

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
Université Mohamed el Bachir el Ibrahimi de Bordj Bou
Arreridj
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences
de la Terre et de l'Univers
Département Sciences Biologiques

Polycopié de cours

Nutrition

Dr TOUATI Nouredine

Année universitaire 2022/2023

Préface

Ce cours est destiné aux étudiants master 1, spécialité qualité des produits et sécurité alimentaire. Les objectifs de cet enseignement est de permettre à l'étudiant la maîtrise des données de base de la nutrition et de l'apport énergétique des différents nutriments lipides, glucides, protéines ainsi que l'établissement d'une ration alimentaire. Certaines connaissances préalables sur la biologie cellulaire et la biochimie sont recommandées afin que l'étudiant puis assimilé le contenu de ce cours.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Apports nutritionnels conseillé par jour selon les âges (activité normal) d'après.....	2
Tableau 2: Teneur en protéines des différents organes	16
Tableau 3: Besoins quotidien en acides aminés indispensables	21
Tableau 4: Teneur approximative de quelques éléments dans le corps humain de 70 kg	39

Liste des figures

Figure 1: Structure générale d'un acide aminée.....	9
Figure 2: Les formes cyclique des monosacharides.....	25
Figure 3: Structure chimique d'un triglycéride.....	31
Figure 4: Structure chimique de la vitamine A.....	52
Figure 5: Structure du β carotène.....	52
Figure 6: Structures chimiques des formes alimentaires naturelles de la vitamine D : (I) ergocalciférol (vitamine D2), (II) cholécalciférol (vitamine D 3) et (III) 25-hydroxy- cholécalciférol.....	55
Figure 7: Structure chimique de la vitamine E.....	56
Figure 8: Structure chimique de la vitamine K.....	58
Figure 9: Structure chimique de la vitamine B1.....	61
Figure 10: Structure chimique de la vitamine B2.....	62
Figure 11: Structure chimique de la vitamine B3.....	64
Figure 12: Structure chimique de la vitamine B5.....	65
Figure 13: Structure chimique de la vitamine B6.....	67
Figure 14: Structure chimique de la vitamine B8.....	68
Figure 15: Structure chimique de la vitamine B9.....	70
Figure 16: Structure chimique de la vitamine B12.....	72
Figure 17: Structure chimique de la vitamine C.....	73

1. Besoins énergétiques

Historiquement, le besoin énergétique a été établi par la méthode poly factorielle active, c'est-à-dire en déterminant une dépense basale à laquelle on ajoute successivement l'extra-chaleur postprandiale, le coût de la thermorégulation, le coût des activités physiques et le coût énergétiques des émotions.

Logiquement, l'apport calorique quotidien doit être égal aux dépenses caloriques pour maintenir un équilibre énergétique. On peut donc s'attendre à de grandes variations individuelles des besoins selon l'activité physique habituelle. Les besoins énergétiques doivent donc être évalués en fonction de paramètres tels que l'âge, le sexe, la taille, le poids et l'activité socioprofessionnelle et/ou sportive. Le tableau 1 montre des exemples de besoins caloriques chez différentes catégories d'individus.

Tableau 1 : Apports nutritionnels conseillé par jour selon les âges (activité normal) d'après

		Energie (kcal)	Protéines (1g=4kcal)	Glucides (1g=4kcal)	Lipides (1g=9kcal)	Calcium (mg)
Enfant	1 à 3 ans	1360	1 à 2 g par jour/kg	5 à 7 g par jour/kg	1 g par jour/kg	600
	4 à 6 ans	1830				700
	6 à 9 ans	2190				700
10-12 ans	Garçon	2600	80	55% de la ration calorique ou 5g/kg	30% de la ration calorique dont 1/3 d'acides gras poly-insaturés	900
	Fille	2300	70			900
Adolescent	Garçon	3000	80			1000
	Fille	2400	70			1000
Adulte	Homme	2700	80			800
	Femme	2000	60			800

Un apport énergétique régulier est nécessaire à un développement harmonieux et au maintien des fonctions physiologiques. En effet, un niveau énergétique bas est responsable d'une altération de la croissance et/ou de la puberté, mais aussi, paradoxalement, d'une espérance de vie accrue, malgré une plus grande sensibilité aux infections. Au contraire, un niveau énergétique élevé va de pair avec un meilleur développement et une plus grande résistance aux maladies infectieuses, mais il est aussi responsable d'une augmentation de la mortalité par maladies dégénératives.

1.1. Composition du besoin énergétique

Les dépenses énergétiques sont de différents ordres :

a) *Le métabolisme de base* (MB) ou dépense énergétique de fond est la quantité d'énergie indispensable au simple déroulement des phénomènes vitaux, pour assurer ses fonctions vitales de base, même lorsqu'il est au repos : battements cardiaques, respiration, circulation sanguine, etc. Le MB dépend directement de la masse de l'individu. Il est estimé à 1kcal/kg de poids/heure, soit 24kcal/kg/jour. En pratique on retient 25kcal/kg de poids/jour. Certains facteurs peuvent faire varier le MB :

➤ l'âge : Le MB diminue avec l'âge. Chez l'adulte, cette diminution est liée à la diminution de la masse maigre observée tout au long de la vie et plus particulièrement après 60 ans,

➤ le sexe : Le MB exprimé par kg est plus faible chez la femme car celle-ci a une masse maigre proportionnellement plus basse que l'homme et, à l'inverse, un pourcentage de masse grasse plus élevé,

➤ les hormones thyroïdiennes influencent le MB. Ainsi, une hypothyroïdie s'accompagne d'une diminution du MB, le sujet a souvent tendance à grossir et, à l'inverse, une hyperthyroïdie s'accompagne d'une augmentation du MB,

➤ la fièvre : la température corporelle augmente le MB de 10% par degré au-delà de 37°C.

➤ le stress, l'émotion, la douleur, le tabagisme font augmenter aussi le MB,

➤ une activité physique d'endurance : pratiquée régulièrement augmente le MB via l'augmentation de la masse maigre,

➤ l'alimentation influence aussi le niveau du MB : une sous-alimentation (le suivi d'un régime fortement hypo-énergétique) s'accompagne d'une diminution du MB pouvant aller jusqu'à moins de 40%, liée en partie seulement à une diminution de la masse maigre. L'inverse est également exact mais a été moins étudié (la suralimentation s'accompagne d'une augmentation du MB appelée *dépense de luxe*).

b) *Action dynamique spécifique des aliments* (*ADS*) ou extra-chaleur postprandiale. Elle dépend de la nature et de la quantité d'aliments ingérés et correspond à l'énergie nécessaire au métabolisme et au stockage de ces aliments. La consommation d'aliments s'accompagne d'une augmentation de la dépense énergétique liée pour une faible part aux mécanismes digestifs mis en oeuvre (contractions, sécrétions, mécanismes d'absorption, etc.) et pour la majeure partie, aux transformations hépatiques (métabolisme hépatique). Cette thermogénèse est plus importante pour les protéines (30%) que pour les lipides (3 à 4 %) et les glucides (5 à 6%). On estime que dans une alimentation variée, la thermogénèse postprandiale est équivalente à 10% du MB.

c) *L'activité physique ou travail musculaire*, comprend les activités professionnelles et les activités de loisir. Les activités professionnelles sont catégorisées comme suit :

➤ *activités légères* : employés de bureau, professions libérales, enseignants, commerçants, chômeurs, ménagères outillées, etc. Ces activités

nécessitent un supplément d'énergie estimé à **20% du total (MB +ADS)**

➤ *activités modérées* : ouvriers du bâtiment, militaires hors manœuvres, agriculteurs mécanicien, étudiants, etc. Ces activités nécessitent un supplément d'énergie estimé à **40% du total (MB + ADS),**

➤ *activités fortes* : manœuvres, ouvriers agricoles, militaires à l'entraînement, ouvriers de l'industrie lourde, athlètes, danseurs professionnels, dockers, etc. Ces activités nécessitent un supplément d'énergie estimé à **60% du total (MB + ADS).**

d) Dépenses énergétiques liées à la thermorégulation.

e) Dépenses énergétiques liées à l'émotion.

A ces besoins habituels, il faut ajouter un supplément d'énergie pour la grossesse, la lactation, la croissance (nourrissons, enfants, ados), la régénération tissulaire (par exemple chez le grand brûlé, chez l'opéré,....).

Chez l'adulte, les apports énergétiques doivent correspondre aux dépenses de l'organisme, ce qui se traduit par une constance du poids. Le poids normal

atteint à l'âge de 25 ans, lorsque la croissance et le développement physique sont achevés, devrait être maintenu constant le reste de la vie.

2. Protéines et besoins protéiques

On appelle protéines les nutriments apportant des radicaux azotés. Leur rôle principal est de constituer les protéines enzymes qui accomplissent dans l'organisme toutes les fonctions métaboliques.

2.1. Structure des protéines

Il s'agit de grosses molécules complexes, de poids moléculaire souvent élevé (entre 10000 et 600000) formées d'acides aminés reliés entre eux par des liaisons peptidiques CO-NH. Une protéine peut contenir jusqu'à 30000 acides aminés. La présence d'une proportion importante d'azote les différencie des glucides et des lipides.

2.1.1. Acides aminés

Leur formule générale est **NH₃-R-COOH** avec deux fonctions essentielles (acide, COOH et amine, NH₂). Ils sont donc le constituant de base de toutes les protéines en étant reliés par les liaisons peptidiques. Le plus simple est le glycocolle. Il en existe une vingtaine qui intéresse le métabolisme humain. Parmi ceux-ci on

peut distinguer ceux que l'homme ne peut synthétiser lui-même (acides aminés essentiels) et qu'il doit obligatoirement trouver dans son alimentation.

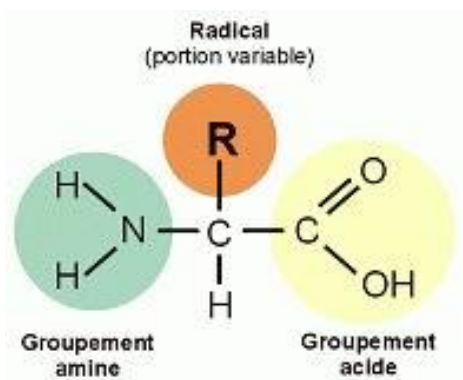


Figure 1: Structure générale d'un acide aminé

2.1.2. Polypeptides

Ils sont formés par la réunion de deux, trois acides aminés ou plus : selon le cas il s'agit de dipeptide, tripeptide ou polypeptide.

2.1.3. Holoprotéines (protéines simples)

Elles sont constituées d'un ensemble de polypeptides et peuvent résulter de multiples combinaisons : leur origine est végétale (glutéine des

féculeux ou les légumes verts) ou animale (albumine du lait et des œufs, globulines de la viande ou du lait, scléroprotéine de la viande).

2.1.4. Hétéroprotéines (protéines complexe)

Il s'agit de protéines associées à des glucides (glucoprotéines), des lipides (lipoprotéines), du phosphore (phosphoprotéines), des acides nucléiques (nucléoprotéines) ou enfin des pigments divers (chromoprotéines dont un exemple est l'hémoglobine).

2.2. Anabolisme et catabolisme

En moyenne, l'oxydation des protéines jusqu'aux termes N_2 , CO_2 , H_2O , donne approximativement 5,61 kcal/g. En fait, chez les mammifères, l'oxydation s'arrête à l'urée, $CO(NH_2)_2$, dont la réaction d'oxydation s'écrit :



L'oxydation des acides aminés jusqu'au stage de l'urée ne donne en moyenne que 4,31 kcal/g. Le coefficient de 4 ou 4,1 kcal/g tient compte de l'utilisation digestive.

2.2.1. Synthèse protéique

Les protéines alimentaires traversent la barrière intestinale sous forme d'acides aminés. Chaque cellule puise le courant circulatoire et, à partir d'une matrice préexistante dans les acides nucléiques et transporté par les ARN messagers, elle fabrique des protéines spécifiques. Un même ribosome fabrique une même protéine jusqu'à l'ordre contraire provenant du noyau (anabolisme). Par ailleurs, le système lysosomal, présent aussi dans toutes les cellules, a une activité protéasique, semble-t-il non spécifique, destructrice des protéines et aboutissant aux acides aminés, première étape du catabolisme. Les acides aminés obtenus peuvent être désaminés ou transaminés, ce qui aboutit à des radicaux carbonés.

2.2.2. Catabolisme des radicaux

La dégradation de la chaîne carbonée des acides aminés se fait selon le mode propre à chacun. Il existe :

- des acides aminés céto-gènes : phénylalanine, tyrosine ;
- des acides aminés fournisseurs d'acides gras : valine, leucine, isoleucine ;

- des acides aminés fournisseurs de groupements monocarbonés : sérine, glycine ;
- des acides aminés fournisseurs de groupements méthyl : méthionine ;
- des acides aminés fournisseurs de groupements en C4 : phénylalanine, tyrosine, tryptophane, acide glutamique, acide aspartique, lysine, proline, arginine. Ils rejoignent le métabolisme des sucres par le canal de l'acide oxalo-acétique.

2.2.3. Transamination et désamination

Une partie des acides aminés provenant du catabolisme est utilisée telle quelle pour la resynthèse, une autre partie est transaminée (c'est à-dire fonction amine transportée sur un autre radical acide) et utilisée sous sa nouvelle forme, à son tour pour la synthèse ; l'acide aminé qui se trouve à un moment donné en excès va être désaminé (2eme étape du catabolisme) et l'amine ainsi libéré incorporée dans une molécule d'urée. Cette étape est irréversible. Il y a donc perte permanente de la fonction aminée dans tous les

organes ; la somme de ces pertes constitue le besoin protéique.

2.2.4. Facteurs hormonaux

Pour un apport donné, l'équilibre global du bilan d'azote correspond à la résultante des effets synergiques et antagonistes des hormones. Les hormones agissent en réglant les synthèses et les destructions des protéines dans divers tissus et utilisation des acides aminés à des fins énergétiques, le bilan de ces actions correspondant à des transferts nets d'acides aminés d'un organe (ou tissus) à un autre.

On appellera hormones « anabolisantes » celles qui ont pour effet de déplacer l'équilibre acide aminé protéine dans le sens de la synthèse protéique, hormones « catabolisantes », celles qui argumentent l'utilisation des acides α -cétoniques à des fins énergétiques, augmentant ainsi la production d'urée et les destructions des protéines.

2.2.4.1. Hormones catabolisantes

Le cortisol induit la synthèse de certaines transaminases favorisant la transformation des autres acides aminés glucoformateurs en alanine, acide

glutamique et acide aspartique. Les acides aminés produits dans le muscle sont transportés dans le foie, où l'augmentation de leur concentration stimule la néoglucogenèse. La sécrétion du cortisol aboutit à la diminution de la teneur en protéines du tissu lymphoïde et des muscles striés.

Les hormones thyroïdiennes, modifient la perméabilité de la mitochondrie et accélère le fonctionnement le cycle mitochondrial, augmentant ainsi l'oxydation de tous les substrats, en particulier de l'alanine et de l'aspartate.

Le glucagon stimule la néoglucogenèse hépatique à partir des acides aminés.

Les catécholamines augmentent la disponibilité en glucose et en acides gras libres en augmentant à la fois la lipolyse, la glycogénolyse et la néoglucogenèse, d'origine protéique.

2.2.4.2. Hormones anabolisantes

L'insuline inhibe l'AMP-cyclase, diminuant ainsi la néoglucogenèse. Elle favorise non seulement la pénétration intracellulaire du glucose et sa phosphorylation, mais aussi la formation de radicaux R

accepteurs –NH₂. De plus, elle favorise la pénétration intracellulaire des acides aminés et la synthèse des protéines.

L'hormone de croissance ou somatotrope facilite la traversé des membranes par des acides aminés, inhibe les enzymes destructeurs d'acides aminés, en particulier les aminoacidoxydases et favorise la synthèse des protéines.

Les hormones androgènes, d'origine testiculaire ou surrénalienne, augmentent les synthèses protéiques en particulier dans le tractus génital et les muscles striés.

Les sécrétions hormonales elles-mêmes sont réglées par un effet en retour du taux des métabolites sur lesquels elles agissent. La variation du niveau des apports –en particulier les apports protéiques- est un facteur qui modifie l'équilibre hormonal. Par exemple, la teneur du plasma en arginine est un stimulant de la sécrétion de l'insuline, du glucagon et de l'hormone somatotrope.

Les états pathologiques ou l'emploi thérapeutique des hormones aboutissent, par un apport

protéique assurant antérieurement l'équilibre du bilan d'azote, à un bilan négatif ou positif.

2.3. Teneur en protéines de l'organisme

Schématiquement, les protéines corporelles peuvent être divisées en deux groupes :

- Les protéines-enzymes, intracellulaires, de forme globulaire, dont le renouvellement est rapide ;
- Les protéines de soutien, essentiellement extracellulaires, de forme fibrillaire, dont le renouvellement est très lent.

Tableau 2: Teneur en protéines des différents organes

	Poids de l'organe (g)	Concentration protéique (pour 100 g)	Teneur en g de protéine par organe	Teneur en protéines par organe considéré x 100 Teneur en protéines totales de l'organisme
Muscle striés	30000	18	5400	46
Foie	1700	20	340	3
Cerveau	1500	10	150	1,3
Cœur	300	16,5	495	4,3
Autres viscères, tube digestif, poumons, reins, rate, pancréas, etc	5000	19	950	8,2
Sang	5400	19	1030	9
Tissu lymphatique	700	20	140	& 7e
Os	10000	20	2000	17
Tissus de soutien autres que l'os	6500	15	975	8,4
Tissu adipeux	8900	2	180	1,6
	70000		11660	100

Les protéines de soutien contiennent un acide aminé qui est absent des protéines-enzymes : l'hydroxyprotéines. Le collagène en contient environ 13%, l'élastine environ 2%.

2.4. Besoins protéiques

2.4.1. Besoins quantitatifs

En matière de besoins protéiques, il y a lieu de distinguer les notions de besoin minimal, d'apport protéique de sécurité, d'apports réellement consommés et d'apport optimal.

Besoin minimal

Le besoin minimal est une donnée de physiologie humaine expérimentale : lorsqu'un sujet reçoit en abondance tous les nutriments à l'exception des seules protéines, après quelques semaines d'adaptation, il suffira de 0,2 g/kg/j d'une protéine de référence telle que le blanc d'œuf pour équilibrer son bilan d'azote. Cette donnée n'a en fait aucune signification nutritionnelle pragmatique, car cette adaptation se fera au prix d'une dénutrition protéique initiale, ce qui aura diminué les performances de l'organisme.

Apport protéique de sécurité

La FAO et l'OMS ont proposé en 1973 l'apport protéique de sécurité : cet apport est de 0,57 g/kg/j : il s'agit toujours d'un apport minimal mais prévoyant des marges de sécurité, de telle sorte que la presque totalité d'une population adulte puisse se trouver en équilibre du bilan d'azote. En fait, cet apport de sécurité est lui aussi une construction artificielle, et les chiffres proposés sont inférieurs à ce qui est consommé spontanément par tous les groupes humains étudiés.

Apport réellement consommé

Les apports réellement consommés sont compris entre 10 et 15% de la ration calorique : entre 10 et 12% dans les populations à forte activité physique et grosses consommatrices d'aliments énergétiques ; autour de 14-15% dans les populations citadines du monde occidental. Ainsi la consommation moyenne du Français est d'à peu près 2200 kcal, soit 330 kcal d'origine protéique (80 g protéines ou 1,3 à 1,4 g/kg/j). Il n'existe aucune démonstration scientifique montrant que cet apport élevé soit un apport optimal, en termes

de performance, de santé, de bien-être et de longévité, mais le contraire n'est pas démontré non plus.

Aussi est-il raisonnable de considérer que le comportement alimentaire spontané de populations humaines en bonne santé est proche, empiriquement de l'apport optimal.

En pratique, l'apport protéique doit être supérieur ou égal à 55 g de protéines pour les femmes, et supérieur ou égal à 70 g de protéines pour les hommes (sauf cas particulier de l'insuffisance rénale).

Bilan d'azote

Le bilan d'azote est la comparaison entre les apports protéiques exprimés en azote (les protéines contiennent en moyenne 16% d'azote ; il faut donc diviser l'apport protéique en gramme par 6,25) et l'azote des divers déchets éliminés.

Le bilan d'azote chez le sujet adulte, en dehors de processus inflammatoire ou infectieux, a tendance à s'équilibrer. Cela signifie que pour une même taille et un même poids, au même âge, avec les mêmes activités sociales, certains sujets consomment 150 g de protéines soit 24 g d'azote protéique, d'autres 50 g soit 8 g

d'azote protéique, et leurs éliminations sont alors, à long terme, équivalentes à leur ingesta.

Equilibre et niveau

Lorsqu'un sujet est en équilibre à un niveau d'apport azoté élevé, la diminution des apports protéiques entrainera bien en quelques semaines un nouvel équilibre, mais la négativité du bilan d'azote pendant l'adaptation ainsi que la diminution du niveau d'équilibre antérieur provoqueront une asthénie physique, psychique et sexuelle, une modification du comportement social. Une telle dénutrition protéique entrainerait aussi à brève échéance une diminution de la résistance aux infections par blocage de synthèse des anticorps et de la production de lymphocytes, ainsi qu'un arrêt du processus de cicatrisation.

2.4.2. Besoin qualitatif

Il est défini comme le besoin en chacun des acides aminés indispensable (**Tableau II**). Ces derniers ne sont pas fabriqués, ou en faible quantité, par l'organisme. L'absence de l'apport d'un seul de ces acides aminés empêchera la synthèse protéique et entrainera la négativation du bilan d'azote.

Tableau 3: Besoins quotidien en acides aminés indispensables

Acides aminés	En g/j
Isoleucine	0,70
Leucine	1,10
Lysine	0,80
Méthionine	
- En absence de cystéine	1,10
- En présence de cystéine	0,20
Phénylalanine	
- En absence de tyrosine	1,10
- En présence de tyrosine	0,30
Threonine	0,50
Tryptophane	0,25
Valine	0,80

Un apport protéique large comprenant par moitié des protéines d'origine animale suffit à assurer à l'ensemble de la ration protéique une valeur biologique satisfaisante ; en revanche, il faudra apporter une attention particulière à l'apport de tous les acides aminés indispensables :

- Lorsque l'apport protéique est globalement réduit (régime des insuffisants rénaux ou régime des anorexiques) ;
- Lorsqu'il est constitué exclusivement, ou presque, des protéines d'origine végétale (régime végétarien ou végétalien), dont la valeur biologique est médiocre.

Valeur biologique des protéines des aliments usuels

La valeur biologique d'une protéine est son aptitude à équilibrer à elle seule le bilan d'azote lorsque tous les autres nutriments ont été fournis en quantités adéquate. Elle dépend de sa richesse en acides aminés indispensables.

L'acide aminé manquant ou fourni en quantité insuffisante par une protéine donnée s'appelle le facteur limitant primaire (si on compensait par d'adjonction à une protéine donnée l'acide aminé manquant, facteur limitant primaire, apparaîtrait alors un déficit relatif en un autre acide aminé ou facteur limitant secondaire).

Etant donnée la composition des protéines des aliments usuels, seuls les trois acides aminés suivants sont susceptibles d'être limitant : le tryptophane, la lysine et la méthionine.

D'une façon générale les protéines d'origine végétales contiennent une quantité insuffisante de lysine ; en revanche, les protéines d'origine animale contiennent en quantité adéquate tous les acides aminés et lorsque leur ingestion est large, la connaissance des facteurs limitant présente peu d'intérêt pratique.

Il faut remarquer que le mélange de deux protéines de valeur biologique médiocre peut être une bonne valeur biologique : par exemple, céréales + lait ; les facteurs limitant du lait étant la méthionine et la cystéine, et celui des céréales la lysine

2.5. Sources des protéines

Protéines animales est d'environ 18% dans les viandes, volailles, poissons, crustacés ; 13% dans les œufs ; 3,2% dans le lait ; 5% dans les yaourts ; 20% dans les fromages à pâte molle et 30% dans les fromages à pâte dure.

Protéines d'origine végétale est d'environ 8% dans le pain ; 6 à 8 % dans les légumineuses cuites ; 5% dans les pâtes cuites ; 2% dans les pommes de terre, le riz cuit, les légumes frais ; 0,5% dans les fruits mais et 20% dans les fruits oléagineux.

3. Glucides et besoins glucidiques

Les glucides sous forme de glucose sont un substrat énergétique utilisable par toutes les cellules, indispensables à certaines. Pourtant le stock en est très faible, quelques minutes sous forme de glucose, quelques heures sous forme de glycogène hépatiques et musculaires.

Dans l'organisme, les glucides ont deux origines :

- Alimentaire, direct après transformation ;
- Métabolique (par néoglucogenèse à partir des acides aminés).

3.1. Structure et classification des glucides

3.1.1. Monosaccharides

On appelle monosaccharides les hydrates de carbone qui ne peuvent plus être dédoublés par hydrolyse.

Les hydrates de carbone dont la chaîne compte 3, 4, 5, 6, etc., atomes de carbone sont respectivement appelés trioses, tétraoses, pentoses, hexoses, etc.

En règle générale, les monosaccharides se trouvent sous forme cyclique (furanose et pyranose).

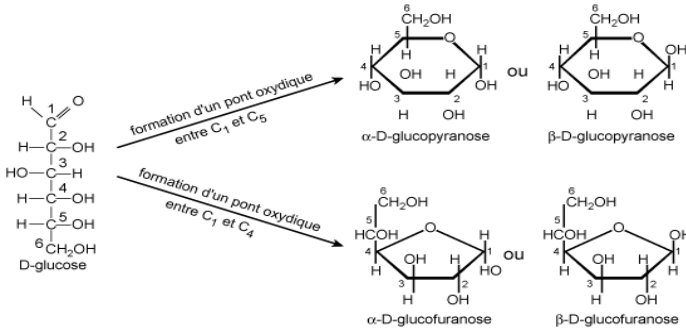


Figure 2: Les formes cyclique des monosaccharides

La fonction hydroxyle rattachée à l'atome en position 1 ou 2 est particulièrement apte à réagir avec d'autres substances, donnant des composés plus complexes appelés glucosides. Il s'agit d'un corps non glucidique s'unissant à un ose (par exemple alcool anhydre), ou bien des oligo ou polysaccharides si ce sont des glucides qui s'unissent entre eux.

Chaque molécule de monosaccharide peut exister sous trois formes :

- Une forme lévogyre L- ou (-) ;
- Une forme dextrogyre D- ou (+) ;

- Une forme optiquement inactive ou racémique DL- ou (\pm).

3.1.2. Oligosaccharides

Les oligosaccharides résultent de la réunion de 2 à 10 molécules de monosaccharides ou de leurs dérivés par une liaison glucidique.

3.1.3. Polysaccharides

Les polysaccharides contiennent de 10 à plusieurs milliers de groupements monosaccharidiques.

3.2. Glucides alimentaires

Les glucides sont apportés sous 2 formes dans l'alimentation :

- *les sucres simples* (sucres rapides), dont l'hydrolyse et l'absorption sont rapides. Ce sont des mono ou disaccharides tels que le lactose du lait, le saccharose (sucre de ménage : glucose-fructose) ou le fructose des fruits. Leur consommation simultanée avec d'autres aliments est responsable d'un ralentissement de leur absorption.
- *Les sucres complexes* (sucres lents) sont des glucides à longues chaînes parfois ramifiées. Ils ont une

absorption plus lente du fait de leur structure qui demande une digestion enzymatique importante. Il s'agit essentiellement de l'amidon présent sous forme d'amylose ou d'amylopectine dans les céréales, le riz ou la pomme de terre. Contrairement aux sucres rapides qui sont des calories "vides", les sucres lents, du fait de leur origine, apportent en même temps des minéraux, des vitamines et des fibres. Cette inégalité d'absorption digestive entre les différents glucides alimentaires peut-être exprimée sous la forme d'un index glycémique qui prend en compte l'importance de l'aire sous la courbe de glycémie après absorption de divers glucides comparée à celle de glucides de références comme le pain ou le glucose (schématiquement, plus cet index est faible, plus les aliments contiennent de "bons" glucides).

Les fibres alimentaires comme la cellulose sont des glucides non absorbables et non digérés qui ne sont pas essentiels à l'organisme mais ont un rôle régulateur nécessaire du transit intestinal. Leur absence dans l'alimentation s'accompagne d'une fréquence plus élevée de certaines tumeurs malignes.

3.4. Besoins glucidiques

Les glucides sont des aliments énergétiques (combustibles). Ils apportent 50 à 60 % de l'énergie de la ration. Les besoins sont évalués à 5 g.kg-1 jour-1.

3.5. Sources des glucides

Les aliments riches en amidon sont les biscottes, pains, pâtes, riz, semoules, bananes, patates douces, pommes de terre, etc. On en trouve aussi dans les légumineuses ; dans une moindre mesure, les fruits nous apportent surtout des mono et disaccharides. Les légumes (surtout racines) nous en fournissent également un peu ainsi que le lait et le yaourt.

4. Lipides et besoins lipidiques

Alors que la plupart des familles de molécules de base du monde vivant sont définies par leurs structures chimiques, les lipides (du grec lipos, graisse) sont caractérisés par une propriété physique : la solubilité. Ce sont des composés à solubilité nulle ou faible dans l'eau mais par contre élevée dans les solvants organiques non polaires (méthanol, chloroforme, cyclohexane, éther éthylique, acétone...). Les termes d'huiles, beurres, graisses, cires ne désignent que leur état physique liquide ou solide à la température ambiante.

Dans l'organisme il y a approximativement 25 milliards d'adipocytes d'un diamètre de 80 microns, ce qui correspond à une dizaine de kilogrammes de graisse ou encore approximativement 90000 kcalories de réserve énergétique, de l'ordre de grandeur de 6 semaines de dépense.

Ce stock d'énergie provient soit des lipides alimentaires réarrangés, soit par lipogenèse à partir du glucose.

4.1. Structure et classification

Les lipides, comme les glucides, sont des composés ternaires formés de carbone, d'oxygène et d'hydrogène. Mais leur composition est plus plastique que celle des sucres et des amidons ; ils forment des composés plus variés et contractent plus aisément des alliances avec d'autres éléments : phosphore (phospholipides), soufre, azote (lécithine, sphingomyéline), sucre (cérébroside).

Le groupe des lipides est très hétérogène et rassemble diverses substances hydrophobes ; leur transport plasmatique se fait sous forme de lipoprotéines.

Les principaux lipides alimentaires sont les triglycérides : ils comportent un glycérol et trois acides gras.

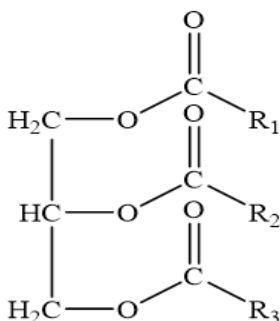


Figure 3: Structure chimique d'un triglycéride

Glycérol

Le glycérol est un trialcool doté de deux fonctions alcool primaire et d'une fonction alcool secondaire.

Comme les autres alcools il est soluble dans l'eau et son métabolisme fait partie du métabolisme glucidique.

Il peut donner naissance à trois ordres de « glycérides » :

- Si les trois fonctions sont saturées par les trois molécules d'acide gras (semblable ou différentes), on obtient un triester du glycérol ou triglycérides, encore appelés « triglycéride neutre » ;
- Si deux fonctions alcool seulement sont saturées par deux molécules d'acides gras

(une fonction alcool restant libre), on obtient un diglycéride ;

- Si une seule fonction alcool est saturée par une molécule d'acide gras, on obtient un monoglycéride, corps doté de puissantes propriétés émulsifiantes, et qui joue à ce titre un grand rôle dans la traversée de la barrière intestinale par les lipides.
- Les monoglycérides et les diglycérides sont des formes de passage, apparaissant transitoirement au cours du catabolisme ou de l'anabolisme lipidique.

En raison de la petitesse de sa molécule par rapport à celle des acides gras, le glycérol représente à peine la 10^{ème} partie du poids des glycérides ; en valeur^{\$^}calorique, il en représente seulement la 25^{ème} partie.

Acides gras

Le radical est constitué par une chaîne linéaire d'atomes de carbone, de longueur variable (de 4 à 30 C, selon l'acide), sur chacun desquels sont fixés en

principe des atomes d'hydrogène (un seul, s'il existe à ce niveau une double liaison). A un bout, la chaîne se termine par un groupe méthyle CH₃. A l'autre bout, elle s'achève par un carboxyle COOH, porteur de la fonction acide.

4.2. Origines des lipides alimentaires

On peut séparer les lipides en 2 catégories :

- *les graisses animales*, riches en cholestérol et en acides gras saturés, dont la surcharge est source de problèmes majeurs de santé publique,
- *les graisses végétales*, riches en acides gras insaturés et ne contenant pas de cholestérol.

Les 2 types de graisse contiennent des acides gras essentiels. Cependant, toutes les graisses végétales, notamment les huiles, n'ont pas la même valeur nutritionnelle (leur valeur calorique étant par ailleurs identique) :

- en ce qui concerne leur richesse en acides gras insaturés : l'huile d'olive, pilier de l'alimentation méridionale (méditerranéenne), est à cet égard meilleure que l'huile d'arachide ;

- en ce qui concerne leur résistance à la chaleur : certaines huiles forment, lors de la cuisson, des composés toxiques (potentiellement cancérogènes). La réglementation impose aux producteurs de mentionner sur l'emballage l'utilisation possible : «assaisonnement et cuisson» (ou friture), ou « assaisonnement » seulement.

4.3. Besoins lipidiques

Les besoins lipidiques sont évalués à 1 à 1,2 g.kg⁻¹.jour⁻¹. Les lipides sont également des aliments énergétiques mais sont aussi la source d'acides gras essentiels (acide linoléique, acide linoléique, et parfois acide arachidonique). Ils participent à la structure des membranes cellulaires et au métabolisme des eicosanoïdes (prostaglandines, leucotriènes).

3.4. Sources des lipides

Lipides d'origine animale : lait, produits laitiers, viande, poisson, œufs.

Lipides d'origine végétale : huile végétale.

5. Eau et besoins hydriques

Avant sa naissance, l'homme passe par une phase aquatique (baigne dans le liquide amniotique). Un embryon de 3 jrs est constitué de 95% d'eau. Un nourrisson est composé de 75% d'eau. Chez l'adulte, ce % est de 45 à 65%. Les organes les plus riches en eau sont : le coeur et le cerveau. La teneur en eau d'un organisme dépend de plusieurs facteurs :

- *la corpulence (taille/poids)* : Plus la personne est maigre, plus la proportion est importante.
- *l'âge* : plus les tissus vieillissent, plus les tissus sont déshydratés.
- *le sexe* : l'homme contient plus d'eau que la femme.

5.1. Différents types d'eaux

- *Eau métabolique* : elle est formée au cours des réactions métaboliques (200 ml). Exemple : L'oxydation 1g glucide donne 0,6 ml d'eau, 1g de protéine donne 0,4 ml d'eau et 1 g lipide donne 1,7 ml d'eau.

- *Eau préformée* : c'est l'eau portée par les aliments et elle doit être d'environ 2,3 l.

5.2. Déshydratation

Il existe 3 types de déshydratation, à savoir : globale, extracellulaire et intracellulaire.

- *Déshydratation globale* : les pertes en eau sont proportionnelles aux pertes en sodium.
- *Déshydratation extracellulaire* : les pertes en sodium sont largement supérieures à celle de l'eau (traitements par diurétiques).
- *Déshydratation intracellulaire* : les pertes en eau sont supérieures à celle en sodium (brûlure, coup de chaleur).

Si un homme perd 2% de son eau, il éprouve la sensation de soif.

Si un homme perd 10% de son eau, il a des hallucinations et sa peau se rétracte.

Si un homme perd 15% de son eau, il meurt.

5.3. Equilibre hydrique

- *Absorption* : Elle se fait principalement au niveau de l'intestin-grêle, elle est rapide, efficace et intense. Elle se fait par la diffusion passive. Environ 9 litres de

liquide entrent quotidiennement dans l'intestin-grêle provenant de l'alimentation et des sécrétions gastro-intestinales. Près de 8 litres sont absorbés au niveau de l'intestin-grêle, 0,9 litre au niveau du gros intestin et 0,1 litre est éliminé par les déchets.

➤ *Pertes* : l'élimination se fait essentiellement par voie rénale et accessoirement par voie extrarénale (fèces, sueur).

La peau perd environ 500 ml. jour⁻¹

Les poumons perdent environ 300 ml. jour⁻¹

Le tube digestif perd environ 200 ml. jour⁻¹

Les reins perdent environ 1500 ml. jour⁻¹

La somme des différentes pertes égale à 2500 ml. jour⁻¹

1

De ce fait, doit apporter au moins 2500 ml. jour⁻¹

6. Besoins en minéraux

6.1. Eléments minéraux

Les éléments minéraux sont subdivisés en deux grands groupes : les macroéléments (leur teneur dans le corps humain est égale ou supérieur à 5 g) et les oligoéléments ou éléments trace (leur teneur dans le corps humain est inférieur à 5 g).

Le tableau ci-dessous présente la teneur approximative de quelques éléments dans le corps humain de 70 kg.

Tableau 4: Teneur approximative de quelques éléments dans le corps humain de 70 kg

Macro éléments (g/70 kg)	
Calcium (Ca)	1050
Phosphor (P)	700
Potassium (K)	140
Sodium (Na)	105
Chloride (Cl)	105
Magnesium (Mg)	35
Oligoélément ou éléments traces (g/70kg)	
Iron (Fe)	4,2
Fluor (Fl)	2,59
Zinc (Zn)	2,33
Chromium (Cr)	0,03
Iodine (I)	0,03
Selenium (Se)	0,02
Copper (Cu)	0,1
Molybdenum (Mo)	0,007

6.1.1. Macroéléments

- *Calcium (Ca)*

Le capital calcique est de l'ordre de 1kg, soit 2000 fois plus l'apport journalier moyen. Le rapport phosphocalcique (P/Ca) favorable à l'absorption est compris entre 0,5 et 2. Les produits laitiers constituent une très bonne source à la fois à cause du rapport P/Ca favorable, mais aussi à cause de la présence du lactose.

Les acides phytiques et oxaliques contenus dans certains légumes gênent l'absorption calcique par formation de sels insolubles. Les fibres alimentaires entraînent dans les fèces une partie du calcium alimentaire.

Les besoins sont de 0,4 à 1 g.jour⁻¹ pour un adulte jeune. Des apports supérieurs à 1 g sont un facteur de protection contre l'ostéoporose post-ménopausique.

L'excrétion fécale est non régulée ; elle varie avec l'apport phosphoré (elle augmente et pour l'apport en P bas et pour les apports de P élevés).

- *Phosphore (P)*

Le phosphore est toujours sous forme de phosphate. La teneur en phosphate est de 700 g dont 600 g pour le squelette sous forme de phosphate tricalcique, et 100 g dans la masse cellulaire, en particulier sous forme de phosphoprotéines, de phospholipides et d'acide nucléiques. La phosphorémie physiologique est comprise entre 30 et 44 mg.l⁻¹, dont 10% sous forme de phosphoprotéine.

Le besoin en phosphore est évalué à $800 \text{ mg} \cdot \text{jour}^{-1}$, mais il s'agit d'une donnée sans portée pragmatique car il n'existe pas de carence en phosphore.

Il n'existe pas d'excrétion fécale de phosphore endogène ; la perte fécale, correspondant au phosphore alimentaire non absorbé, est de quelques centaines de mg et varie avec l'alimentation. L'élimination régulée est urinaire.

- *Potassium (K)*

Le potassium est ubiquitaire, on en trouve de fortes concentrations aussi bien dans la viande que dans les légumes. L'eau intracellulaire contient approximativement 150 mEq de $\text{K} \cdot \text{l}^{-1}$, soit au total 90% du potassium corporel ; le plasma et les autres liquides extracellulaires contiennent entre $4,5$ et $5 \text{ mEq} \cdot \text{l}^{-1}$, soit 2%. Presque tout le potassium corporel est échangeable (approximativement 3000 mEq).

Le besoin en potassium avec un régime pauvre en sodium est de l'ordre de $1 \text{ g} \cdot \text{jour}^{-1}$ et plus bas avec un apport sodique plus large. La carence d'apport n'existe pas.

L'excrétion est presque exclusivement urinaire et elle est liée à la régulation de l'élimination du sodium : l'aldostérone augmente la résorption tubulaire du sodium et diminue celle du potassium. La diminution de la kaliémie est fréquente au cours de traitements par les sels diurétiques qui ont éliminé à la fois sodium et potassium.

- *Sodium (Na)*

Le sodium est le principal cation extracellulaire. Sa concentration est régulée de telle sorte qu'elle demeure constante pour des apports alimentaires variant de 1 à 10. L'organisme contient 142 mEq de sodium par litre d'eau extracellulaire et moins de 10 mEq par litre d'eau intracellulaire.

Le besoin en sodium, pour un sédentaire, en climat tempéré, est de l'ordre de 1 g de NaCl.jr⁻¹.

La perspiration respiratoire ne s'accompagne pas de pertes de sodium. L'excrétion fécale est négligeable, la perspiration cutanée entraîne une perte négligeable de sodium dans un environnement thermique modéré. Dans une atmosphère très chaude, ou lors d'un exercice physique intense, l'élimination cutanée peut atteindre

plusieurs grammes par jour. L'élimination urinaire est d'extrême efficacité : au cours d'un régime désodé strict chez un sujet normal, il y a un fort hyperaldostéronisme et élimination de sodium descend en dessous de 1 mEq par litre.

- *Chlore (Cl)*

Dans l'alimentation, le chlore accompagne le sodium. Le chlore est présent dans le liquide extracellulaire à la concentration très stable de 102 mEq.l⁻¹. Pour l'ensemble de l'organisme il y a approximativement 2000 mEq extracellulaire, un millier dans l'os et quelques centaines dans les liquides intra et transcellulaires. La sécrétion gastrique peut atteindre 150 mEq.jour⁻¹.

Les besoins sont arbitrairement fixés à peu près à 2 g.jour⁻¹. En fait, les seules hypocho-rémies connues, qui s'accompagnent évidemment d'alcalose, sont celles des vomissements abondants et celles rencontrées rarement au cours des diarrhées abondantes.

L'excrétion fécale est négligeable car la presque totalité du chlore des sécrétions digestives est réabsorbée. L'apport en chlore, en dehors du cas des

vomissements répétés, ne pose guère de problème en diététique.

- *Magnésium (Mg)*

Le corps contient approximativement 25 g de magnésium, dont 99% sous forme intracellulaire : 55% dans les tissus osseux, 27% dans le tissu musculaire, le reste dans les organes (foie, coeur, cerveau, etc.). La magnésémie moyenne est de 1,5 à 2 mEq.l⁻¹.

Les besoins sont évalués à environ 6 mg.kg⁻¹.jour⁻¹ ; ils sont augmentés en cas de grossesse, de prise de contraceptif oraux. Le sport augmente les besoins de magnésium, surtout s'il entraîne une sudation abondante.

L'excrétion fécale n'est pas régulée. Elle est de plusieurs centaines de mg et augmente avec l'apport de son ou de céréales complètes. Seule l'élimination rénale sert à ajuster le bilan : lorsque l'apport magnésique est réduit, la concentration urinaire descend au-dessous de 1 mEq.jour⁻¹, elle est augmentée en cas d'activité physique importante, dans les états de stress, de surmenage.

6.1.2. Microéléments

- *Fer (Fe)*

Le fer héminique apporté par la viande et poisson à une biodisponibilité nettement supérieure à celle du fer non héminique apporté par les autres aliments. L'absorption se fait sous forme de fer ferreux (Fe^{2+}), le fer ferrique (Fe^{3+}) devant être transformé en fer ferreux sous l'influence de l'acide chlorhydrique gastrique. Cette absorption est régulée en fonction des besoins par fixation sur l'apoferritine duodénale, qui transfère le fer ferreux à la transferrine plasmatique. La quantité totale de fer est d'environ 3,5 g chez l'homme et de 2 g chez la femme. 60% du fer se trouve sous forme d'hémoglobine. L'hémoglobine contient 0,33% de fer soit, pour 1000 ml de sang, correspond à 15 g d'hémoglobine, 50 mg.

Les besoins en fer chez l'homme sont de 5 à 10 mg.jour⁻¹, compte tenu du fait que seule partie est absorbée. Ils sont de l'ordre de 15 à 20 mg.jour⁻¹ chez la femme réglée et chez la femme enceinte lorsqu'elles consomment des aliments d'origine animale, de 20 à 30 mg si son alimentation est basée de produits végétaux.

L'acide ascorbique facilite l'absorption du fer non hémérique.

L'excrétion urinaire est faible, de 0,1 à 0,5 mg.jour⁻¹. L'excrétion fécale correspond surtout au fer non capté par l'apoferritine mais aussi à la desquamation intestinale. Les pertes sanguines sont dites martiales (pertes menstruelles éliminent plusieurs mg de fer par jour).

- *Fluor (Fl)*

Il n'y a pas d'apport conseillé en fluor, car aucun signe de carence n'a pu être mis en évidence. Des études épidémiologiques ont montré l'intérêt des eaux riches en fluor dans la prévention de la carie dentaire. C'est l'eau de boisson qui assure la majeure partie de nos apports en fluor, son taux est très variable suivant les régions ; le thé est très riche en fluor (0,3 mg par tasse de 15 ml). A la concentration optimale de 1 mg.l⁻¹ d'eau de boisson, il est prouvé que le taux de caries dentaire est abaissé de 50% chez l'enfant par rapport à ceux recevant une eau pauvre en fluor. Au-delà de 2 mg, des signes de fluorose dentaire (stries, taches blanches) apparaissent sur l'émail.

- *Zinc (Zn)*

Le zinc se trouve principalement dans les viandes et les poissons, les fruits de mer et les céréales complètes. La metallothionéine transporte le zinc et permet son stockage dans les organes (le foie en particulier). Le zinc participe à la synthèse de nombreux metalloenzymes (exemple : anhydrase carbonique, lacticoxydohydrogénase, phosphatase alcaline) ; il joue un rôle catalytique et module l'activité enzymatique.

Les besoins sont évalués à 12 à 15 mg.jour⁻¹ chez l'adulte, 3 à 5 mg.jour⁻¹ au cours de la première année, 10 mg.jour⁻¹ chez un enfant de 1 à 10 ans. Les carences en zinc se traduisent par des troubles cutanéomuqueux avec retard de cicatrisation, augmentation de morbidité foetomaternelle, etc.

Le zinc est essentiellement excrété par les selles.

- *Chrome (Cr)*

Le chrome se trouve principalement dans le pain noir, le foie, le jaune d'oeuf, etc.

Le besoin quotidien serait de 125 µg.jour⁻¹ mais, en fait il n'existe pas état de carence. Le chrome serait

aussi impliqué dans le métabolisme lipidique : diminution du cholestérol total et augmentation du cholestérol HDL.

- *Iode (I)*

Le poisson de mer en apporte de 0,2 à 0,5 mg.100g⁻¹. Certains légumes en apportent de 0,02 à 0,1 mg. Dans les régions où le sol et l'eau sont pauvres en iode et où on ne consomme pas de poisson, il y a carence, y compris dans le lait maternel. De plus, il existe une compétition entre iodures et autres cation monovalents qui sont des facteurs de goitre.

Le besoin est évalué à 150 à 200 $\mu\text{g}\cdot\text{jour}^{-1}$.

- *Sélénium (Se)*

Le tiers du sélénium total se trouve localisé au niveau des muscles. Cet oligoélément est reconnu essentiellement depuis que les effets pathologiques d'une alimentation carencée en sélénium ont été observés chez l'animal. Chez l'homme, les premiers cas de carence ont été décrits sous le nom de maladie de KESHAN, province chinoise où sévissait à l'état endémique une cardiomyopathie congestive. La

supplémentation en sélénium de la ration alimentaire de ses habitants a permis la prévention de la maladie.

Les besoins établis en 1980 par Food and Nutrition Board selon les âges sont de 20 $\mu\text{g}\cdot\text{jour}^{-1}$ pour les nourrissons (0 à 3 ans), 30 $\mu\text{g}\cdot\text{jour}^{-1}$ pour les enfants, et 60 $\mu\text{g}\cdot\text{jour}^{-1}$ pour les adolescents et les adultes.

L'élimination est urinaire à 70% et fécale à 30%.

- *Cuivre (Cu)*

Des carences ont été démontrées seulement chez les nourrissons nourris exclusivement et de façons prolongées avec du lait de vache. Chez l'adulte, aucun cas certain de carence n'a été décrit : le syndrome de MENKES (cheveux en vrille) est lié à une malabsorption génétique de cuivre et non à une carence d'apport.

Le besoin est de 3 $\text{mg}\cdot\text{jour}^{-1}$. Les hypercuprémies (au-dessus de 100 $\mu\text{g} / 100 \text{ ml}$ de sang) s'observent au cours de la grossesse et de l'utilisation de contraceptifs oraux.

- *Molybdène (Mo)*

Le molybdène participe à la synthèse des enzymes (xanthène oxydase, aldéhyde et sulfite oxydase). Il intervient dans le métabolisme de la xanthine, de l'acide urique et dérivés soufrés.

Les besoins en molybdène sont de l'ordre de 150 $\mu\text{g}\cdot\text{jour}^{-1}$.

7. Besoins vitaminiques

7.1. Vitamines

Une vitamine est une substance organique, nécessaire en faible quantité au métabolisme d'un organisme vivant, qui ne peut être synthétisée en quantité suffisante par cet organisme. Les vitamines sont des compléments indispensables aux échanges vitaux. Un apport insuffisant ou une absence de vitamine provoquent respectivement une hypovitaminose ou une avitaminose qui sont la cause de diverses maladies (scorbut, béribéri, rachitisme, etc.), un apport excessif de vitamines liposolubles (A et D essentiellement) provoque une hypervitaminose, très toxique pour l'organisme. Ces vitamines ont été découvertes par le biochimiste polonais *Kazimierz Funk* qui, le premier, isola la vitamine B1 dans l'enveloppe de riz en 1912. Le terme « vitamine » vient du latin « vita » qui signifie vie et du suffixe *amine* qui est le nom d'un radical en chimie (toutes les vitamines ne possèdent pas pour autant la radicale amine)

7.1.1. Vitamines liposolubles

7.1.1.1. Vitamine A (Rétinol) et le β carotène

Dans les aliments d'origine animale, la vitamine A est sous forme de rétinol, tandis que dans les aliments d'origine végétale, on trouve des caroténoïdes, en particulier le β -carotène, précurseurs de vitamine A, qui une fois ingérés se transformeront en rétinol en fonction des besoins.

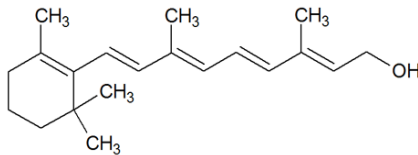


Figure 4: Structure chimique de la vitamine A

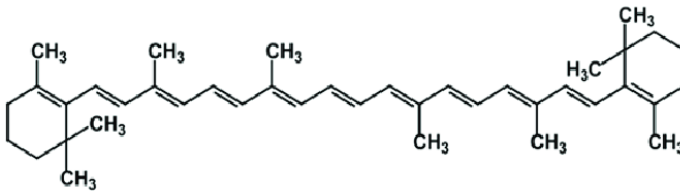


Figure 5: Structure du β carotène

Rôles : Elle intervient dans la synthèse des pigments visuels (la carence en vitamine A est la 1ère cause de cécité dans le monde) et dans la régularisation et la

différenciation des tissus épithéliaux. Aussi, elle exerce une action sur le système immunitaire (propriétés anti-infectieuses) et joue un rôle au niveau de la croissance, de la fertilité et de la reproduction.

Carences : Les carences en vitamine A se traduisent par une perte de vision crépusculaire (héméralopie). A un stade plus avancé, la carence mène à l'apparition de sécheresse des muqueuses et des conjonctives, parfois avec une kératinisation des tissus épithéliaux et avec des lésions oculaires pouvant aller jusqu'à la cécité (xérophtalmie), ainsi qu'un retard de croissance. Cette carence majeure est une des facettes d'une malnutrition protéino-énergétique, car la vitamine A nécessite la présence de protéines pour être utilisée par le foie. Cette affection touche des millions de personnes à travers le monde.

Sources : Concernant la vitamine A, on a les aliments gras d'origine animale tel que le foie, le beurre, la crème fraîche, le fromage, le lait entier, les oeufs, les poissons gras, etc. Tandis que pour les caroténoïdes on a les aliments d'origine végétale de couleur orange, rouge ou

vert tel que la carotte, l'abricot, le potiron, le melon, la tomate, l'épinard, le cresson, etc.

Besoins : Ils sont de 800 µg.jour-1 pour un adulte.

7.1.1.2. Vitamine D (Calcitriol)

Rôles : Le rôle de la vitamine D est primordial dans l'ossification par son action sur le métabolisme du calcium et du phosphore : elle accroît leur absorption intestinale, favorise la minéralisation des os et des dents, elle régule l'élimination rénale du calcium et maintient la stabilité de la calcémie. Aussi, elle intervient aussi dans l'immunité et dans la différenciation de l'épiderme (propriété utilisée dans le traitement du psoriasis = maladie inflammatoire de la peau).

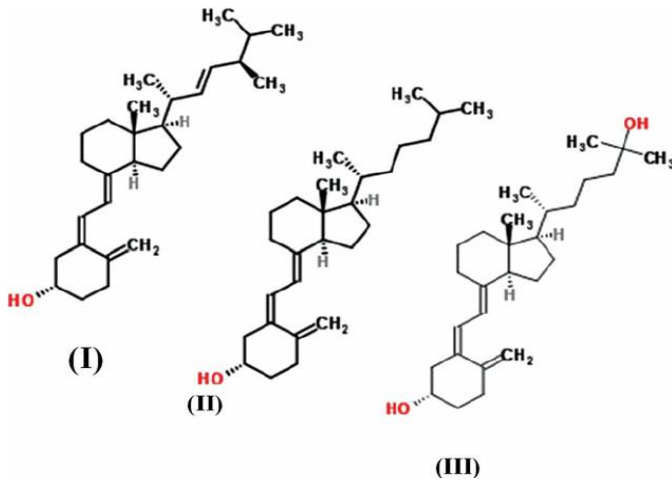


Figure 6: Structures chimiques des formes alimentaires naturelles de la vitamine D : (I) ergocalciférol (vitamine D2), (II) cholécalciférol (vitamine D 3) et (III) 25-hydroxy-cholécalciférol.

Carences : La carence en vitamine D empêche le processus de minéralisation osseuse. Ce qui se traduit par du rachitisme chez le tout jeune enfant (4 à 18 mois), c'est-à-dire des déformations du squelette (jambes arquées), des fractures spontanées et des anomalies de dentition. Chez l'adulte, cette carence est appelée ostéomalacie.

Sources : La principale source est endogène : la vitamine D est synthétisée dans les couches profondes

de la peau sous l'action des ultraviolets. Les aliments les plus riches en vitamine D sont les poissons gras (5 à 20 μ g.100g⁻¹), jaune d'oeuf, le foie, le beurre (1,3 μ g.100g⁻¹).

Besoins : Les besoins en vitamine D sont difficiles à évaluer avec précision, car ils varient avec le degré d'exposition au soleil et le degré de pigmentation de la peau. Chez le nourrisson et l'enfant jusqu'à l'âge de 4 ans, une supplémentation est nécessaire car les besoins ne peuvent être couverts par l'alimentation seule. Les besoins sont estimés entre 10 à 20 μ g.jour⁻¹ (400 à 800 UI tel que 1UI=3 μ g).

7.1.1.3. Vitamine E (Tocophérols)

Nom générique utilisé pour désigner différents tocophérols ; l' α tocophérol est le plus fréquent dans la nature et il a l'activité biologique la plus importante.

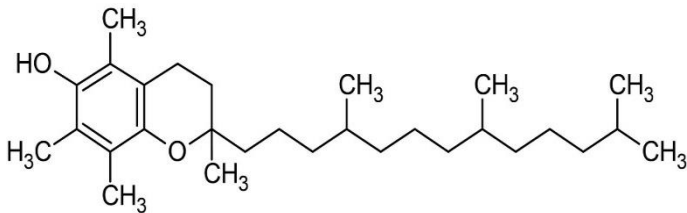


Figure 7: Structure chimique de la vitamine E

Rôles : Rôle principal est de piéger et empêcher la propagation des radicaux libres peroxydes formés à partir des acides gras polyinsaturés par l'action de l'oxygène (antioxydante). Ceci s'effectue dans les aliments et dans l'organisme au niveau des membranes cellulaires, des lipoprotéines. La vitamine E agit en synergie avec les autres systèmes de défense antioxydants (glutathion peroxydase, sélénium...)

Carences : La carence vraie est exceptionnelle chez l'homme adulte (maladie génétique), le risque de carence est plus importante chez le prématuré vu ses réserves très faibles (anémie hémolytique).

Sources : Huiles végétales et dérivés sont les plus riches. Cependant, les teneurs sont variables selon l'huile et les technologies mises en oeuvre.

Besoins : La consommation d'acides gras polyinsaturés en W6 doit s'accompagner de l'absorption de vitamine E dans un rapport de 0,6 mg.g-1 d'AGPI n6 ; la consommation d'acides gras polyinsaturés en n3 doit être accompagnée de 1,5 mg vit. E.g-1 d'AGPI n3. Un minimum de 15 mg.jour-1 chez l'adulte serait requis.

7.1.1.4. Vitamine K

Elle existe sous 2 formes ; une forme d'origine animale et microbienne (les ménaquinones = vit.K2) et une forme d'origine végétale (les phyloquinones ou phytoménadione = K1).

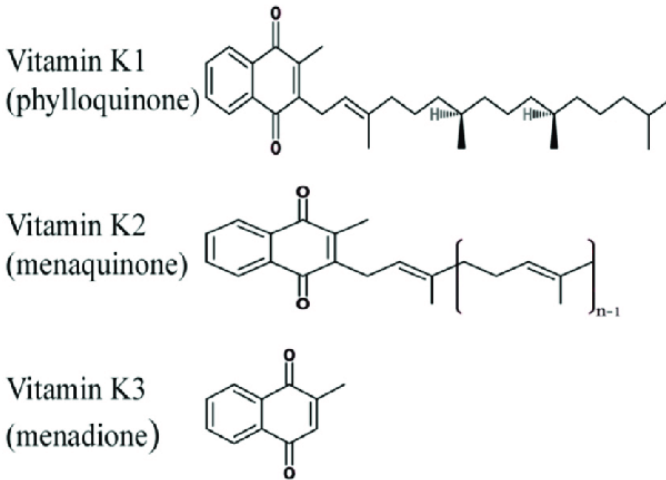


Figure 8: Structure chimique de la vitamine K

Rôles : La vitamine K est indispensable à la coagulation sanguine, joue un rôle également important dans le métabolisme osseux.

Carences : Les carences sont assez rares :

- défaut d'apport chez un patient en nutrition parentérale non supplémenté,
- maldigestion et/ou malabsorption des lipides,
- carence d'origine thérapeutique ou toxique: prise d'anticoagulants oraux contenant des antagonistes de la vitamine K, de cholestyramine qui empêche son absorption, de sulfamidés et antibiotiques à large spectre d'action qui détruisent la flore intestinale productrice de ménaquinones.
- chez le nouveau-né dont le tube digestif est stérile à la naissance et parce que la vitamine K passe très peu pendant la vie foetale, des suppléments sont nécessaires à la naissance. Une administration systématique de 2 mg, prévient le risque hémorragique (saignements cutanés, ombilicaux, digestifs, hémorragies cérébrales, etc.).

Sources : Les plantes riches en chlorophylles synthétisent la phylloquinone. Les légumes verts en sont donc très riches tel que la choucroute, le chou, les épinards, la laitue, les tomates, etc. Les aliments d'origine animale apportent de la ménaquinone comme

le foie de boeuf ou de mouton, les oeufs, les viandes, certains fromages fermentés, etc. Certaines bactéries intestinales anaérobiques fournissent de la ménaquinone (K2) à notre organisme (au niveau de la partie distale de l'intestin).

Besoins : Non connu précisément puisqu'une partie des besoins est assurée par la flore intestinale. Actuellement, ils sont estimés à 10 µg chez le nouveau-né et l'enfant, et 45 µg chez l'adulte.

7.1.2. Vitamines hydrosolubles

7.1.2.1. Vitamine B1 (Thiamine)

Rôles : Elle joue le rôle de coenzyme de nombreux systèmes enzymatiques essentiels dans le métabolisme des glucides et de l'alcool, il intervient comme neurotransmetteur. Le métabolisme de la B1 interfère dans celui d'autres vitamines comme la B2, B3, B6 et B9.

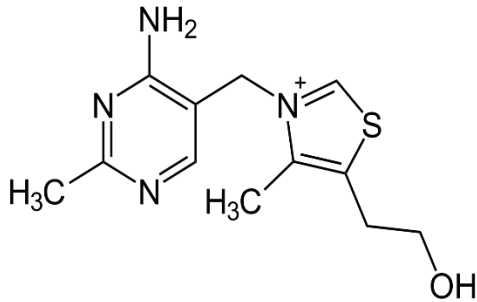


Figure 9: Structure chimique de la vitamine B1

Carences : La carence en B1 donne le béribéri qui, à l'origine fut découvert chez les populations asiatiques ne consommant que du riz poli. Dans nos pays, cette pathologie de carence se rencontre essentiellement chez les grands alcooliques et chez les grands dénutris et chez les patients avec gastropasties. Les premiers symptômes consistent en une anorexie, une asthénie, une perte de poids ; à un stade plus important apparaissent des troubles cardiaques, des signes neurologiques suivis de troubles psychiques et psychiatriques (syndrome de Korsakoff).

Sources : Dans les céréales, la vit B1 est concentrée dans le péricarpe et dans le germe ; on la retrouve aussi dans les viandes, le jaune d'oeuf, la pomme de terre, etc.

Besoins : Ils sont liés aux apports en glucides donc aux apports énergétiques. Il est recommandé en moyenne 1,1 à 1,3 mg.jour⁻¹ chez l'adulte.

7.1.2.2. La vitamine B2 (Riboflavine)

Rôles : Rôles dans le catabolisme des acides gras, de certains acides aminés, des bases puriques, dans le métabolisme des glucides, dans la chaîne respiratoire donc dans la libération d'énergie.

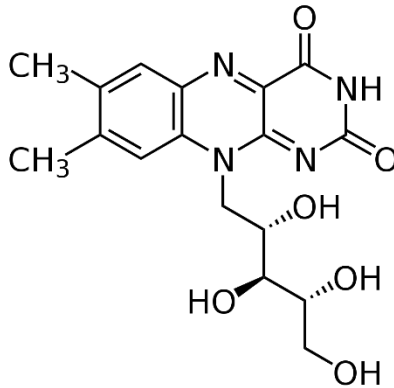


Figure 10: Structure chimique de la vitamine B2

Carences : La carence, rarement isolée, donne des altérations des muqueuses (dermatite séborrhéique des ailes du nez, stomatite), des problèmes oculaires (sécheresse, opacification). Des états de subcarence

sont possible chez la femme enceinte et allaitante, chez les personnes âgées, chez l'alcoolique malnutri.

Sources : Le lait et les produits laitiers constituent la principale source de B2. Viennent aussi le foie de veau (3,4), oeuf (0,4), petit suisse (0,3), boeuf, agneau cuit (0,26), lait de vache (0,17).

Besoins : Chez l'adulte le besoin est de l'ordre de 1,4 à 1,6 mg.jour-1.

7.1.2.3. Vitamine B3 (PP ou niacine)

La vitamine B3 ($C_6H_5NO_2$) est une vitamine hydrosoluble qui correspond à deux molécules : la niacine (acide nicotinique) et son amide, la nicotinamide, parfois appelée niacinamide. Elle est aussi appelée vitamine PP pour pellagra preventive.

Rôles : Les vitamines B aident le corps à convertir la nourriture (glucides) en énergie (glucose). La niacine est utile dans le processus de régulation des hormones liées au stress et améliore la circulation sanguine. Ces vitamines sont hydrosolubles et le corps ne les stocke pas.

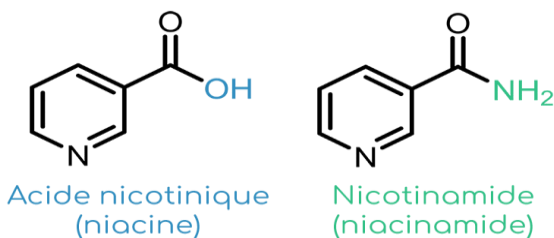


Figure 11: Structure chimique de la vitamine B3

Carences : Il est rare, dans les pays développés, d'être victime d'une carence en vitamine B3. Seul l'alcoolisme peut encore la provoquer. Les symptômes d'une carence légère sont l'indigestion, la fatigue, le vomissement, ou la dépression. La carence sévère provoque la pellagre (affection cutanée, diarrhée, démence).

Sources : La vitamine B3 se trouve principalement dans la viande de poule, la levure alimentaire, les céréales et les biscuits enrichis en vitamine, les cacahuètes et les viandes de foie (veau, génisse, agneau).

Besoins : Les besoins en vitamine B3 sont de 15 à 18 mg par jour en moyenne. Chez les femmes enceintes, le besoin est légèrement plus important, mais chez les sportifs, le besoin est carrément doublé !

7.1.2.4. Vitamine B5 (Acide pantothénique)

Rôles : Précurseur et constituant du coenzyme A, la vitamine B5 favorise la croissance et la résistance de la peau et des muqueuses. Elle est nécessaire au métabolisme des glucides, lipides et protéines et participe à la synthèse de certaines hormones. L'acide pantothénique est détruit par la chaleur en solution aqueuse.

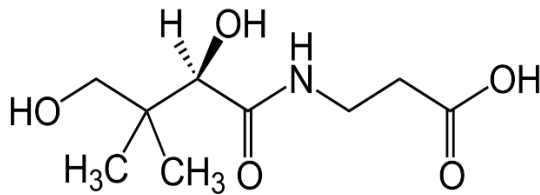


Figure 12: Structure chimique de la vitamine B5

Carence :

- Troubles digestifs : le premier signe de carence en vitamine B5 est une perte d'appétit significative, puis d'autres signes surviennent comme des diarrhées, des vomissements et de nombreuses douleurs gastriques et abdominales.
- Atteintes musculaires : la carence en vitamine B5 entraîne également des atteintes au niveau musculaire,

avec l'apparition de spasmes intramusculaires, d'une dégénérescence neuromusculaire et des douleurs dans les jambes et les bras (fourmillements, crampes et syndrome des pieds brûlants (sensation de brûlures sous les pieds)

□ Atteintes nerveuses et cutanées : des troubles nerveux, même mineurs, peuvent apparaître lors d'une carence en acide pantothénique (fatigue, maux de tête, stress, insomnie, convulsions, dépression). Des ulcérations et un blanchiment des poils peuvent également faire leur apparition chez les patients carencés.

Sources : La vitamine B5 se retrouve dans pratiquement tous les aliments en plus ou moins grande quantité. Le foie, les abats et le jaune d'oeuf en sont les principales sources.

Besoins : Les besoins du corps humain sont estimés à 5 mg par jour à partir de 16 ans, à 2 mg chez les nourrissons et à 7 mg pour les allaitantes mais généralement seule une sous-alimentation peut entraîner une réelle carence

7.1.2.5. Vitamine B6 (pyridoxine)

Rôles : La vitamine B6 possède différents rôles au sein de l'organisme : il rentre dans le métabolisme des acides aminés, la formation des globules rouges, le fonctionnement du système nerveux, la glycogénolyse.

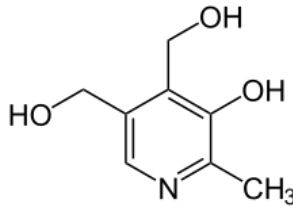


Figure 13: Structure chimique de la vitamine B6

Carences : La carence en vitamine B6 se manifeste par divers signes plus ou moins graves et les premiers signes ne sont pas spécifiques tels que des signes cutanéomuqueux, signes neuropsychiatriques, signes hématologiques et autres : des troubles comme une baisse de l'immunité cellulaire et humorale (lymphocyte B et anticorps) apparaissent lors d'une carence en vitamine B6. Des troubles digestifs, vomissements, nausées, anorexie peuvent survenir dès le début de la carence.

Sources : La vitamine B6 est surtout présente dans les céréales germées, les levures, le jaune d'oeuf, les viandes et les poissons. La plupart des fruits et légumes sont pauvres en vitamine B6.

Besoins : Les besoins en vitamine B6 varient légèrement en fonction des variations climatiques, ethniques, des habitudes alimentaires et du mode de vie des individus.

7.1.2.6. Vitamine B8 (H ou biotine)

Rôles : La biotine est le coenzyme de 4 carboxylases impliquées dans la néoglucogénèse, le catabolisme de la leucine, la lipogénèse, l'entrée de certains acides aminés dans le cycle de Krebs.

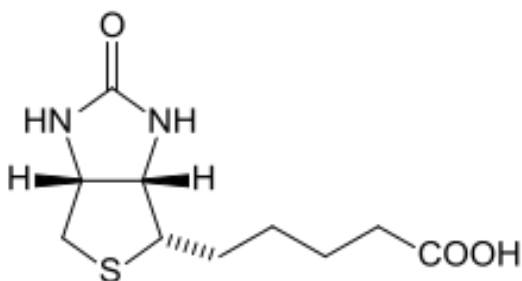


Figure 14: Structure chimique de la vitamine B8

Carences : Les carences sont rares et se rencontrent quasi uniquement chez les mangeurs de blanc d'oeuf cru qui contient une protéine : l'avidine qui complexe la biotine et empêche son absorption. Les sujets développent alors des troubles cutanés, des fissures des lèvres, une perte de cheveux puis une anorexie, des hallucinations, une dépression, etc.

Sources : Le foie et la levure sont les plus riches mais c'est essentiellement les produits laitiers, les céréales complètes, les oeufs, les légumineuses.

Besoins : Les besoins sont assez difficiles à évaluer notamment par le fait que de faibles quantités de biotine sont synthétisées par la flore intestinale. Les apports recommandés se basent pour le nourrisson sur l'apport par le lait de femme et ensuite sur des enquêtes de consommation.

7.1.2.7. Vitamine B9 (Acide folique)

Rôles : La vitamine B9 joue un rôle primordial lors de la grossesse : Elle participe à la division cellulaire en favorisant la duplication du support génétique, l'ADN. Elle participe à la synthèse des tissus et donc la

croissance du fœtus en est alors entièrement dépendante. Et enfin, elle permet la formation du tube neural (système nerveux) et des neurotransmetteurs du fœtus lors des premières semaines de grossesse.

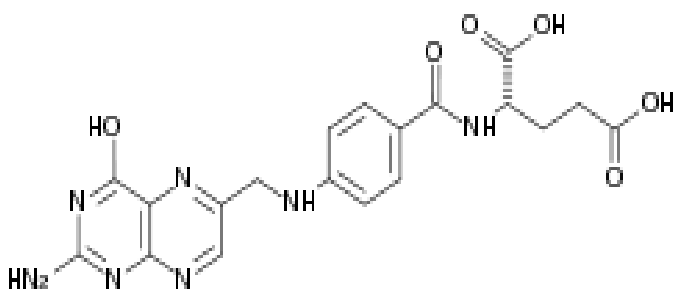


Figure 15: Structure chimique de la vitamine B9

Carences : Un déficit en folates entraîne essentiellement une anémie et une augmentation du risque de dépression de 55 %,

Sources : La vitamine B9 est surtout présente dans les feuilles des végétaux, d'où son nom d'acide folique (folium = feuilles en latin). Certains légumes verts en sont très riches tout comme les levures. Les autres

légumes, céréales, fromages, fruits, viandes et œufs en contiennent en moindre quantité.

Besoins : L'apport journalier recommandé est de 200 µg/jour.

7.1.2.8. Vitamine B12 (Cyanocobalamine)

Rôles : Elle intervient dans la synthèse des acides nucléiques, dans la production des globules rouges, dans la synthèse de la méthionine au départ d'homocystéine, dans l'activation de la vitamine B9, etc.

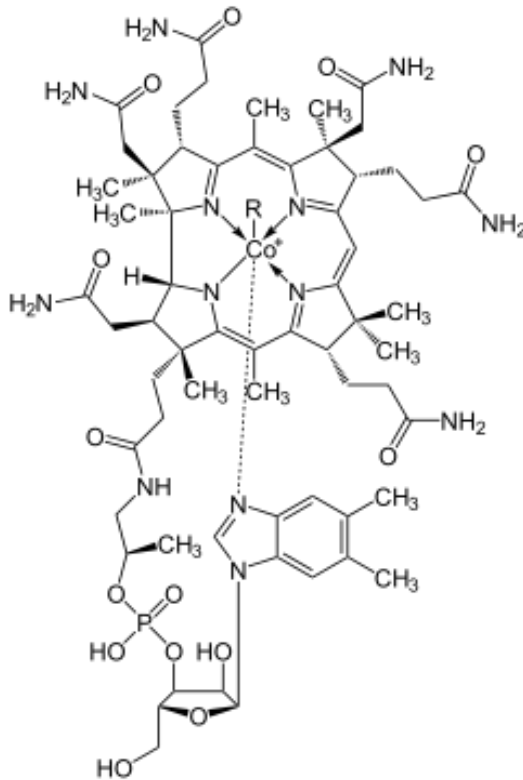


Figure 16: Structure chimique de la vitamine B12

Carences : Carence par déficit d'apport ou par absence/insuffisance de facteur intrinsèque (ex. souvent personnes âgées).

Sources : Uniquement dans les aliments d'origine animale (et quelques rares algues). La vitamine B12 est

la seule vitamine B dont l'organisme peut en faire une réserve importante au niveau du foie. Son absorption intestinale requière la présence du facteur intrinsèque sécrété par l'estomac et une bonne acidité gastrique la favorise.

Besoins : Chez l'adulte : 2,4 µg par jour

7.1.2.9. Vitamine C (Acide ascorbique)

Rôles : Intervient dans les mécanismes d'oxydoréduction et de protection contre les radicaux libres, dans la formation du collagène (qui assure solidité et élasticité des tissus de soutien : os, muscles, tendons, cartilages, ...), dans la cicatrisation, la production d'anticorps, l'intégrité des capillaires. Aussi, elle augmente l'absorption intestinale du fer.

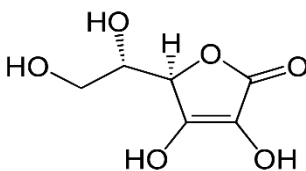


Figure 17: Structure chimique de la vitamine C

Carences : La carence en vitamine C s'appelle le scorbut et s'accompagne de problèmes hémorragiques, infectieux, de fatigue, de gingivite et de dents qui se déchaussent, etc. Chez le jeune enfant se surajoutent des problèmes osseux : os fragile, cassant, de l'anémie, des hémorragies sous périostées.

Sources : Les agrumes, les kiwis, les fraises, les tomates, poivrons, choux...et de façon générale, tous les fruits et légumes frais et crus.

Besoins : La Belgique recommande des apports voisins de 80 mg par jour chez l'adulte ; l'optimum recommandé par les Français est de l'ordre de 110 à 120 mg par jour.

8. Conditions nécessaires pour assurer une

Bonne nutrition

Une alimentation saine aide à se protéger contre toutes les formes de malnutrition, ainsi que contre les maladies non transmissibles parmi lesquelles le diabète, les cardiopathies, les accidents vasculaires cérébraux et le cancer. Une mauvaise alimentation et le manque d'exercice physique sont les principaux risques pour la santé à l'échelle mondiale. Des habitudes alimentaires saines commencent dès le plus jeune âge : l'allaitement au sein favorise une croissance en bonne santé et améliore le développement cognitif. Il pourrait aussi avoir des bénéfices à long terme, par exemple une réduction du risque de surpoids, d'obésité ou de maladies non transmissibles au cours de la vie.

Au niveau énergétique, l'apport (en calories) doit être adapté à la dépense. Pour éviter toute prise de poids excessive, les graisses ne devraient pas dépasser 30% de l'apport énergétique total. La limitation des apports en sucres libres à moins de 10 % des apports

énergétiques totaux s'inscrit dans le cadre d'un régime alimentaire sain. Il est suggéré d'aller encore plus loin et de passer en dessous de 5 % des apports énergétiques totaux pour augmenter les bienfaits pour la santé.

En maintenant la consommation de sel à moins de 5 g par jour (ce qui correspond à un apport de sodium inférieur à 2 g par jour), on contribue à prévenir l'hypertension et on réduit le risque de cardiopathies et d'accidents vasculaires cérébraux dans la population adulte. Les États Membres de l'OMS sont convenus de réduire de 30 % la consommation de sel de la population mondiale et de mettre un terme à la recrudescence du diabète et de l'obésité chez les adultes et les adolescents, ainsi que du surpoids chez les enfants, d'ici 2025.

8.1. Régime alimentaire sain

L'adoption d'un régime alimentaire sain tout au long de la vie contribue à prévenir toutes les formes de malnutrition, ainsi qu'un grand nombre de maladies et pathologies non transmissibles. Pourtant, la production croissante d'aliments transformés, l'urbanisation

rapide et l'évolution des modes de vie ont provoqué un changement des habitudes alimentaires. Les gens consomment désormais davantage d'aliments très caloriques, riches en graisses, en sucres libres ou en sel/sodium, et beaucoup ne mangent pas suffisamment de fruits, de légumes et de fibres alimentaires, comme celles apportées par les céréales complètes.

La composition exacte d'une alimentation diversifiée, équilibrée et saine varie selon les besoins individuels (par exemple selon l'âge, le sexe, le mode de vie et l'exercice physique), le contexte culturel, les aliments disponibles localement et les habitudes alimentaires. Mais les principes de base de ce qui constitue un régime alimentaire sain demeurent les mêmes.

8.1.1. Composition d'un régime sain pour les adultes

- des fruits, des légumes, des légumineuses, des fruits secs et des céréales complètes.
- au moins 400 g (soit 5 portions) de fruits et légumes par jour.

- moins de 10 % de l'apport énergétique total provenant de sucres libres, soit l'équivalent de 50 g (ou environ 12 cuillères à café rases) pour une personne de poids normal consommant environ 2000 calories par jour ; dans l'idéal, pour préserver davantage la santé, cette part devrait être inférieure à 5 % des apports énergétiques totaux. Les sucres libres sont ajoutés aux aliments ou aux boissons par le fabricant, le cuisinier ou le consommateur, mais on les retrouve aussi naturellement dans le miel, les sirops, les jus de fruits ou les concentrés de jus de fruits.
- moins de 30 % de l'apport énergétique total provenant des matières grasses. Il convient de préférer les graisses insaturées aux graisses saturées et aux acides gras trans de toutes sortes. Il existe ainsi des acides gras trans industriels, de même que des acides gras trans issus des ruminants. Il est proposé de réduire l'apport en graisses saturées à moins de 10 % de l'apport énergétique total et celui en acides gras trans à moins de 1 %. Les acides gras trans industriels, en particulier, ne peuvent pas faire

partie d'une alimentation saine et devraient en être exclus.

- moins de 5 g de sel (soit environ une cuillère à café) par jour, en privilégiant le sel iodé.

8.1.2. Composition d'un régime sain pour les nourrissons et les jeunes enfants

Au cours des deux premières années de la vie d'un enfant, une nutrition optimale favorise une croissance en bonne santé et améliore le développement cognitif. Elle réduit aussi le risque de surpoids, d'obésité ou de MNT à un stade ultérieur de la vie.

Les conseils pour un régime alimentaire sain chez les nourrissons et les enfants sont les mêmes que pour les adultes, en ajoutant les éléments importants suivants:

- les nourrissons devraient être allaités exclusivement au sein pendant les six premiers mois de leur vie.
- il convient de poursuivre l'allaitement au sein en continu jusqu'à l'âge de deux ans et au-delà.

- à partir de l'âge de six mois, le lait maternel doit être complété par des aliments variés, adaptés, sûrs et riches en nutriments. Il ne faut pas ajouter de sel et de sucre aux aliments de complément.

8.1.3. Conseils pratiques pour une alimentation saine

8.1.3.1. Fruits et légumes

La consommation d'au moins 400 g, soit cinq portions, de fruits et légumes par jour réduit le risque de maladies non transmissibles et permet de garantir un apport quotidien suffisant en fibres alimentaires.

Voici quelques pistes pour augmenter la consommation de fruits et légumes :

- manger des légumes à tous les repas ;
- manger des fruits frais et des légumes crus comme en-cas ;
- consommer des fruits et des légumes frais de saison ; et
- diversifier les fruits et les légumes consommés.

8.1.3.2. Graisses

La diminution des apports totaux en graisses à moins de 30 % de l'apport énergétique total permet aux adultes d'éviter de prendre trop de poids. En outre, le risque de développer des maladies non transmissibles baisse en adoptant les comportements suivants :

- réduction des graisses saturées à moins de 10 % de l'apport énergétique total;
- réduction des acides gras saturés trans à moins de 1 % de l'apport énergétique total; et
- remplacement des graisses saturées et des acides gras trans par des graisses insaturées, en particulier par des graisses polyinsaturées.

Il est possible de réduire les apports en graisses, en particulier en acides gras trans industriels en procédant comme suit :

- cuire à la vapeur ou faire bouillir plutôt que frire les aliments ;
- remplacer le beurre, le saindoux et le beurre clarifié par des huiles riches en graisses

polyinsaturées comme l'huile de soja, de colza, de maïs, de carthame ou de tournesol ;

- manger des produits laitiers allégés et de la viande maigre, ou retirer la graisse visible de la viande ; et
- limiter la consommation d'aliments cuits au four et frits, ainsi que d'en-cas et d'aliments préemballés (par exemple des beignets, des gâteaux, des tartes, des cookies, des biscuits et des gaufres) qui contiennent des acides gras trans industriels.

8.1.3.3. Sel, sodium et potassium

La plupart des gens ont des apports excessifs en sodium à cause de la consommation de sel (en moyenne 9 g à 12 g de sel par jour) et des apports insuffisants en potassium (moins de 3,5 g). Cela contribue à l'hypertension artérielle qui, elle-même, accroît le risque de cardiopathies et d'accident vasculaire cérébral.

Chaque année, 1,7 million de décès pourraient être évités en réduisant la consommation de sel pour

atteindre le niveau recommandé de moins de 5 g par jour.

Souvent, les gens n'ont pas conscience des quantités de sel qu'ils consomment. Dans de nombreux pays, la plupart du sel provient des aliments transformés (par exemple les plats préparés, les viandes transformées comme le bacon, le jambon ou le saucisson, les fromages, et les en-cas salés) ou des aliments consommés fréquemment en grandes quantités (par exemple le pain). Le sel est également ajouté en cours de cuisson (par exemple sous forme de bouillon ou de bouillon-cube, de sauce de soja et de sauce de poisson) ou encore à table (sel de table).

La consommation de sel peut être limitée en adoptant les stratégies suivantes :

- limiter la quantité de sel et de condiments à forte teneur en sodium (par exemple la sauce soja, la sauce de poisson et le bouillon) ajoutée pendant la cuisson et la préparation des aliments ;

- ne pas mettre de sel ou de sauces à forte teneur en sodium sur la table ;
- limiter la consommation d'en-cas salés ; et
- choisir des produits à faible teneur en sel.

Certains fabricants reformulent les recettes pour réduire la teneur en sel dans leurs produits et il est utile de contrôler les étiquettes pour vérifier la teneur en sodium d'un produit avant de l'acheter et de le manger.

On peut augmenter l'apport en potassium, susceptible d'atténuer les effets négatifs d'une forte consommation de sel sur la tension artérielle, en mangeant des fruits et légumes frais.

8.1.3.4. Sucres

Chez les adultes comme chez les enfants, la consommation de sucres libres ne devrait pas dépasser 10 % de l'apport énergétique total (2,7). Passer en dessous de 5 % de l'apport énergétique total permettrait d'augmenter les bienfaits pour la santé (7).

La consommation de sucres libres augmente le risque de caries dentaires. L'excès de calories

consommées dans les aliments et les boissons riches en sucres libres contribue également à une prise de poids mauvaise pour la santé, pouvant entraîner surpoids ou obésité. Les dernières données factuelles montrent également que les sucres libres ont un effet sur la tension artérielle et les lipides sériques, et laissent entendre qu'une réduction de la consommation de sucres libres réduit les facteurs de risque des maladies cardiovasculaires.

La consommation de sucres peut être limitée en adoptant les stratégies suivantes :

- limiter la consommation d'aliments et de boissons à forte teneur en sucres, par exemple les en-cas sucrés, les bonbons et les boissons sucrées (c'est-à-dire tous les types de boissons contenant des sucres libres, à savoir les sodas, les boissons non gazeuses, les jus de fruits ou de légumes, les concentrés liquides ou en poudre, les eaux aromatisées, les boissons énergétiques et pour le sport, le thé et le café prêts à boire,

- grignoter des fruits frais et des légumes crus plutôt que des en-cas sucrés.

8.1.4. Promotion d'une alimentation saine

L'alimentation évolue avec le temps et elle est influencée par de nombreux facteurs sociaux et économiques qui se combinent de façon complexe pour façonner les habitudes alimentaires de chaque personne. Parmi ces facteurs, on peut citer les revenus, le prix des aliments (qui détermine la disponibilité et la possibilité d'acquérir des aliments sains), les préférences et les croyances individuelles, les traditions culturelles, ainsi que les aspects géographiques et environnementaux (notamment les changements climatiques). Par conséquent, la promotion d'un environnement alimentaire sain – comportant des systèmes favorisant un régime alimentaire diversifié, équilibré et sain – suppose la participation de multiples secteurs et parties prenantes, parmi lesquels le gouvernement et les secteurs public et privé.

Les gouvernements ont un rôle central à jouer pour créer un environnement alimentaire sain

permettant aux populations d'adopter et de maintenir des pratiques alimentaires bénéfiques pour leur santé. Les mesures efficaces que peuvent prendre les décideurs pour créer un environnement alimentaire sain sont les suivantes :

- instaurer une cohérence dans les politiques nationales et les plans d'investissements, notamment dans les politiques commerciales, alimentaires et agricoles, pour promouvoir une alimentation saine et protéger la santé publique :
 - ✓ en renforçant les mesures incitant les producteurs et les vendeurs à cultiver, utiliser et vendre des fruits et des légumes frais,
 - ✓ en réduisant les mesures incitant l'industrie agroalimentaire à poursuivre ou à augmenter la production d'aliments transformés à forte teneur en graisses saturées, en acides gras trans, en sucres libres et en sel/sodium,
 - ✓ en encourageant la reformulation des produits alimentaires pour réduire les teneurs en graisses saturées, en acides gras trans, en sucres libres et

en sel/sodium, dans le but d'éliminer les acides gras trans industriels

- ✓ en appliquant les recommandations de l'OMS sur la commercialisation des aliments et des boissons non alcoolisées destinés aux enfants,
- ✓ en établissant des normes pour favoriser des pratiques alimentaires saines en veillant à la disponibilité de denrées saines, nutritives, sans danger et accessibles financièrement dans les jardins d'enfants, les écoles, les autres institutions publiques et sur les lieux de travail,
- ✓ en envisageant des instruments réglementaires et volontaires (par exemple des règlements sur la commercialisation et des politiques d'étiquettes nutritionnelles), ainsi que des mesures économiques incitatives ou dissuasives (c'est-à-dire des taxes et des subventions) pour favoriser un régime alimentaire sain,
- ✓ en encourageant les services transnationaux, nationaux et locaux de distribution des aliments et de restauration à améliorer la qualité nutritionnelle de leurs produits, ce qui suppose

de mettre à disposition des aliments sains et abordables, et à revoir la taille et le prix des portions ;

➤ orienter les consommateurs pour qu'ils soient demandeurs de produits alimentaires et de repas sains :

- ✓ en sensibilisant les consommateurs sur les régimes alimentaires sains,
- ✓ en développant des politiques et des programmes scolaires encourageant les enfants à adopter et à conserver une alimentation saine,
- ✓ en informant les enfants, les adolescents et les adultes au sujet de la nutrition et des habitudes alimentaires saines,
- ✓ en encourageant le savoir-faire culinaire, y compris dans les écoles,
- ✓ en appuyant la communication des informations aux points de vente, notamment grâce à des étiquettes nutritionnelles indiquant des renseignements exacts, standardisés et compréhensibles sur la teneur en nutriments des aliments (conformément aux lignes directrices

de la Commission du Codex Alimentarius), auxquelles vient s'ajouter un étiquetage sur la face avant pour faciliter la compréhension des consommateurs, et

- ✓ en donnant des conseils sur la nutrition et le régime alimentaire dans les établissements de soins de santé primaire ;
- Promouvoir des pratiques adaptées pour l'alimentation des nourrissons et des jeunes enfants :
- ✓ en appliquant le Code international de commercialisation des substituts du lait maternel et les résolutions adoptées postérieurement par l'Assemblée mondiale de la Santé à ce sujet,
- ✓ en mettant en œuvre des politiques et des pratiques de protection des mères qui travaillent, et
- ✓ en défendant, en protégeant et en appuyant l'allaitement dans les services de santé et dans les communautés, notamment au moyen de l'initiative des hôpitaux « amis des bébés ».

Références bibliographiques

- Bender, D. A. (2009).** *Introduction to Nutrition and Metabolism* (5th ed.). CRC Press.
- Blass, G. et al. (2003).** *La physiologie de l'alimentation et de l'énergie*. Paris: Editions du CNRS.
- Borkowski, S. -** *Lipid Metabolism in Health and Disease* (Springer, 2009).
- Comité de Nutrition, Institut de Médecine (Food and Nutrition Board).** *Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride*. National Academies Press, 1997.
- Cryer, A. (2016).** *Biology of Proteins: Structure, Function, and Metabolism*. Springer.
- Després, J.P., & Lemieux, I. -** *Abdominal Obesity and Cardiovascular Disease* (Nature, 2006).
- Duchateau, J. et al. (2004).** *Besoins énergétiques et équilibre nutritionnel*. Paris: Éditions Médicales.
- FAO/OMS (1973).** *Requirements of Protein and Amino Acids in Human Nutrition*. World Health Organization.
- FAO/OMS (2004).** *Les besoins énergétiques et l'évaluation de l'alimentation*. Organisation mondiale de la santé.
- FAO/WHO -** *Carbohydrates in Human Nutrition* (Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, 1998).
- FAO/WHO (2004).** *Vitamin and Mineral Requirements in Human Nutrition*. 2nd edition. World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- FNB (Food and Nutrition Board).** *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D.* National Academy of Sciences, 2011.
- Frost, P. A., & Smith, M. (2018).** *Nutrition et santé publique.* Paris: Ed. Santé Publique.
- Funk, K. (1912).** "The Vitamines." *The Journal of Biological Chemistry*, 11, 69–103.
- Gibson, R. S. (2005).** *Principles of Nutritional Assessment.* Oxford University Press.
- Gómez, P., & López, G. (2016).** "Vitamin D and calcium metabolism in health and disease." *Endocrinología y Nutrición*, 63(5), 245-256.
- Gropper, S. S., & Smith, J. L. (2016).** *Advanced Nutrition and Human Metabolism* (7th ed.). Cengage Learning.
- Gropper, S. S., Smith, J. L., & Groff, J. L. (2013).** *Advanced Nutrition and Human Metabolism.* Wadsworth Publishing.
- Gurr, M.I., James, W.P.T., & Frost, G. -** *Lipids: Their Metabolism and Functions* (4th ed.). Wiley-Blackwell, 2005.
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2011).** *Textbook of Medical Physiology* (12th ed.). Elsevier Health Sciences.
- Guyton, A.C., Hall, J.E. -** *Textbook of Medical Physiology* (13th ed.). Elsevier, 2016.
- Guyton, A.C., Hall, J.E. -** *Textbook of Medical Physiology* (13th ed.). Elsevier, 2016.

- Harris, J. A., & Benedict, F. G.** (1919). *A Biometric Study of Basal Metabolism in Man*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.
- Haug, W., & Lantzsch, H. J.** (1983). *Sensitive Method for Rapid Determination of Phytic Acid in Cereals and Cereal Products*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 34(12), 1423-1426.
- Hernandez, M., & Gil, A.** (2013). *Proteins in Human Nutrition: Their Functions and Importance*. Advances in Nutrition, 4(5), 534-541.
- Institute of Medicine (IOM) (2001).** *Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids*. National Academy Press.
- Institute of Medicine (IOM).** *Dietary Reference Intakes for Sodium and Potassium*. National Academies Press, 2019.
- Institute of Medicine (US).** (2005). *Dietary Reference Intakes: Energy, Carbohydrates, Fiber, Fat, Protein, and Amino Acids*. Washington, DC: National Academies Press.
- Kessler, M. and Boulanger, C.** *Nutrition et santé publique : Les macro- et micro-nutriments*. Editions Lavoisier, 2006.
- Kris-Etherton, P.M., & Pearson, T.A.** - *Dietary Fatty Acids and Cardiovascular Risk Factors* (American Journal of Clinical Nutrition, 2004).
- LeLord, G. et al.** (2000). *Nutrition et métabolisme humain*. Paris: Editions Masson.
- Lichtenstein, A.H., & Appel, L.J.** - *Dietary Fats: Know Your Fats* (Nutrition in Clinical Practice, 2011).

- Lönnerdal, B.** *Mineral nutrition during infancy and childhood. The American Journal of Clinical Nutrition*, 2000.
- Lunn, J., & Buttriss, J.L.** - *Carbohydrates and health: a review* (Food Research International, 2014).
- Lunn, J., Buttriss, J.L.** - *Carbohydrates and Health* (Nutrition Bulletin, 2007).
- Michaud, J. et al.** (2006). *Nutrition et santé publique*. Paris: Elsevier Masson.
- Murray, M. T., & Pizzorno, J. E.** (2012). *Textbook of Natural Medicine*. Elsevier.
- National Institutes of Health (NIH).** *Micronutrient Information: Trace Elements*. U.S. Department of Health and Human Services, 2021.
- Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO).** (2021). *Alimentation et développement durable*. Rome: FAO.
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS).** (2015). *Lignes directrices sur la consommation de sucre pour les adultes et les enfants*. Genève: OMS.
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS).** (2020). *Réduction du sel et de l'apport en sodium dans l'alimentation*. Genève: OMS.
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS).** (2022). *Nutrition des nourrissons et des jeunes enfants*. Genève: OMS.
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS).** (2024). *Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health*. Genève: OMS.

- RDA (Recommended Dietary Allowances).** *National Academy of Sciences. Mineral Requirements in Human Nutrition*, 2nd Edition, 2004.
- Rolfes, S.R., Pinna, K., & Whitney, E.** - *Understanding Normal and Clinical Nutrition* (10th ed.). Cengage Learning, 2017.
- Shils, M.E., Shike, M., Ross, A.C., Caballero, B., Cousins, R.J.** *Modern Nutrition in Health and Disease*. 11th Edition, Lippincott Williams & Wilkins, 2013.
- Simopoulos, A.P.** - *The Role of Omega-3 Fatty Acids in Health and Disease* (Nutrition and Health, 1991).
- Sirot, V., et al. (2017).** *Les apports nutritionnels et leur impact sur la santé*. Lyon: Institut National de la Recherche Agronomique (INRA).
- Slavin, J.L.** - *Dietary fiber and body weight* (Nutrition, 2005).
- Smith, A. D., & Refsum, H. (2012).** *Vitamins in Clinical Medicine*. Springer.
- Tappy, L., & Lê, K.A.** - *Fatty Acids and Health* (British Journal of Nutrition, 2009).
- Tappy, L., Lê, K.A., & Paquot, N.** - *Glycemic index and glycemic load in the management of diabetes: a review* (The American Journal of Clinical Nutrition, 2006).
- WHO (World Health Organization).** *Trace Elements in Human Nutrition and Health*. World Health Organization, 1996.
- Willett, W. C. (2013).** *Nutritional Epidemiology*. Oxford University Press.

World Health Organization (WHO). (2024). *Global Action Plan for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases 2013-2020*. Genève: WHO.

Ziegler, T. R., & Britton, C. (2019). "Vitamin K: An Overview of Mechanisms and Therapeutic Uses." *Clinical Nutrition*, 38(5), 2102-2110.

Zimmermann, M.B., and Boillat, M. *The role of iodine in human health and disease. Journal of Nutrition*, 2011.

Table des matières

1. Besoins énergétiques	1
1.1. Composition du besoin énergétique	3
2. Protéines et besoins protéiques	8
2.1. Structure des protéines	8
2.1.1. Acides aminés	8
2.1.2. Polypeptides	9
2.1.3. Holoprotéines (protéines simples).....	9
2.1.4. Hétéroprotéines (protéines complexe).....	10
2.2. Anabolisme et catabolisme.....	10
2.2.1. Synthèse protéique	11
2.2.2. Catabolisme des radicaux.....	11
2.2.3. Transamination et désamination.....	12
2.2.4. Facteurs hormonaux	13
2.3. Teneur en protéines de l'organisme	16
2.4. Besoins protéiques	17
2.4.1. Besoins quantitatifs	17
2.4.2. Besoin qualitatif	20
2.5. Sources des protéines	23
3. Glucides et besoins glucidiques	24
3.1. Structure et classification des glucides.....	24
3.1.1. Monosaccharides	24
3.1.2. Oligosaccharides	26
3.1.3. Polysaccharides	26

3.2. Glucides alimentaires	26
3.4. Besoins glucidiques.....	28
3.5. Sources des glucides.....	28
4. Lipides et besoins lipidiques.....	29
4.1. Structure et classification	30
5. Eau et besoins hydriques	35
5.1. Différents types d'eaux	35
5.2. Déshydratation	36
5.3. Equilibre hydrique.....	36
6. Besoins en minéraux	38
6.1. Eléments minéraux.....	38
6.1.1. Macroéléments	39
6.1.2. Microéléments.....	45
7. Besoins vitaminiques.....	51
7.1. Vitamines	51
7.1.1. Vitamines liposolubles	52
7.1.2. Vitamines hydrosolubles	60
8. Conditions nécessaires pour assurer une Bonne nutrition	75
8.1. Régime alimentaire sain	76
8.1.1. Composition d'un régime sain pour les adultes	77
8.1.2. Composition d'un régime sain pour les nourrissons et les jeunes enfants	79

8.1.3. Conseils pratiques pour une alimentation saine	80
8.1.4. Promotion d'une alimentation saine.....	86
Références bibliographiques	91