'avoir recours à des méthodes statistiques situant le dosage par rapport à une moyenne de résultats sur une population donnée d'âge et de sexe défini. Les bornes de normalité qui sont précisées ci-après ne donnent donc qu'une approximation générale qui ne permet pas toujours d'apprécier et d'évaluer la normalité ou l'anormalité d'un échantillon particulier.

F E R

Son importance vitale est reconnue depuis des millénaires et c'est empiriquement que nos prédécesseurs avaient deviné son essentialité.

- Contenance de l'organisme : 3 500 à 5 000 milligrammes

- Besoins quotidiens de l'adulte : 10 à 20 milligrammes, les besoins sont considérablement augmentés au cours de la grossesse, de la lactation, des pertes en fer dues aux règles trop abondantes, aux hémorragies, et de pathologies modifiant l'absorption telles que les parasitoses, les ulcères, les hernies hiatales, le polypes et les cancers digestifs...

Principales fonctions métaboliques

- Synthèse de l'hémoglobine et donc transport de l'oxygène dans les érythrocytes.
 - Croissance (grossesse puberté)
 - Synthèse de la myoglobine (asthénie musculaire)
 - Effet antiradicalaire par la catalase
 - Synthèse enzymatique du cytochrome-C qui assure la respiration cellulaire.
- Stimulation de l'immunité (en particulier ORL chez les enfants).

- Lieux d'absorption: duodénum, jéjunum.

- Lieux de forte concentration dans l'organisme : Sang, Foie

- **Cofacteurs** : COBALT, MANGANESE, CUIVRE ,VITAMINE B6, VITAMINE C, protéines.

- **Antagonistes** : ZINC, PLOMB, CUIVRE, tannins, thé

Toxicité : Toxicité cardiaque et articulaire du FER en excès dans les cas de:

- absorption massive et prolongée
- transfusions
- anémies hémolytiques
- inflammations, inflammations articulaires, hépatites

Origines des carences :

Insuffisance d'apport dans les situations de croissance de grossesse et lactation,
Malabsorptions,
Régimes

Malnutrition du fait d'une alimentation trop raffinée avec augmentation du rapport FIBRES / PHYTATES dans le cadre des:

- Pré maturité
- Malabsorption, stéatorrhée
- Hémorragies menstruelles ou digestives (ulcères, fibromes, cancers).

- Sources alimentaires par ordre décroissant:

- Soja
- Cacao
- Foies et abats
- Vin rouge
- légumineuses
- Jaunes d'oeuf fruits secs
- épinards
- persil
- cresson

- Evaluation du statut en FER:

C'est souvent la NUMERATION globulaire qui donne l'alarme: baisse de l'hémoglobine et de l'hématocrite, mais c'est le dosage de la FERRITINE qui est le meilleur indice Une FERRITINE répétitivement en dessous de 25µg/l. doit faire poser la question de la nécessité d'une supplémentation. Il faut savoir qu'à l'inverse la FERRITINE est augmentée dans les surcharges en FER, les inflammations chroniques, les maladies hépatiques, certains cancers et bien entendu l'hémochromatose.

- Petite clinique des carences en FER:

Asthénie physique et morale avec épisodes d'essoufflement et palpitations (aggravés à l'effort et en altitude), diminution de la résistance aux infections.

- Statut biologique chez l'homme:

Le FER PLASMATIQUE est considéré comme normal dans une fourchette comprise entre 0,70 et 1,40 grammes par litre de plasma.

- La supplémentation en FER:

Elle ne doit être faite que dans un contexte global d'équilibre alimentaire, de supplémentation et équilibre de tous les déséquilibres minéraux (CUIVRE, ZINC...). Les sels médicamenteux ne sont pas toujours bien tolérés. L'association avec de la VITAMINE C augmente la disponibilité et les sels utilisés en nutrithérapie (FER CHELATES) sont toujours bien tolérés.

CUIVRE

Son essentialité n'est connue que depuis 1928.

- Contenance de l'organisme : 80 à 150 milligrammes

- Besoins Quotidiens de l'adulte : 2 à 3 milligrammes, ces besoins sont augmentés en cas de malnutrition, malabsorption, stress, exercice, par les inhibiteurs (VITAMINE C, CADMIUM et ZINC). La prise prolongée d'hormones (contraception) se traduit par une augmentation de la céruléoplasmine et de la cuprémie.

- Principales Fonctions métaboliques

- Action anti-inflammatoire et anti-radicalaire par l'enzyme super-oxyde dismutase (SOD)
- Action anti-infectieuse par augmentation de l'immunité cellulaire et notamment de la phagocytose.

Favorise la réticulation du collagène et de l'élastine et donc la plasticité et la solidité tissulaire, d'où l'intérêt dans le cadre des:

- . Pathologie osseuse (fractures ostéoporose)
- . Pathologie vasculaire (dissections artérielles)
- . Pathologie pulmonaire

- Augmente l'absorption du fer et, par l'intermédiaire de la céruléoplasmine son utilisation (anémies hypochromes).
- Intervient dans le métabolisme des phényl-aminoacides et donc dans le catabolisme de neuromédiateurs: dopamine, adrénaline noradrénaline (pathologie psychiatrique, hyperkinésie infantile dyskinésies et dystonie neurovégétatives).

- Cofacteur de la cytochrome oxydase, il joue un rôle dans l'hématopoïèse et le métabolisme hépatique.
- Cofacteur de la tyrosinase (rôle dans la pigmentation cutanée).

- Lieux d'absorption : Duodénum, jéjunum

-Lieux de forte concentration : Foie, cerveau, muscle strié

- Cofacteurs : Vit B6

-Antagonistes : ZINC, MOLYBDENE, CADMIUM, VITAMINE C (cette dernière peut être à la fois antagoniste et agoniste, par augmentation de l'absorption).

- Toxicité:

- A forte dose le sulfate de cuivre est un POISON,
- Récipients en cuivre: nos bons vieux chaudrons...
- Stérilets au cuivre
- Eau de boisson
- La Maladie de Wilson est due à un trouble métabolique du cuivre qui est mal élucidé: le foie fixe six fois plus de cuivre que normalement.
- La surcharge en cuivre est assez classique dans les maladies hépatiques (cirrhose, cholangite, alcoolisme...).

- Origine des carences :

- Malnutrition alimentation trop raffinée, alimentation lactée exclusive et prolongée,
- Interférences, antagonismes, chaleurs,
- Pré maturité
- Alimentation parentérale non équilibrée.
- Pertes excessives (transpiration d'effort, génératrice de crampes),
- Maladie de Menkes (diminution congénitale de l'absorption et du stockage hématique entraînant chez l'enfant des troubles neurologiques et des troubles de croissance).

- Sources alimentaires par ordre décroissant:

- Huîtres
- Foies de veau et de mouton
- Levure de bière
- Thé, cacao
- Germes de blé
- Céréales complètes, soja
- Champignons
- Poivre

- Clinique de la déficience: Il n'y en a pas vraiment. La déficience est corrigée dans le cadre d'une supplémentation globale. On peut chercher un déficit immunitaire ou une tendance aux crampes et spasmes.

- Evaluation du statut:

Chez l'homme la cuprémie plasmatique est considérée comme normale entre 0,70 et 1,5 milligrammes par litre de plasma.

- La supplémentation n'est pas fréquente. Le cuivre n'est pas toujours bien toléré sous forme de sel minéral (gluconate, sulfate) mais l'est bien sous forme chélatée.

ZINC

Son essentialité est connue depuis 1934.

- Contenance de l'organisme: 2.300 milligrammes

- Besoins quotidiens de l'adulte : 10 à 20 milligrammes. Du fait de sa participation à bon nombre de métabolismes, Il existe un nombre considérable de situations très différentes où le besoin risque d'être augmenté: déficits immunitaires, stérilité, problèmes de croissance, de mémoire, de cicatrisation...

- Principales fonctions métaboliques :

- Cofacteur d'environ 200 enzymes,
- Modulation immunitaire: Régulation de l'immunité cellulaire par l'intermédiaire des lymphocytes T.
- Augmentation de la synthèse du DNA:
 - Réparations tissulaires: peau, plaies cutanées
 - Croissance des ongles et des cheveux.
- Modulation hormonale:
 - Augmentation de la biosynthèse et de la libérations de l'insuline,
 - Augmentation de la fertilité masculine (spermiogénèse et mobilité des spermatozoïdes)
 - Augmentation de la croissance des cartilages de conjugaison (puberté).
- Stabilisation et protection des membranes cellulaires et notamment:
 - Protection anti-radicalaire des membranes cellulaires (action anti-inflammatoire),
 - Préviens la libération d'histamine par le mastocyte (action antiallergique ou « allergeo modulante » quels que soient les allergènes),
 - Diminution de l'agrégation plaquettaire (action anticoagulante).

-Lieux d'absorption: duodénum et jéjunum

- Lieux de plus forte concentration dans l'organisme: hippocampe (rôle important du zinc dans la mémoire), appareil génital (fertilité féminine et masculine), foie et peau.

- Cofacteurs : MANGANESE, VITAMINE B6

- **Antagonismes:** FER, CUIVRE, CADMIUM

- **Toxicité:** quasiment nulle, mais éviter d'administrer à long terme à des doses supérieures à 50 milligrammes de ZINC élément sans surveiller l'équilibre ZINC/CUIVRE.

- **Origine des carences:**

- Malnutrition (régimes végétariens avec excès de phytates)
- Pertes excessives (transpiration, sport, stress)
- Anomalies congénitales
- Chélateurs: phytates, alcool, tanins, antibiotiques, contraceptifs oraux (associer systématiquement: zinc, folates, vitamines C, E et B6)
- Grossesse:

Chez les foetus de plusieurs espèces animales, une carence en zinc (Zn) s'accompagne d'une incidence accrue de malformations neurologiques, mais le rôle du déficit en Zn chez le foetus humain était mal connu.

*580 femmes enceintes de l'Alabama dont le **taux de de Zn plasmatique était bas**, ont reçu une supplémentation en vitamines et éléments minéraux, avec adjonction de Zn ou non.*

Le poids de naissance et le périmètre crânien moyens des enfants du groupe Zn étaient significativement plus élevés (126 g. et 0,4 cm) que ceux des enfants du groupe non supplémenté en Zn. Ces différences étaient beaucoup plus nettes (248 g. et 0,7 cm), lorsque l'indice de masse corporelle de la mère n'atteignait pas 26. , « JAMA » 1995, 274, 463-468

- **Sources alimentaires par ordre décroissant:**

- Fruits de mer et poissons (huîtres, harengs)
- Champignons
- Levure de bière
- Céréales germées
- Germe de blé
- Viandes (foies de porc et de veau)
- Noix

- **Petite clinique de la carence en ZINC:**

- Anorexie, fatigue avec troubles du goût et/ou de l'odorat,
- Diarrhée
- Lésions cutanées avec épaissement et kératose: périoculaire, périanale ou périnasales... à type de perlèche, glossites, stomatites,
- IMMUNODEPRESSION, surtout chez l'enfant, aggravée en cas d'autres carence minérales associées (FER),
- Retards staturo-pondéraux, retards pubertaires, diminution de la fertilité, impuissance,
- Alopécie diffuse avec hypopigmentation, cheveux cassants et fins
- Taches blanches, fines et longitudinales sur les ongles,
- Diminution de la vision nocturne
- Diminution de la calcification et de la recalcification (os et cartilages...)

- Dépression, fatigue, hypersomnie, irritabilité, perte de la mémoire et des facultés intellectuelles.

- Evaluation des statuts: Il est difficile de doser le ZINC dans ses différents « compartiments »: extra et intracellulaire, intracérébral, hépatique ou prostatique... Le ZINC plasmatique n'est pas un mauvais marqueur, mais il est peu affecté dans les déficiences légères. Seule une étude statistique en fonction d'écarts type de population permet de « visualiser » ces déficiences. Le ZINC dans le sang total varie entre 61 et 129 $\mu\text{mol/l}$. Le ZINC ERYTHROCYTAIRE n'est pas un bon marqueur. Le ZINC sur SANG TOTAL paraît un bon compromis: il varie entre 4 et 7 milligrammes par litre. Le ZINC capillaire serait un assez bon « marqueur » du fait de son « turn-over » lent, mais il peut être perturbé par certains shampooings.

- Les suppléments de ZINC: Comme les sels de CUIVRE, les sels de ZINC provoquent parfois des nausées et vomissements. Le ZINC CHELATE aux protéines est bien toléré. Il est d'autant mieux utilisé qu'il est associé au MANGANESE et à la VITAMINE B6.

SELENIUM

Le SELENIUM (du grec, selênê c'est à dire: lune) fut découvert en 1817 par le chimiste suédois BERZELIUS.

Si l'on sait aujourd'hui que MARCO POLO qui, en 1295, pénétra en Chine par l'Ouest, perdit ses chevaux qui consommèrent des herbages trop riches en SELENIUM, l'on sait moins, en revanche que les premières descriptions en clinique humaine D'INTOXICATION AU SELENIUM ou SELENIOSE remontent au Père Pedro SIMON qui, en 1560, remarquait que les malformations congénitales observées chez certains enfants indiens de Colombie étaient dues à la consommation d'un type particulier de seigle...

L'on comprend donc aisément que quatorze ans après que l'on ait induit des tumeurs hépatiques avec du SELENIUM, les écrits de SCHWARTZ et FOLTZ qui, à partir de travaux expérimentaux chez le rat, découvrirent L'ESSENTIALITE DU SELENIUM, furent accueillis par la communauté scientifique avec un certain scepticisme.

- Contenance de l'organisme: 12 à 15 milligrammes

- Besoins quotidiens de l'adulte: 0,05 à 0,2 milligrammes, 1 μg . de Se par kilo de poids et par jour.

- Principales fonctions métaboliques :

- Protection anti-radicalaire par l'intermédiaire de son rôle dans l'enzyme glutathion-peroxydase (GSH - Px) qui agit en synergie avec la catalase lui donnant un rôle protecteur antiperoxydant au niveau :
 - membranes cellulaires
 - acides nucléiques
 - protéines et dépolymérisation du collagène (muscles, inflammations articulaires, cataracte).

- Protection anti-athéromateuse en diminuant le risque d'effraction de l'endothélium vasculaire : il diminue le risque d'infarctus et de cardiomyopathies, éventuellement celui d'hypertension artérielle.

Action anti-radicalaire, anti-inflammatoire sur la peau et les articulations (rhumatologie, eczémas)

- Diminution probable du risque cancérigène (études épidémiologiques et animales)
- Diminution des processus de lipoperoxydation chez le sujet âgé

- **Effet antitoxique** vis à vis de l'ARGENT, ARSENIC, CADMIUM, CUIVRE, MERCURE, PLOMB.

- **Lieux d'absorption** : Iléon distal

- **Lieux de forte concentration** : Muscle squelettique (45%), Foie (30%) puis la répartition tissulaire est relativement homogène,

- **Cofacteurs** : Vitamine E, tous les ANTIOXYDANTS

- **Antagonismes** : ARSENIC, ARGENT, MERCURE, SOUFRE

- **Toxicité importante au dessus d'un apport prolongé supérieur à 1 milligramme par jour**: ne pas dépasser les doses maxima de supplémentation fixées par prudence à 200 microgrammes.

- **Origine des carences**:

- Malnutrition
- Mauvaise qualité de l'alimentation, des sols et des cultures
- Alcoolisme
- Nutrition parentérale

- **Sources alimentaires par ordre décroissant**:

- Céréales complètes
- Oignons
- Légumineuses
- Asperges
- Oeufs
- Viande
- Ail
- Levure de bière

- **Petite clinique d'une carence en sélénium**

Les signes cliniques n'apparaissent que lorsque les taux plasmatiques et érythrocytaires en sélénium sont complètement effondrés. L'on peut donc considérer qu'en clinique humaine ces signes sont quasiment inexistantes et que seuls la connaissance des

situations à risque, couplée avec le ou les dosages biologiques appropriés permet de décider et de suivre les effets d'une supplémentation. On peut cependant dresser une liste des principales affections en rapport avec une déficience en sélénium et nécessitant probablement une supplémentation mesurée:

- Malnutritions à la suite de régimes végétariens, hypocaloriques ou d'alimentation parentérale,
- Maladies chroniques et inflammatoires du tube digestif: maladie de Crohn, maladie coeliaque, mucoviscidose, cirrhose, cholestase,
- Dystrophie musculaire, maladie de Keshan, cardiomyopathie, fatigue musculaire et mauvaise récupération musculaire après effort prolongé,
- Maladies neurologiques: dépôt de plaques de lipofuschine (Alzheimer ?, Parkinson ? SEP ?, Trisomie 21, vieillissement cérébral),
- Maladies inflammatoires chroniques (PCE, CANCERS, séropositivité HIV...),
- Maladies cardio-vasculaires (arythmies),
- Certains traitements médicamenteux prolongés (corticoïdes...).

- Evaluation des statuts:

Le besoin physiologique en sélénium est aujourd'hui mieux connu. Il dépend du poids corporel. En France on note, pour le sélénium plasmatique, une fourchette de 60 à 120 µg/L. de plasma. Des concentrations inférieures à 30µg/L. semblent en rapport avec de possibles signes cliniques (dystrophies musculaires, taches blanches sur les ongles, dépigmentations des cheveux et de la peau, anémies, douleurs articulaires de type arthrosique, immunodépression ou arythmies...) On peut compléter la mesure du sélénium plasmatique par la mesure du sélénium érythrocytaire et surtout par celle de l'activité de l'enzyme « glutathion peroxydase ».

Les suppléments en sélénium

En pratique, il semble licite de proposer une supplémentation raisonnable en sélénium dans bon nombre de situations

Cette supplémentation doit se situer dans une fourchette égale ou inférieure à 200 microgrammes par jour bien que des situations exceptionnelles (cancers) appellent, sous contrôle médical et biologique des doses plus importantes.

Le choix du sélénium (inorganique, organique, sélénométhionine...) peut dépendre de la situation et de la persistance, ou non, d'une séléniémie élevée, d'où l'importance des dosages biologiques. Dans tous les cas le sélénium gagnera à être intégré dans une prescription complexe comprenant des mesures hygiénodietétiques ainsi que d'autres antioxydants comme les vitamines A, E et C, des bioflavonoïdes et des dérivés soufrés, aminés ou non aminés. Certaines plantes et même certaines molécules de synthèse se révéleront comme des antioxydants plus ou moins efficaces ou spécifiques de certains métabolismes. La SELENOMETHIONINE est une forme naturelle et bien tolérée de supplémentation et son dosage de 50 µg par comprimé devrait permettre d'éviter tout excès.

MANGANESE

Très répandu à la surface du globe surtout dans le règne végétal, il est impliqué dans de nombreux métabolismes. Son rôle d'élément trace « essentiel » n'est connu que depuis 1931.

- **Contenance de l'organisme :** 12 à 30 milligrammes

- **Besoins quotidiens de l'adulte :** 2 à 5 milligrammes

- **Principales fonctions métaboliques:**

- **Action anti-radicalaire et anti-inflammatoire par l'enzyme super-oxyde-dismutase mitochondriale**
- **Biosynthèse des glycoprotéines et glycosamines-glycanes d'où** son rôle dans le métabolisme de la peau, des **cartilages** et des tendons (arthrose douleurs de croissance)
- **Catabolisme des catécholamines et neuro-modulation par** son rôle dans l'activité de la monoamine-oxydase.
- **Stimulation de l' adénylicyclase** responsable de la conversion de l'ATP en AMP cyclique (neuro modulation hormonale),
- **Action sur la coagulation**
- **Régulation de la glycémie** par son **action** sur **la** biosynthèse et la libération de l'insuline et sur la diminution la libération du glucagon.
- **Activateur de l'arginase:** formation de l'urée
- **Synthèse et dégradation des protéines** par les peptidases
- **Formation de la thyroxine,**
- Freinage de l'activité cellulaire et de la transmission de l'influx nerveux
- **Bloque la pénétration du Ca^{++}** dans le cytoplasme de nombreuses cellules à activité sécrétoire
- amélioration de la fertilité chez l'homme comme chez la femme,
- Le manganèse a été, en outre impliqué dans l'immunomodulation.

- **Lieux d'absorption :** Duodénum, jéjunum

- **Lieux de forte concentration dans l'organisme :** Foie, pancréas, reins, cerveau, cartilages.

- **Cofacteurs :** ZINC, B6, MAGNESIUM, FER, CHOLINE

- **Antagonismes :** ZINC, CUIVRE, CALCIUM, HYDRALAZINE

- **Toxicité :**

- Toxicité aiguë peu importante
- Toxicité chronique : désordres neurologiques irréversibles
- à forte dose serait hypertenseur

- **Origine des carences:**

- alimentation trop raffinée,
- alimentation hypocalorique;

- Régime végétarien strict car le Mn contenu dans la viande a une très grande biodisponibilité,
- interactions: l'automédication de CARBONATE DE CALCIUM pour le soulagement des douleurs de gastrites, de hernies hiatales ou pour la prévention de l'ostéoporose modifie le pH gastrique et inhibe l'absorption du MANGANESE.

- Sources alimentaires par ordre décroissant:

- thé
- clous de girofle
- gingembre
- céréales complètes
- épinards
- germes de blé
- noix
- ananas
- légumineuses

- Petite clinique des déficiences en manganèse:

- Baisse du taux de cholestérol sérique,
- Retards de croissance des cheveux et des ongles
- Amaigrissement
- Douleurs articulaires (douleurs de croissance à la puberté, douleurs des genoux et du rachis).
- Dermatitis fugaces
- Altération de la pigmentation de cheveux,
- Cardiopathies avec taux bas de HDL (chez l'animal).

- Evaluation des statuts:

On note chez l'homme un statut évoluant entre 0,5 et 2 µg/L. de plasma. Le taux capillaire est théoriquement un bon marqueur à condition que la préparation et la dépollution du cheveu soit parfaite.

- La supplémentation en manganèse:

Elle peut être faite sous forme de gluconates ou autres sels solubles, sous forme de colloïdes ou par du manganèse lié (chélaté) aux acides aminés. Des doses journalières de 5 à 10 milligrammes sont en général suffisantes pour combler les déficiences et tenter de diminuer les symptomatologies qui peuvent leur être liées.

SILICIUM

Le SILICIUM est, après l'oxygène, l'élément le plus abondant de la biosphère. Présent dans le sable et l'eau, on le retrouve chez tous les êtres vivants. Chez les végétaux la concentration

en SILICIUM varie avec la croissance et l'âge. Elle augmente leur résistance aux infections fongiques, aux radiations et à la sécheresse.

- Contenance de l'organisme: 1 400 milligrammes

- Besoins quotidiens de l'adulte: 200 milligrammes

- Principales fonctions dans l'organisme :

- Intervient dans la calcification et la matrice de l'os indépendamment du métabolisme de la vitamine D.
- Intervient dans la formation du cartilage et du tissu conjonctif: protéoglycanes de la matrice et collagène.
- Rôle dans la croissance des os longs et des os du crâne chez le poulet.
- Intervient dans la réticulation du collagène et de l'élastine:
 - au niveau des parois artérielles où il diminue la perméabilité et la peroxydation lipidique,
 - au niveau des cartilages,
 - au niveau du derme
 - au niveau mammaire et ovarien.

- Lieu d'absorption: jéjunum

- Lieux de stockage chez l'homme: dans presque tous les organes, aorte, rate, tendons, muscles, peau, cheveux.

- Antagonismes :ALUMINIUM, CALCIUM, MAGNESIUM, FER, MOLYBDENE.

-Toxicité : aucune, à doses physiologiques, mais le SiO₂ inhalé est toxique pour les voies respiratoires: SILICOSE.

- Origine des carences ou sub-carences:

Alimentation dépourvue de fibres

- Sources alimentaires par ordre décroissant:

- Fibres végétales, son
- Prêle

- Petite clinique des déficiences en SILICIUM:

- Retards de croissance, malformations (animal)
- Insuffisance hormonale: hormones thyroïdiennes et stéroïdiennes (animal)
- Chez l'homme: métabolisme du tissu épithélial et conjonctif: douleurs osseuses, fragilité capillaire, unguéale, osseuse, mauvaise cicatrisation, taches blanches sur les ongles. Le taux de SILICIUM diminue avec l'âge dans l'aorte humaine. Or le SILICIUM conditionne

l'élasticité de la paroi artérielle et la protégerait contre l'athéromatose. On a montré chez l'animal une action préventive et curative contre l'athérome expérimental.

- Evaluation des statuts:

Dans le plasma, 30 à 200 µg/L. Ce taux a tendance à baisser avec l'âge et en situation d'athérosclérose.

- La supplémentation doit être faite de dérivés organo-silicés parfaitement solubles et non polymérisés

CHROME

Le **CHROME** est un **ELEMENT ESSENTIEL** nécessaire au métabolisme des hydrates de carbone et des lipides. La carence alimentaire en chrome est associée à l'installation de diabètes de la maturité et des maladies cardio-vasculaires.

- Contenance de l'organisme : 10 à 20 milligrammes

- Besoins quotidiens de l'adulte: 0,05 à 0,15 milligrammes

- Principales fonctions métaboliques:

- Potentialise l'action de l'insuline dans le métabolisme des sucres, des protéines et des graisses par son action au sein du « Glucose-Tolerance-Factor » qui joue le rôle de cofacteur de la réaction de l'insuline avec les récepteurs cellulaires améliorant ainsi l'utilisation du glucose :
 - diminution du risque athéromateux et des accidents coronariens secondaires aux lésions artérielles favorisées par l'augmentation de l'insuline circulante,
 - diminution des triglycérides et augmentation du HDL cholestérol,
 - diminution des plaques d'athérome induites, chez le lapin.
- Le chrome est indispensable à la croissance fœtale.
- Il a une action sur le cristallin: La déficience induit une cataracte chez le rat.
- Action positive sur la fertilité et la spermatogenèse.
- Par l'intermédiaire de son action sur le métabolisme de l'insuline, le **CHROME** peut donc être considéré comme un « **MÉTAL ANABOLISANT** ». Lorsque l'on sait que les culturistes comme tous les sportifs de haut niveau multiplient par cinq leur excrétion urinaire de **CHROME**, la nécessité d'une supplémentation ne fait plus de doute.
- **MAC CARTHY (1981)** pense que la stimulation de l'activité de l'insuline par l'administration de **chrome biologiquement actif** peut avoir un **effet HYPOTENSEUR**, l'insuline rendant moins perméable à la tyrosine la barrière sang-cerveau.

- La contraception orale, particulièrement en présence d'autres facteurs de risque (tabac, hypercholestérolémie, diabète, hérédité, obésité...) multiplie par 9 le risque d'ischémie cérébrale, de thrombose et d'infarctus. La tolérance au glucose, cliniquement diminuée augmente encore ce risque que le CHROME pourrait aider à prévenir ou atténuer.

- **Lieu d'absorption** : jéjunum.

- **Lieu de concentration** : mal connu

- **Cofacteur** : VITAMINE PP, CLUTATHION, HISTIDINE, CYSTEINE, et GLYCINE, OXALATE et PENICILLINASE.

- **Antagonismes** : ZINC et FER, VANADIUM et PHYTATES. Le FER et le CHROME sont transportés tous deux par la transferrine.

- **Toxicité** : faible par CR (III), importante par CR (VI) mutagenèse).

- **Origine des carences ou sub-carences:**

- Alimentation trop raffinée
 - Malnutrition
 - Phytates
 - Alimentation parentérale prolongée par sérums glucosés,
- Augmentation de l'excrétion : stress, régimes hypoprotidiques, infections, sports intensifs, hémorragies.

- **Sources alimentaires par ordre décroissant :**

- Levure de bière
- Céréales complètes, germes de blé
- Oeufs entiers
- Foies, fromages
- Oignons
- Fruits secs

- **Petite clinique des déficiences en CHROME:**

- Dysglycémies, hypoglycémies, hyperinsulinismes, prédispositions diabétiques,
- Artériosclérose, maladies cardio-vasculaires
- Susceptibilité au stress
- Arthrite rhumatoïde,
- Hémochromatose
- Insuffisance rénale

- **Evaluation des statuts:**

Le CHROME PLASMATIQUE évolue chez le sujet normal dans une fourchette allant de 0,1 à 0,3 µg/L. de plasma. La chromémie des diabétiques de type I est supérieure à la normale.

Celle des sujets de type II est sensiblement normale. Pour évaluer le statut en chrome d'un individu on pratique des charges en glucose. Le dosage du CHROME CAPILLAIRE semble être un bon marqueur sous réserve d'une préparation et dépollution parfaite des échantillons.

- La supplémentation en CHROME:

Le rendement de l'absorption du CHROME INORGANIQUE est faible (de 0,4 à 3%). On a longtemps cru que les sels organiques de CHROME type LEVURES DE BIÈRE (plus ou moins enrichies) étaient mieux absorbées. Des expériences récentes (GUTHRIE, 1982) ont démontré que le CHROME INORGANIQUE serait aussi bien absorbé.

Le **POLYNICOTIANATE DE CHROME** a été mis en valeur aux USA à la suite d'une étude réalisée sur des footballeurs mettant en évidence une augmentation particulière de la masse musculaire au dépend de la masse grasseuse.

Le **POLYNICOTIANATE DE CHROME** constitue un réel progrès dans le mode d'administration du CHROME NUTRITIONNEL: selon une étude récente de l'Université de Californie, (Journal of the American College of Nutrition, 11(5):612. 1992) la disponibilité du POLYNICOTINATE DE CHROME est 311% celle du PICOLINATE et 672% celle du CHLORURE.