

UNIVERSITE DE LIMOGES
FACULTE DE PHARMACIE



ANNEE 2009

THESE N° 3339 *11*

**RISQUES ET BENEFICES DES REGIMES VEGETARIENS
CONSEIL A L'OFFICINE**

THESE
POUR LE DIPLOME D' ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

présentée et soutenue publiquement

le 26 octobre 2009

PAR

Noémie GALLAND

Née le 18 septembre 1984 à Guéret (23)



EXAMINATEURS DE LA THESE

M. le Professeur J.L. BENEYTOUT..... - Président
Mme F. MARRE-FOURNIER, Maître de Conférence..... - Juge
Mme C. ANDRILLON, Pharmacienne - Juge

UNIVERSITE DE LIMOGES

FACULTE DE PHARMACIE

DOYEN DE LA FACULTE Monsieur **COMBY** Francis, Maître de Conférences

ASSESEURS

Monsieur le Professeur **CARDOT** Philippe

Madame **FAGNERE** Catherine, Maître de Conférences

PROFESSEURS

BENEYTOUT Jean-Louis	BIOCHIMIE - BIOLOGIE MOLECULAIRE
BOTINEAU Michel	BOTANIQUE ET CRYPTOLOGIE
BROSSARD Claude	PHARMACOTECHNIE
BUXERAUD Jacques	CHIMIE ORGANIQUE - CHIMIE THERAPEUTIQUE
CARDOT Philippe	CHIMIE ANALYTIQUE
CHULIA Albert	PHARMACOGNOSIE
CHULIA Dominique	PHARMACOTECHNIE
DELAGE Christiane	CHIMIE GENERALE ET MINERALE
DESMOULIERE Alexis	PHYSIOLOGIE
DREYFUSS Gilles	PARASITOLOGIE-MYCOLOGIE
DUROUX Jean-Luc	PHYSIQUE - BIOPHYSIQUE
LACHATRE Gérard	TOXICOLOGIE
MOESCH Christian	HYGIENE - HYDROLOGIE - ENVIRONNEMENT
LOUDART Nicole	PHARMACOLOGIE
ROGEZ Sylvie	BACTERIOLOGIE - VIROLOGIE

MAITRES DE CONFERENCES

BASLY Jean-Philippe	CHIMIE ANALYTIQUE
BATTU Serge	CHIMIE ANALYTIQUE ET BROMATOLOGIE
BEAUBRUN-GIRY Karine	GALENIQUE
BILLET Frabrice	PHYSIOLOGIE
CALLISTE Claude	BIOPHYSIQUE, MATHEMATIQUES, INFORMATIQUE
CLEDAT Dominique	CHIMIE ANALYTIQUE
COMBY Francis	CHIMIE THERAPEUTIQUE
DELEBASSEE Sylvie	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
DEMIOT Claire-Elise	PHARMACOLOGIE
DREYFUSS Marie-Françoise	CHIMIE ANALYTIQUE ET BROMATOLOGIE
FAGNERE Catherine	CHIMIE ORGANIQUE
FROISSARD Didier	BOTANIQUE ET CRYPTOLOGAMIE
JAMBUT Anne Catherine	CHIMIE THERAPEUTIQUE
LABROUSSE Pascal	BOTANIQUE ET CRYPTOLOGAMIE
LEGER David	BIOCHIMIE
LIAGRE Bertrand	SCIENCES BIOLOGIQUES
LOTFI Hayat	TOXICOLOGIE
MARION-THORE Sandrine	CHIMIE THERAPEUTIQUE
MARRE-FOURNIER Françoise	BIOCHIMIE
MILLOT Marion	PHARMACOGNOSIE
MOREAU Jeanne	IMMUNOLOGIE
POUGET Christelle	CHIMIE ORGANIQUE APPLIQUEE A LA THERAPEUTIQUE
ROUSSEAU Annick	BIOMATHEMATIQUES

SIMON Alain

CHIMIE PHYSIQUE ET CHIMIE MINERALE

TROUILLAS Patrick

BIOMATHEMATIQUES ET INFORMATIQUE
PHARMACEUTIQUE

VIANA Marylène

PHARMACOTECHNIE

VIGNOLÉS Philippe

BIOMATHEMATIQUES

PROFESSEUR CERTIFIE

MARBOUTY Jean-Michel

ANGLAIS

À ma maman pour tous ses précieux conseils.

À mon papa pour ses nombreux encouragements

À Julien pour son sourire et ses petites attentions qui rendent la vie plus douce au quotidien.

À ma sœur pour m'avoir inspiré le sujet ...

À mon frère pour les sorties printanières au profit de l'herbier et pour la courte collocation allée Jacques Montagne.

À David, mon deuxième grand frère.

À Pépé Lulu et Mémé Simone pour leur générosité.

À Mémé Maria pour son petit porte-bonheur qui m'a suivi tout au long de mon cursus.

À Gérard, Anne-Carole, Sylvain, Claire, Edmond et Marie-Alix de m'accueillir les bras ouverts.

À Caro pour les p'tits cafés entre midi et deux.

À JB pour ses karaokés mythiques.

À Pierro pour les bons repas sur la terrasse les soirs de printemps.

À JC pour les danses endiablées.

À tous les copains Limougeauds pour ces supers études qui resteront gravées dans ma mémoire.

Aux copains Marseillais pour l'intégration d'une pauvre Creusoise expatriée.

Aux équipes des pharmacies Galaup, Fonty et de la pharmacie du Village avec lesquelles il fait bon travailler.

Aux (ex)voisins pour leur chat...

1. Introduction
2. Le régime végétarien
 - 2.1. Définition
 - 2.2. Différents types de végétarisme
 - 2.3. Historique
 - 2.4. Arguments avancés en faveur du végétarisme
 - 2.5. Importance du végétarisme en France et à travers le monde
 - 2.6. Mode de vie
3. Besoins nutritionnels chez le sujet sain
 - 3.1. Besoins en énergie et macronutriments
 - 3.1.1. Énergie
 - 3.1.2. Les protéines
 - 3.1.3. Les lipides
 - 3.1.4. Les glucides
 - 3.1.5. Cas particulier des fibres alimentaires
 - 3.2. Besoins en micronutriments
 - 3.2.1. Les minéraux
 - 3.2.2. Les oligo-éléments
 - 3.2.3. Les vitamines
 - 3.2.3.1. Les vitamines liposolubles
 - 3.2.3.2. Les vitamines hydrosolubles
4. Risques et bénéfices d'une alimentation végétarienne
 - 4.1. Situation physiologique normale chez l'adulte
 - 4.1.1. Risques du régime végétarien
 - 4.1.1.1. Risque de carence protéique
 - 4.1.1.2. Risque de carence en calcium
 - 4.1.1.3. Risque de carence en vitamine D
 - 4.1.1.4. Risque de carence en fer
 - 4.1.1.5. Risque de carence en vitamine B₁₂
 - 4.1.1.6. Risque de carence en sélénium
 - 4.1.2. Bénéfices des régimes végétariens
 - 4.1.2.1. Potentiel préventif dans les pathologies digestives
 - 4.1.2.2. Potentiel préventif dans l'obésité et le diabète

de type 2

4.1.2.3. Potentiel préventif dans les maladies cardiovasculaires

4.1.2.4. Potentiel préventif dans les cancers

4.2. Grossesse, allaitement et végétarisme

4.2.1. Besoins nutritionnels

4.2.2. Cas clinique

4.3. Enfants, adolescents et végétarisme

4.3.1. Besoins nutritionnels

4.3.2. Cas clinique

5. Régime végétarien équilibré et conseil à l'officine

5.1. Chez l'adulte en situation physiologique normale

5.1.1. Les recommandations générales : le PNNS

5.1.2. Adaptation aux régimes végétariens

5.1.3. Supplémentation médicamenteuse

5.1.3.1. Supplémentation en vitamine B₁₂

5.1.3.2. Supplémentation en vitamine D

5.1.3.3. Supplémentation en fer

5.1.3.4. Supplémentation en calcium

5.1.3.5. Compléments alimentaires

5.2. Chez la femme enceinte et allaitante

5.2.1. Recommandations générales et adaptations

5.2.2. Adaptation du guide alimentaire végétarien

5.2.3. Complémentation médicamenteuse

5.3. Diversification alimentaire chez le nourrisson

5.3.1. Recommandations générales et adaptations

5.3.2. Préparations pour nourrissons et aliments de suite à base de protéines de soja

6. Conclusion

1. Introduction

Le concept de végétarisme, apparu au cours de l'Égypte antique, est de plus en plus répandu dans les pays développés avec notamment l'émergence des questions d'écologie, de santé et l'arrivée sur le marché de la consommation de nouveaux produits tels que le soja ou le quinoa.

Le végétarisme connaît de nombreuses graduations dans sa définition officielle mais aussi dans l'idée que s'en fait la population générale. Certaines personnes considèrent que l'individu végétarien s'autorise la consommation de produits d'origine animale comme le lait, les produits laitiers, les œufs voire le poisson ou la viande de manière exceptionnelle alors que pour d'autres le végétarisme est un mode de vie dans lequel l'individu doit s'abstenir de toute activité entraînant la maltraitance voire la mort d'un animal (utilisation de miel, de cire d'abeille, de cuir ou de fourrures par exemple).

A l'heure où les autorités de santé recommandent la consommation journalière de produits d'origine animale (lait, produits laitiers, viande, œufs, poisson), on peut alors se demander si les régimes végétariens peuvent réellement mener à un équilibre alimentaire et si ils peuvent présenter des risques ou des bénéfices pour la santé de l'adulte sain, de la femme enceinte ou allaitante ou encore de l'enfant.

2. Le régime végétarien

2.1. Définition [1]

On entend par « végétarisme », un « système d'alimentation dans lequel on supprime toutes les espèces de viandes ou leurs dérivés immédiats ou même tous les produits d'origine animale : œufs, lait, etc ».

2.2. Différents types de végétarisme [2] [3]

Le végétarisme correspond en fait à des modes d'alimentation variés : il existe quatre types de régimes végétariens en fonction du degré d'exclusion des produits d'origine animale.

Tout d'abord, on trouve les ovo-lacto-végétariens. Ils consomment des végétaux de toute sorte, des œufs et des produits laitiers mais excluent la viande et le poisson. Cette catégorie est la plus représentée parmi les végétariens.

Ensuite, les lacto-végétariens consomment des végétaux, du lait et des produits laitiers mais s'interdisent les œufs.

Au contraire, les ovo-végétariens consomment des végétaux et des œufs mais pas de lait ni de produits laitiers.

Enfin, les végétaliens sont la catégorie de végétariens ayant le régime le plus strict puisqu'ils ne consomment ni viande, ni œufs, ni lait, ni produits dérivés mais uniquement des végétaux de tous types : céréales, légumineuses, noix, graines, fruits et légumes. Parfois, cette catégorie de population, que l'on appelle aussi végétariens stricts peut s'abstenir d'utiliser tout produit d'origine animale comme par exemple le miel mais peuvent également refuser d'utiliser des vêtements d'origine animale comme le cuir, la fourrure, la soie ou encore la laine.

Un peu à part, on trouve une classe de population dite « semi-végétarienne », parfois appelée « néo-végétarienne », qui mange des végétaux, des œufs, du lait et des produits laitiers, ainsi que de la volaille et/ou du poisson d'élevage et des coquillages voire même de la viande mais à une fréquence très réduite (1 à 2 fois par semaine voire moins).

Le tableau suivant récapitule les différents régimes végétariens.

	Ovo-lacto-végétariens	Lacto-végétariens	Ovo-végétariens	Végétaliens	Semi-végétariens
Viande	Non	Non	Non	Non	Parfois
Poisson	Non	Non	Non	Non	Parfois
Œufs	Oui	Non	Oui	Non	Oui
Lait et dérivés	Oui	Oui	Non	Non	Oui

Tableau 1. : Caractéristiques des différents types de régimes végétariens

L'alimentation végétarienne peut parfois présenter d'autres particularités. Dans le crudivorisme, tous les aliments, à l'exclusion du pain et des biscuits, doivent être consommés crus. L'hygiénisme est un régime alimentaire dans lequel les aliments doivent être ingérés dans un ordre particulier. Enfin, l'alimentation macrobiotique est élaborée à base de riz complet, de légumineuses et de légumes divers avec restriction hydrique. Ces trois types d'alimentation ne seront pas abordés en tant que régimes végétariens.

Un régime végétarien exclu donc à des degrés divers les produits d'origine animale. Mais être végétarien ne se résume pas simplement à éliminer la viande, l'œuf ou le lait de son assiette : il est alors capital pour l'équilibre alimentaire de remplacer les éléments nutritifs mis de côté par ceux d'autres aliments.

2.3. Historique [4] [5]

C'est au cours de l'Antiquité Grecque et Égyptienne que les hommes se sont posés les premières questions au sujet de leur alimentation.

Dans l'Égypte antique, en -3200 avant Jésus-Christ., apparaissent les premiers groupes religieux pratiquant le végétarisme : ils s'abstiennent de consommer de la viande pour leur croyance en la réincarnation. Au V^e siècle avant J.-C., les Pythagoriciens pratiquent ce régime alimentaire pour les avantages qu'ils peuvent en tirer : ils sont alors considérés comme fondateurs du végétarisme. Du III^e au VI^e siècle, le végétarisme se reprend dans l'empire romain parmi les adeptes du néo platonisme.

Parallèlement, des racines religieuses sont apparues à travers l'hindouisme en Asie du Sud-Est, le bouddhisme en Inde et le taoïsme en Chine. Ces populations ne sont pas strictement végétariennes mais sont liées à des doctrines de non-violence, de tolérance et de respect du vivant et donc de la vie animale.

Pythagore pratiqua et encouragea le végétarisme dans le but de supprimer la cruauté envers les animaux mais aussi en vue des avantages pour la santé que pouvait avoir cette pratique. Selon lui, le végétarisme était la clef de la coexistence pacifique entre les humains et il pensait qu'abattre les animaux rendait les hommes cruels. D'autres philosophes grecs célèbres comme Platon, Socrate et Aristote furent partisans du végétarisme.

Au début de la Renaissance, le végétarisme affiché était rare, à cause des persécutions. La viande est un luxe rare et coûteux réservé aux riches et famines et maladies sévissent à cause des récoltes perdues. Les idées pythagoriciennes et néo-platoniciennes deviennent influentes. La découverte de nouveaux pays et de nouveaux peuples permet alors d'introduire de nouveaux légumes comme la pomme de terre, le chou-fleur ou le maïs.

En Europe, c'est au siècle des lumières que le végétarisme moderne apparaît. En Écosse dès le XVIII^e siècle, le docteur SEYNE est un des premiers médecins à vanter un régime alimentaire à orientation végétarienne. Au même moment en France, J.A. GLEIZES (1773-1843), précurseur du végétarisme, est emmené à interrompre ses études de médecine, incapable de surmonter la répugnance que lui inspiraient les dissections animales.

A partir du XIX^e siècle, des mouvements végétariens, inspirés des courants philosophiques, se mettent en place dans le monde occidental et surtout en Angleterre. En 1809 à Manchester est créée la première société végétarienne anglaise. L'association, entre végétarisme et condition animale, naît à cette époque à travers une secte anglaise dans un premier temps puis par la féministe Anna KINGSFORD. Des courants issus du protestantisme, à l'image de l'Église Adventiste du Septième jour créée au XIX^e siècle aux États-Unis, prônent également le végétarisme comme hygiène de vie.

En 1911, le français Paul CARTON, considéré comme un des principaux noms du végétarisme avec PASSEBECQ et GEOFFROY, publie un ouvrage intitulé « Trois aliments meurtriers » dans lequel l'alcool, la viande et le sucre sont mis en cause.

En Suisse, des principes alimentaires basés sur des exclusions de certains aliments et la valorisation des céréales sont mis en place par B. BRENNER et A. KOUSMINE.

Dans les années 60 à 70, l'alimentation végétarienne représente un mode alimentaire contestataire, marginal et militant, trouvant sa source dans des motivations éthiques, économiques, écologiques, tiers-mondistes, hygiénistes expliquant la confusion avec l'écologie et l'agriculture biologique.

2.4. Arguments avancés en faveur du végétarisme [6] [7]

Il est important de connaître les raisons de la pratique d'un régime végétarien dans une catégorie de population afin de trouver le moyen le mieux adapté pour mettre en place une alimentation équilibrée. Les arguments avancés pour la promotion des régimes végétariens sont extrêmement divers et reposent sur des thèses plus ou moins stables.

L'argument le plus fréquemment retrouvé est d'ordre moral. Il est alors question de la souffrance animale retrouvée aussi bien lors de l'élevage (batteries de poules pondeuses, élevage intensif de porcs ou de poulets, gavage des oies et des canards) que lors de l'abattage des animaux destinés à l'alimentation voire à l'industrie du textile.

Ensuite viennent des arguments en faveur de la solidarité avec les pays du Tiers-Monde. Certains avancent la thèse selon laquelle « la production de viande gaspille les céréales puisqu'un animal qui consomme sept calories végétales (céréales) pour son alimentation n'en restitue qu'une seule sous forme animale (viande) ».

D'autre part, on trouve des arguments en faveur de l'environnement : quantité d'eau utilisée pour l'élevage du bétail supérieure à celle utilisée pour la culture des terres, pollution des nappes phréatiques et des rivières par les lisiers (mélange de déjections animales et d'eau), destruction des forêts au profit des terres d'élevage, diminution de la quantité de terres agricoles utilisables pour les cultures végétales...

Depuis les années 80, les multiples crises alimentaires touchant notamment la filière bovine mais aussi celle de la volaille, ainsi que l'excès de consommation carnée qui culmine en France à cette époque sont favorables au développement des mouvements néo-végétariens voire végétariens. [4]

Pour d'autres, l'argument en faveur du végétarisme est d'ordre religieux.

L'église Adventiste du septième jour fondée en 1863 aux Etats-Unis est un mouvement mettant en avant le végétarisme. L'observatoire interministériel des mouvements sectaires français ne considère pas ce mouvement comme une secte.

Leur doctrine est centrée sur l'attente du retour imminent de Jésus à la fin des temps. Les adhérents de cette doctrine se considèrent comme un groupe chrétien à l'intérieur de la grande famille protestante. Leur morale est fondée sur la stricte observance du décalogue et des autres lois morales consignées dans la bible.

La doctrine recommande à ses adhérents une abstention d'alcool, de tabac, de narcotiques, de thé et de café et recommande fortement la pratique d'un régime végétarien ou à défaut l'abstinence de « viandes à risque », de « viandes impures » (porc, boudin, charcuterie) et de crustacés. De ce fait, cinquante pour cent d'Adventistes de septième jour sont strictement végétariens. Les Adventistes étant très attachés aux prescriptions de leur Église, leur mode de vie sanitaire, social et familiale en fait un groupe parfaitement identifiable au sein duquel il existe une graduation du comportement alimentaire allant du stricte végétalisme à une consommation carnée semblable à celle des non-Adventistes. Ainsi, cette population est un groupe idéal pour l'étude de l'impact de l'alimentation végétarienne sur la santé dans la mesure où les facteurs de confusion de type tabac, alcool, exercice physique sont à des niveaux quasiment identiques pour tous.

Certaines populations s'orientent vers le monde végétal pour des raisons de santé, de prise de conscience du rôle des déséquilibres alimentaires actuels ou encore par recherche d'une nouvelle gastronomie socialement différenciée et d'une sécurité alimentaire oubliée.

2.5. Importance du végétarisme en France et à travers le monde [8]

Il existe très peu d'études et de statistiques concernant le nombre de végétariens en France et dans le monde. En effet, la FAO n'a pas réussi à élaborer une définition officielle du terme « végétarisme » tellement son sens est différent d'un pays à l'autre. Ainsi le nombre exact de végétarien en France et dans le monde est impossible à mesurer.

A ce jour, la dernière étude réalisée en France remonte à 1996 : elle a été menée par le CFES (Comité Français d'Éducation à la Santé) sur un groupe d'individus de 15 à 75 ans. Il en est ressorti que 1,7 % de la population française adulte avait des habitudes de

consommation végétariennes dont 1,5 % de la population aux habitudes ovo et/ou lacto-végétariennes et 0,2 % aux habitudes végétaliennes.

En Europe, divers sondages réalisés par l'Union Végétarienne Européenne, ont montré que l'Allemagne et le Royaume-Uni comptent le plus de végétariens avec respectivement une moyenne de 6,56 millions et 5,355 millions de végétariens. Viennent ensuite l'Italie avec 1,45 millions d'individus végétariens et la France avec 1,0255 millions de végétariens. (*Annexe 1*)

2.6. Mode de vie [5]

Le végétarisme peut-être considéré simplement comme un mode d'alimentation mais le plus souvent, c'est le mode de vie de l'individu dans sa totalité qui est remis en question.

En effet, le régime alimentaire végétarien est principalement élaboré à partir de fruits, légumes, céréales, noix, légumineuses, algues, champignons avec parfois l'inclusion d'œufs et/ou de lait et produits laitiers.

Pour certains, il s'agit aussi d'adopter un mode de vie plus favorable à la santé avec une consommation d'alcool et un tabagisme plus faible que la moyenne dans la population générale mais aussi la pratique d'une activité physique régulière.

Pour d'autres, le végétarisme est un mode de vie qui se veut être en accord avec la nature : il serait un facteur clé de la gestion harmonieuse de l'écosystème planétaire en réduisant un facteur majeur du déséquilibre qu'est l'élevage.

3. Besoins nutritionnels chez le sujet sain

Selon l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA), le besoin nutritionnel est défini comme étant la quantité minimale d'un nutriment donné qui doit être régulièrement consommée pour assurer l'entretien, le fonctionnement métabolique et physiologique, éventuellement la croissance, et de façon générale de garantir la santé d'un individu bien portant. [9]

L'expression « Apports Nutritionnels Conseillés » ou ANC est utilisée par l'AFSSA depuis 1981. Elle est égal au besoin nutritionnel moyen, mesuré sur un groupe d'individu (par exemple la femme enceinte, l'adulte, l'enfant ...), auquel sont ajoutés deux écarts types représentant le plus souvent chacun 15 % de la moyenne et permettant ainsi une marge de sécurité statistique prenant en compte une variabilité interindividuelle et permettant de couvrir les besoins de la majorité de la population. [10]

3.1. Besoins en énergie et macronutriments

3.1.1. Énergie

L'énergie brute d'un aliment est la quantité de chaleur produite par la combustion d'un gramme de cet aliment dans un calorimètre sous pression d'oxygène.

Afin de déterminer les besoins énergétiques réels d'un individu, il faut définir ses dépenses énergétiques. La différence entre les apports et les dépenses représentent alors le bilan énergétique qui, pour un maintien en bonne santé et pour la stabilité du poids, doit être équilibré.

Les dépenses énergétiques sont la somme de quatre paramètres différents.

Tout d'abord, le métabolisme de base est la dépense énergétique du sujet à jeun depuis plus de 12 heures, couché, éveillé et placé dans des conditions de thermoneutralité. Il représente la quantité d'énergie utilisée pour assurer les fonctions vitales de l'organisme (travail cardiaque, respiratoire, sécrétions, excréctions...).

Ensuite, la thermogénèse alimentaire est le coût énergétique associé à l'absorption intestinale, au stockage et à la transformation des aliments.

A ces deux paramètres, il faut ajouter la dépense énergétique liée à la thermorégulation, c'est-à-dire au maintien de la température corporelle entre 37 et 37,5°C, ainsi que la dépense énergétique liée à l'activité physique.

Les apports énergétiques nécessaires sont alors égaux à la somme de ces différents paramètres de dépense énergétique corporelle. [10]

On considère que, chez l'adulte sédentaire, les besoins totaux en énergie sont de l'ordre de 2200 kCal/j chez l'homme et de 1800 kCal/j chez la femme. Chez le jeune enfant ils varient entre 1300 et 1800 kCal.j⁻¹ et chez l'adolescent entre 1900 et 2700 kCal.j⁻¹. [11]

3.1.2. Les protéines

3.1.2.1. Structure

Les protéines sont des macromolécules complexes de poids moléculaire élevé (10 000 à 600 000). Ce sont des polypeptides composés d'un enchaînement d'acides aminés de quantité et de composition variable reliés entre eux par des liaisons peptidiques. [9]

La principale caractéristique des protéines, outre la présence d'atomes de carbone et d'hydrogène, est la forte proportion d'atomes d'azote : en moyenne 6,25g de protéines contiennent 1g d'azote. [11]

Les acides aminés que l'on trouve dans les protéines alimentaires et qui sont utilisés par l'organisme sont au nombre de vingt : glycine (Gly), alanine (Ala), valine (Val), leucine (Leu), isoleucine (Ile), phénylalanine (Phe), tyrosine (Tyr), tryptophane (Trp), sérine (Ser), thréonine (Thr), cystéine (Cys), méthionine (Met), proline (Pro), acide glutamique (Glu), glutamine (Gln), acide aspartique (Asp), asparagine (Asn), lysine (Lys), arginine (Arg) et enfin histidine (His). D'autres acides aminés sont présents dans les tissus mais ne sont pas utilisés dans le métabolisme humain. [9]

3.1.2.2. Rôle physiologique

Les protéines du bol alimentaire traversent la barrière intestinale sous forme d'acides aminés. Ces molécules sont ensuite utilisées pour la synthèse protéique et permettent ainsi l'élaboration de protéines de structure, d'enzymes, de transporteurs d'ions ou de divers substrats (hémoglobine ou apolipoprotéines par exemple), de protéines de défense

immunitaire voire de protéines à rôle contractile comme l'actine ou la myosine des muscles. Ainsi, il n'existe pas de forme de stockage des protéines puisqu'elles sont directement mobilisées en protéines fonctionnelles et notamment en protéines musculaires.

Les acides aminés sont secondairement utilisés comme substrat du métabolisme énergétique par leur oxydation jusqu'au stade d'urée qui fournit en moyenne 4 kCal (soit 16,7 kJ) par gramme de protéine. [9][11]

Il existe un renouvellement incessant des protéines de l'organisme. D'une part, les protéines corporelles subissent en permanence une dégradation enzymatique qui libère des acides aminés. D'autre part, il existe une fraction très faible d'acides aminés libres circulants dans laquelle l'organisme puise pour effectuer les synthèses protéiques nécessaires. [11]

Parallèlement, une partie des acides aminés est en permanence perdue par voie oxydative libérant les produits de dégradation que sont le dioxyde de carbone, l'ammonium et l'urée. Le niveau d'oxydation des acides aminés est fonction des apports alimentaires mais n'atteint jamais une valeur nulle. Une partie plus faible des acides aminés est perdue sous forme de pertes protéiques diverses par les cheveux, la desquamation mais aussi potentiellement par les protéines sécrétées dans l'intestin.

On comprend alors qu'un apport exogène de protéines est nécessaire pour compenser les pertes.

3.1.2.3. Besoins nutritionnels

On définit le besoin nutritionnel en protéine comme l'apport permettant le maintien en bonne santé, sans apparition de signes biologiques révélateurs de déficience. C'est aussi l'apport protéique qui permettra de maintenir un équilibre du bilan azoté chez une personne en bonne santé.

Le bilan azoté est défini comme étant la comparaison entre les apports protéiques exprimés en azote et l'azote des divers déchets rejetés.

Ce bilan a tendance à s'équilibrer chez le sujet adulte en bonne santé : pour un même poids, une même taille, un même âge et un même niveau d'activité physique, certains peuvent consommer 150 grammes de protéines soit 24 grammes d'azote et d'autres 50 grammes de protéines soit 8 grammes d'azote, et leurs éliminations sont alors, à long terme, équivalentes à leur ingesta. [12]

On définit comme apport nutritionnel, l'apport nécessaire pour annuler le bilan azoté chez l'adulte sain. Ce bilan sera alors positif chez l'enfant et l'adolescent pour lesquels les phénomènes de croissance nécessitent un apport protéique supplémentaire.

Ainsi, il a été défini par l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (A.F.S.S.A.) et l'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S.) que le besoin nutritionnel moyen en protéine de bonne qualité (œuf, lait, viande, poisson) est de 0,6 g/kg de poids corporel et par jour avec un coefficient de variation de 12,5 % et que l'ANC chez l'adulte en bonne santé est de 0,8 g/kg/j. Ce besoin correspond à une part allant de 8 à 10 % de la ration énergétique journalière en protéines de bonne qualité soit 9 à 12 % en protéines de qualité moyenne. [9] [10]

Outre l'aspect quantitatif du besoin protéique chez le sujet sain, il convient de prendre en compte l'aspect qualitatif de celui-ci.

En effet, parmi les vingt acides aminés qui constituent les protéines alimentaires, tous sont nécessaires mais huit sont considérés comme acides aminés essentiels car ils ne peuvent être synthétisés par l'organisme à partir des composés normalement disponibles et à une vitesse compatible avec les exigences correspondantes aux besoins. Ces acides aminés, aussi appelés acides aminés strictement indispensables sont les suivants : isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophane et valine.

D'autres acides aminés comme l'arginine, la cystéine, la proline, la tyrosine, la glutamine, la glycine ou l'histidine sont considérés comme conditionnellement indispensables car la capacité de synthèse de l'organisme peut-être insuffisante dans certaines conditions physiopathologiques. Par exemple, les besoins en arginine sont augmentés en cas d'infection et ceux en histidine le sont pendant les phénomènes de croissance. [9]

D'autre part, après assimilation par l'intestin et captation par la muqueuse intestinale, les acides aminés alimentaires sont dirigés vers le foie où ils vont entrer dans les voies métaboliques de type oxydatif ou anabolique. Les acides aminés utilisés dans les voies oxydatives sont alors indisponibles pour entrer dans la synthèse des protéines de l'organisme. Si l'on considère que la capacité qu'a une protéine alimentaire à fournir des acides aminés pour la synthèse protéique est un critère de qualité, alors les pertes oxydatives sont

inversement corrélées à la qualité protéique. La valeur biologique d'une protéine découle alors de ce principe : c'est, pour une protéine donnée, son aptitude à équilibrer à elle seule le bilan azoté lorsque tous les autres nutriments ont été fournis en quantité adéquate. Cette notion dépend alors de sa digestibilité et de sa richesse en acides aminés strictement indispensables.

Le coefficient de digestibilité d'une protéine exprime le pourcentage d'azote ingéré par rapport à l'azote non assimilé, éliminé dans les fèces. La digestibilité dépend de la nature de la protéine mais aussi de la quantité de fibres présentes dans la ration alimentaire et du type de cuisson.

Lorsqu'une protéine ne renferme pas l'ensemble des acides aminés indispensables, l'acide aminé manquant ou fourni en quantité insuffisante est appelé facteur limitant primaire. Si l'on compense ce facteur primaire par l'adjonction de l'acide aminé manquant, il apparaît alors un déficit relatif en un autre acide aminé qui est alors appelé facteur limitant secondaire. [9] [13]

L'A.F.S.S.A. propose une estimation des besoins moyens en acides aminés essentiels qui est représentée dans le tableau suivant :

Acides aminés	Besoin moyen en mg/kg/j
Isoleucine	18
Leucine	39
Lysine	30
Acides aminés soufrés	15
Acides aminés aromatiques	27
Thréonine	16
Tryptophane	4
Valine	18

Tableau 2. Besoins moyens en acides aminés essentiels

3.1.2.4. Sources alimentaires

On distingue deux sources de protéines alimentaires : les protéines animales et les protéines végétales.

Pour l'ensemble des populations humaines, ce sont les sources végétales qui fournissent la majorité de la ration protéique : 50 à 60 % de céréales et 20 % de tubercules alors que les protéines animales ne représentent que 20 à 25 % des apports. Cependant cette répartition est extrêmement variable selon le niveau de vie et d'industrialisation (50 % de protéines animales dans les pays riches et 20 % seulement dans le tiers monde).

Ces deux classes de protéines diffèrent par leur composition en acides aminés et par leur digestibilité. [11]

- Les protéines d'origine animale

Les protéines d'origine animale sont digestibles à 95 % et donc facilement utilisables par l'organisme. Elles sont dites complètes car elles contiennent tous les acides aminés indispensables.

Les muscles, c'est-à-dire la viande et le poisson, contiennent trois types de protéines : premièrement des protéines myofibrillaires dont la myosine, l'actine, la tropomyosine et la troponine, riches en acides aminés essentiels ; deuxièmement des protéines sarcoplasmiques comme la myoglobine, l'hémoglobine et de nombreux enzymes ; et troisièmement des protéines du tissu conjonctif dont le collagène, riche en glycine et en proline mais pauvre en acides aminés essentiels.

L'œuf de poule contient en moyenne 13 % de protéines réparties entre les deux phases : le blanc contient essentiellement de l'ovalbumine (phosphoglycoprotéine dont la digestibilité est améliorée par le chauffage) et le jaune contient diverses protéines dont les lipoprotéines riches en phospholipides. Ces protéines sont riches en acides aminés essentiels. [12]

	Besoins				Composition	
	Adulte		Enfant		Oeuf	
	en mg	Rapportés au Try	en mg/kg	Rapportés au Try	% des protéines	Rapportés au Try
Tryptophane (Try)	250	1	30	1	1,53	1
Lysine (Lys)	800	3,2	170	5,6	7,05	4,6
Méthionine (Met)	1 100	4,4	85	2,8	3,65	2,4

Tableau 3. Composition en acides aminés de l'oeuf de poule et besoin chez l'adulte et l'enfant [12]

Le tableau ci-dessus représente d'une part les besoins en trois acides aminés indispensables (tryptophane, lysine et méthionine) chez l'adulte et l'enfant et d'autre part la composition moyenne d'un œuf de poule en ces trois acides aminés. On voit alors que la composition de l'œuf correspond assez bien aux besoins de l'enfant mais que chez l'adulte, il existe un facteur limitant qui est la méthionine.

Le lait et les produits laitiers quand à eux renferment des protéines qui sont la caséine, les albumines et les globulines dont les facteurs limitants sont la méthionine et la cystéine. Cependant, albumines et globulines, protéines du sérum, sont les plus riches en ces acides aminés soufrés. Lors de la fabrication du fromage, on procède à la précipitation de la caséine du lait puis à l'élimination des protéines du sérum. La valeur biologique des protéines du lait et des produits laitiers est donc variable selon les méthodes de fabrication et de transformation.

Ainsi, on constate que l'acide aminé qui risque d'être facteur limitant pour les protéines animales est la méthionine essentiellement dans l'œuf de poule et les fromages. Cependant la connaissance de ce facteur limitant présente peu d'intérêt lorsque l'ingestion de protéines animales est large.

- Les protéines d'origine végétale

La digestibilité des protéines végétales est inférieure à celle des protéines d'origine animale mais très variable d'une source à l'autre : elle varie entre 75 et 95 %. Leur teneur en acides aminés indispensables est en général moins élevée. [9] [10] [13]

Les fruits et légumes contiennent une proportion négligeable de protéines.

Les céréales comme le blé, le riz, le maïs, l'orge, le seigle, le sorgho, le manioc ou l'avoine contiennent quatre types de protéines : albumines, globulines, glutélines et prolamines à répartition hétérogène. Albumines et globulines prédominent dans les parties superficielles du grain alors que les glutélines et prolamines (réunies sous le nom de gluten), particulièrement pauvre en lysine mais riches en méthionine sont présentes dans les parties centrales du grain. De manière générale, les céréales sont donc pauvres en lysine mais riches en méthionine. (*Annexe 2 et Annexe 3*)

Les légumineuses comme les pois, les fèves, les lentilles ou le lupin contiennent 20 à 40 % de protéines riches en lysine mais pauvres en méthionine (*Annexe 4*). [12]

Les fruits oléagineux comme l'arachide, le tournesol, le colza, la noix, la noisette, l'amande ou la cacahuète apportent 8 à 11 % de protéines (et jusqu'à 25 % pour l'arachide) mais ces protéines comme celles des céréales sont pauvres en lysine.

Il est nécessaire de prendre en compte l'association fréquente des protéines végétales à des antiprotéases, des lectines ou encore des phytates qui ont la particularité de diminuer l'absorption intestinale de certains nutriments dont les protéines. [12]

- Cas particulier des protéines de soja

Les protéines du soja ont une bonne valeur biologique. En effet, comme on peut le voir dans le tableau suivant qui compare la teneur en acides aminés du soja avec celle d'autres produits alimentaires, leur teneur en lysine est intéressante (70 mg/100 g) et leur faible teneur en méthionine est compensée par une forte concentration en son précurseur : la cystine (28 mg/100 g). Ces protéines ont une qualité qui se rapproche de celle des protéines du lait. [9] [12]

Composition (mg)	Graine de soja	Viande moyenne	Lait demi-écrémé	Œuf de poule	Grain de blé	Grain de riz brun
Histidine	28	34	27	22	25	26
Isoleucine	50	48	47	54	35	40
Leucine	85	81	98	86	72	86
Lysine	70	89	78	70	31	40
Méthionine + Cystéine	28	40	33	57	43	36
Phénylalanine + Tyrosine	88	80	102	93	80	91
Thréonine	42	46	44	47	31	41
Tryptophane	14	11	14	17	12	13
Valine	53	50	64	66	47	58

Tableau 4. Teneur en acides aminés de la farine de soja, de l'oeuf de poule et de la viande

○ Cas particulier des protéines du quinoa

Le quinoa est une plante herbacée dont le nom latin est *Chenopodium quinoa*. Malgré son appartenance à la famille des Chénopodiacées, il est le plus souvent associé à la famille des céréales.

Sa culture remonterait à plus de 5000 ans avant J.-C. sur les hauts plateaux andins d'Amérique du sud principalement au Pérou, en Équateur et en Bolivie.

Composition en %	Protéines	Lipides	Glucides	Eau
Quinoa	16,2	6,9	63,9	11,4
Blé	14,0	2,2	69,1	13,4
Mil	9,9	2,9	72,9	11,8
Riz	7,5	1,9	77,4	12,0
Maïs	3,5	1,0	22,1	72,7

Tableau 5. Composition nutritionnelle du quinoa par rapport à quatre céréales

On voit donc que le quinoa est intéressant du point de vu de sa composition protéique puisqu'il contient 13% de protéines complètes et de très bonne valeur biologique. C'est la céréale la plus riche en protéines. Ces protéines sont concentrées dans le germe qui accompagne la graine.

3.1.3. Les lipides

3.1.3.1. Structure

Les lipides forment un groupe de molécules très hétérogène dont la caractéristique commune est leur caractère hydrophobe. Il existe principalement trois classes de lipides : les triglycérides, les phospholipides et les stérols. [11]

Premièrement, les triglycérides sont issus de l'association d'une molécule de glycérol et de un à trois acides gras, chaînes linéaires d'atomes de carbone plus ou moins longue. On différencie deux types de triglycérides en fonction de la longueur des chaînes carbonées : les triglycérides à chaîne moyenne (TCM), hydrosolubles, qui comprennent 2 à 12 atomes de carbone et les triglycérides à chaîne longue (TCL), insolubles dans l'eau, qui renferment plus de 12 atomes de carbone.

Les acides gras peuvent être différenciés par leur degré d'insaturation, c'est-à-dire le nombre de doubles liaisons renfermées dans la formule : les acides gras dits saturés ne renferment pas de double liaison et les acides gras mono ou poly-insaturés, plus réactifs, comprennent une ou plusieurs doubles liaisons.

Le principe d'hydrogénation des matières grasses utilisé dans l'industrie agro-alimentaire découle de ce principe. En effet, les doubles liaisons présentes dans les acides gras poly-insaturés des graisses végétales sont saturées par des atomes d'hydrogène. On obtient alors des matières grasses dont le point de fusion est plus élevé permettant la fabrication de graisses solides à partir d'huiles végétales. D'autre part, les acides gras saturés sont moins réactifs : la formation d'aldéhyde lors des phénomènes de rancissement est moins rapide assurant une meilleure conservation du produit.

D'autre part, la configuration spatiale des acides gras permet de les classer en deux groupes : les acides gras cis et les acides gras trans.

Enfin, c'est la position de la première double liaison par rapport au groupement CH_3 terminal qui permet d'établir la classification physiologique au sein des acides gras poly-insaturés. On différencie ainsi les acides gras oméga 3, oméga 6, oméga 7 et oméga 9.

Dans l'organisme, les principaux acides gras saturés rencontrés sont l'acide palmitique et l'acide stéarique. L'acide gras mono-insaturé le plus répandu est l'acide oléique, acide gras de la série des oméga 9. Les acides gras poly-insaturés majeurs sont l'acide linoléique de la série des oméga 6 et les acides linoléiques, arachidoniques, eicosapenténoïque (EPA) et docosahexanoïque (DHA), issus de la série des oméga 3. [11] [12]

Deuxièmement, les phospholipides ont une structure plus complexe puisqu'ils associent dans leur formule un glycérol, un acide phosphorique, une base azotée et des acides gras. Parmi eux, on peut citer les phosphatidylcholines, phospholipides le plus abondants, les phosphatidyléthanolamines et les phosphatidylsérines plus répandues dans les graisses animales. [11]

Troisièmement, les stérols sont des lipides à structure tétracyclique qui comprennent entre 27 et 29 atomes de carbone. Le plus connu est le cholestérol qui est le seul stérol rencontré dans le règne animal. Le règne végétal renferme des phytostérols dont le plus répandu est le sitostérol. [11] [12]

Signalons d'autres lipides essentiellement présents dans le règne animal : sphingolipides, cardiolipides, glucolipides, cébrosides ...

3.1.3.2. Rôle physiologique

Les lipides ont des fonctions très hétérogènes dans l'organisme.

Premièrement, ils ont un rôle énergétique majeur puisque, parmi les nutriments, ce sont eux qui ont le meilleur rendement énergétique avec une production moyenne de 9 kCal par gramme (soit 37,7 kJ). Une petite partie de cette énergie peut-être utilisée rapidement mais la majorité des graisses alimentaires s'accumule dans les adipocytes du tissu adipeux sous forme de triglycérides.

Deuxièmement, les lipides alimentaires ont un rôle précurseur et fonctionnel essentiel. En effet, le cholestérol est à l'origine de la synthèse des acides et des sels biliaires mais aussi des hormones stéroïdiennes, surrénaliennes et sexuelles. D'autre part, les acides gras des séries oméga 3 (acide alpha-linolénique) et oméga 6 (acide linoléique) sont à l'origine de la cascade réactionnelle aboutissant à la formation des prostaglandines, des leucotriènes et du thromboxane, médiateurs de l'inflammation, de l'agrégation plaquettaire et de la motricité vasculaire.

Troisièmement, les lipides ont un rôle structurel capital. Les phospholipides et le cholestérol entrent dans la composition des membranes cellulaires et mitochondriales et conditionnent leur fluidité et leur déformabilité ainsi que l'activité des protéines membranaires telles que les récepteurs, les transporteurs et les enzymes.

Quatrièmement, les lipides alimentaires pourraient avoir un rôle dans la modulation de l'expression des gènes. En effet, certaines études expérimentales semblent montrer que des acides gras alimentaires et notamment les acides gras saturés pourraient moduler l'expression de certains proto-oncogènes. D'autre part, des études récentes font également état d'une possible relation entre une consommation excessive d'acides gras polyinsaturés oméga 6 ou d'un apport excessif en oméga 6 par rapport aux oméga 3 et l'augmentation importante de la fréquence des cancers du sein et de la prostate. Les acides gras oméga 3 pourraient également diminuer la fréquence des métastases du cancer du sein [14].

Enfin, les lipides sanguins sont les vecteurs des vitamines liposolubles dans l'organisme.

Cependant, l'activité et le rôle des lipides alimentaires varient en fonction de leur structure.

Tout d'abord, la digestibilité des TCL et des TCM varie indépendamment de la quantité de lipase disponible pour leur absorption. En effet, les TCM étant hydrosolubles, leur absorption se fait directement sans intervention de la bile. L'oxydation hépatique est rapidement réalisée : ce sont eux qui assurent les besoins énergétiques de l'organisme. Au contraire, les TCL sont hydrophobes. Leur digestion nécessite alors l'intervention de la bile qui permet la formation de micelles et la mise en place d'une hydrolyse lente par les lipases intestinales. Le phénomène d'oxydation de ces lipides est lent et favorise la mise en réserve dans le tissu adipeux. [11] [12]

Les lipides et notamment le cholestérol, consommés en trop grande quantité, peuvent aussi avoir un effet néfaste sur l'organisme : ils favorisent l'athérosclérose et les maladies cardiovasculaires. Par opposition, les phytostérols contenus dans la partie lipidique des végétaux pourraient avoir un effet hypocholestérolémiant. [13] [15]

3.1.3.3. Besoins nutritionnels

On voit donc par l'impact des lipides sur l'organisme que leur consommation est indispensable mais que celle-ci doit être raisonnée et orientée.

Au total, selon l'AFSSA, l'énergie quotidienne apportée par la ration lipidique doit représenter 33 % de la ration énergétique totale, soit un apport de 81 grammes de lipides par jour chez l'homme adulte et 66 grammes chez la femme adulte.

Cet apport doit favoriser les acides gras essentiels, acide linoléique et acide linoléique, par rapport aux acides gras saturés dont la consommation doit être limitée.

Le rapport oméga 6 sur oméga 3 est un aspect important des apports lipidiques conseillés : il doit tendre vers 5. [10]

3.1.3.4. Sources alimentaires

On différencie deux types de lipides alimentaires : les lipides de constitution, qui entrent dans la composition de nombreux aliments et les lipides d'assaisonnement, qui permettent l'amélioration du goût.

Les lipides de constitution d'origine animale sont essentiellement des acides gras saturés ou mono-insaturés.

L'œuf de poule contient en moyenne 10 % de lipides, essentiellement des acides gras mono-insaturés et du cholestérol qui se concentrent uniquement au niveau de la partie jaune de l'œuf.

La chair de poisson a une teneur en lipides très variable : colin, truite et thon sont des poissons dits maigres avec seulement 1 à 2 % de lipides et le saumon ou la sardine sont des poissons dits gras avec 8 à 10 % de lipides. La répartition des lipides est d'environ un quart d'acides gras saturés, un quart à un tiers d'acides gras mono-insaturés et la moitié d'acides gras poly-insaturés avec une prédominance d'acides gras à longue chaîne de la série des oméga 3.

Le lait de vache entier contient environ 30 % de lipides dont un tiers d'acides gras mono-insaturés et le reste d'acides gras saturés.

Les aliments d'origine végétale contenant des lipides sont les noix et les graines de céréales dont la composition est variable. Les noix, noisettes, amandes et pistaches contiennent plutôt des acides gras mono-insaturés et la cacahuète et le sésame, plutôt des acides gras poly-insaturés.

Les lipides d'assaisonnement d'origine animale (beurre, saindoux) sont presque exclusivement constitués de triglycérides. Le beurre contient en moyenne 84 % de lipides composés principalement d'acides gras saturés.

Les huiles végétales sont composées à 100 % de lipides. Elles sont extraites à partir de graines oléagineuses, de noix ou de fruits. Leur composition en acides gras est très variable selon la source. On voit dans le tableau suivant que l'huile de palme est très riche en acides gras saturés (50 %), que les huiles d'olive et de colza sont riches en acides gras mono-insaturés. Enfin les huiles de noix et de pépin de raisin sont riches en acides gras poly-insaturés de la série oméga 6, et les huiles de noix et de colza sont riches en oméga 3.

Acides gras	Saturés	Mono-insaturés	Poly-insaturés	
			Oméga 6	Oméga 3
Arachide (Afrique)	20	55	25	
Arachide (Brésil)	25	40	35	
Colza	7	60	26	7
Coprah	90	8	2	
Maïs	15	30	55	2
Noix	10	15	65	10
Olive	15	75	10	
Palme	50	40	10	
Pépins de raisin	10	15	75	
Soja	15	22	55	8
Tournesol	15	25	65	

Tableau 6. Composition moyenne des huiles végétales en acides gras (en %)

3.1.4. Les glucides

3.1.4.1. Structure

Les glucides sont des molécules composées de carbone, d'oxygène et d'hydrogène et leur formule générale est toujours proche d'un multiple de CH_2O . Ce sont des polyalcools, comportant souvent d'autres fonctions de type aldéhyde, cétone, acide... Ils existent sous forme simple ou polymérique. On distingue trois classes de glucides selon leur degré de polymérisation : monosaccharides, oligosaccharides et polysaccharides.

Les monosaccharides aussi appelés oses simples sont par exemple le glucose, le fructose, le sorbitol, le mannitol ou le xylitol. Les trois derniers sont aussi appelés polyols ou sucres alcool.

Les oligosaccharides sont composés de l'union de 2 à 10 molécules de monosaccharide. Le saccharose, le lactose ou le maltose sont des exemples d'oligosaccharides.

Les polysaccharides sont formés de l'union de plus de 10 unités de monosaccharide. On parle de polysaccharides amylicés comme l'amidon ou de polysaccharides non amylicés

comme les celluloses ou les mucilages. Ces derniers sont peu ou pas digestibles, ils sont aussi appelés fibres alimentaires. Ce sont des glucides particuliers que nous traiterons dans la quatrième partie de ce chapitre. [11]

3.1.4.2. Rôle physiologique

Le principal rôle des glucides alimentaires dans l'organisme est un rôle énergétique. Leur métabolisme est rapide et fourni en moyenne 4 kCal par gramme de glucides.

Le métabolisme des glucides a un effet hyperglycémiant sur l'organisme. Il stimule la sécrétion d'insuline, hormone hypoglycémiante, par les cellules béta du pancréas. Il a été défini un indice qui établit le pouvoir hyperglycémiant d'un aliment par rapport à celui d'un glucide de référence : le glucose. Cet indice est appelé index glycémique. Chaque aliment, en fonction de sa composition en glucides, a un index glycémique particulier. (*Annexe 5.*)

Certains facteurs vont influencer la valeur de cet indice en modifiant la vitesse et la qualité de l'absorption des glucides : la présence de lipides, de fibres ou d'autres substances comme les tanins, les phytates ou les lectines, les traitements thermiques (mode de cuisson) ou mécaniques (broyage par exemple).

Aussi, les glucides alimentaires ont un rôle de constitution. Ils entrent dans la composition des acides nucléiques tels que le ribose et le désoxyribose de l'ADN et de l'ARN ou encore les mucopolysaccharides comme le chondroïtine-sulfate des cartilages, le mucoïtine-sulfate du mucus, l'héparine ou l'acide hyaluronique. [11]

3.1.4.3. Besoins nutritionnels

Contrairement aux protéines et aux lipides, il n'existe pas de glucide indispensable car ils peuvent être synthétisés par l'organisme. Cependant certains organes sont dits glucodépendants, c'est-à-dire que leur fonctionnement normal dépend du métabolisme du glucose. C'est le cas du cerveau, des globules rouges et de la médullaire rénale. C'est pourquoi un apport minimal en glucides est nécessaire. Celui-ci est fixé à 150 grammes par 24 heures. L'apport énergétique glucidique conseillé doit représenter 50 à 55 % de l'apport énergétique total. [10]

L'apport conseillé en glucides concerne les monosaccharides, les disaccharides mais aussi les amidons. Les mono et disaccharides vont provoquer une hyperglycémie brutale puis une hypersécrétion d'insuline. L'insuline va alors induire une lipidogénèse et une lipogénèse massive et le stockage des glucides sous forme de lipides dans le tissu adipeux. Au contraire, les amidon et les polysaccharides entraînent une augmentation de la glycémie beaucoup plus lente. Il n'y a donc pas de pic de sécrétion d'insuline par le pancréas et ainsi pas de lipidogénèse ni de lipogénèse. Les apports en glucides doivent donc favoriser les glucides complexes à index glycémique bas au détriment des glucides simples dont l'index glycémique est élevé. [12]

D'autre part, si la quantité de glucides fournie est inférieure à celle nécessaire au bon fonctionnement des organes glucodépendants, les glucides manquants seront synthétisés depuis les protéines et les lipides avec formation de corps cétoniques aboutissant à une cétonémie massive. Après 8 à 15 jours, il apparaît alors une adaptation enzymatique au niveau cérébral de telle sorte que le cerveau va pouvoir se passer presque entièrement de glucides. La néoglucogénèse hépatique va alors diminuer. Cependant au niveau de la médullaire rénale, il y aura maintien d'une néoglucogénèse locale car celle-ci reste glucodépendante. Il apparaît donc qu'un apport presque exclusivement lipido-protéique permet un équilibre nutritionnel. Le danger d'un tel équilibre réside dans le fait qu'il nécessite un apport massif de lipides afin que l'apport calorique soit suffisant. [12]

3.1.4.4. Sources alimentaires

Les aliments d'origine animale renferment une quantité de glucides négligeable. La viande contient du glycogène en faible quantité et celui-ci est rapidement métabolisé après abattage. Le lait et les yaourts renferment environ 40 grammes de lactose par litre et celui-ci est métabolisé lors de la fermentation pour la fabrication des fromages.

Le règne végétal quand à lui représente une source plus importante de glucides.

Le saccharose issu de la canne à sucre ou de la betterave est retrouvé dans le sucre d'assaisonnement mais aussi dans les bonbons, le chocolat, les biscuits industriels... On en retrouve également dans les fruits séchés comme la datte, dans le melon mais aussi dans les pois secs (*Annexe 6*). Le fructose est présent dans les fruits (cerise, figue, banane notamment),

les baies, le miel, la confiture (*Annexe 7*). Le glucose est beaucoup moins répandu : il est contenu dans le miel et en faible quantité dans les fruits. L'amidon qui est un sucre complexe est très répandu dans les céréales, les tubercules, les légumineuses et certains fruits comme la banane qui en contient 30 % ou la châtaigne 40 %.

Les aliments les plus riches en glucides sont la biscotte (75 % de glucides), le pain (55 %), la banane, les légumes secs, les pâtes, les pommes de terre, le raisin et le riz (20 % de glucides). [12]

3.1.5. Cas particulier des fibres alimentaires

3.1.5.1. Structure

Comme nous l'avons vu précédemment, les fibres alimentaires sont des molécules de type polysaccharidique exclusivement d'origine végétale : cellulose, hémicellulose, pectines, lignine, gommes, alginates, carraghénanes, amidons résistants. Actuellement on considère comme fibres alimentaires, l'ensemble des constituants de l'alimentation qui ne sont pas digérés par les enzymes du tube digestif. [10]

3.1.5.2. Propriétés et besoins nutritionnels

Il existe deux classes de fibres alimentaires : les fibres insolubles (cellulose, lignine, et certaines hémicelluloses) et les fibres solubles (certaines hémicelluloses, glucanes, pectines, gommes et fibres d'algues). Leur propriété commune est d'avoir la capacité d'incorporer de grandes quantités d'eau. Les fibres insolubles restent en suspension et gonflent alors que les fibres solubles forment au contact de l'eau des solutions visqueuses voire des gels.

D'autre part, les fibres alimentaires ne sont pas hydrolysées par les enzymes digestives mais sont en partie dégradés par les bactéries coliques.

Les besoins concernent aussi bien les fibres non digestibles que peu digestibles. Le besoin nutritionnel est défini par l'AFSSA comme allant de 25 à 30 grammes de fibres par jour. [11]

3.1.5.3. Sources alimentaires

Les fibres alimentaires sont essentiellement retrouvées dans le règne végétal : céréales, fruits, légumes et légumes secs sont les sources essentielles.

Les céréales complètes renferment 7 à 15 % de fibres dont majoritairement des hémicelluloses insolubles mais aussi de la cellulose, de la lignine et des béta-glucanes solubles. Les fibres sont présentes essentiellement dans l'enveloppe du grain (le son renferme 40 % des fibres) et le germe. C'est ainsi que plus la céréale sera raffinée, moins elle sera riche en fibres alimentaires.

La teneur en fibres des légumes secs est très élevée : on y trouve environ 25 % de fibres solubles. Cependant, du fait de l'hydratation durant la cuisson, la teneur en fibres est abaissée d'un facteur de 2,5 à 3.

Enfin, du fait de leur forte teneur en eau, les fruits et légumes ont une teneur modeste en fibres : 0,8 à 3,8 %. Celle-ci est très importante dans la matière sèche : 13 à 32 % de fibres dans les légumes et 7 à 32 % dans les fruits. [10] (*Annexe 8*)

La qualité et la quantité de fibres alimentaires absorbée dépend bien sur de la nature des aliments consommés mais aussi de leur degré de maturité et des traitements qu'ils ont subis avant consommation (mode de cuisson, traitements mécaniques...). [11]

3.1.5.4. Fibres alimentaires et minéraux

Dans les végétaux, les minéraux tels que le phosphore, le calcium, le fer, le magnésium et le zinc sont associés aux réseaux de fibres et d'acide phytique. Cette interaction diminue considérablement la biodisponibilité des minéraux mais l'absorption de ceux-ci reste importante étant donnée la richesse en minéraux des aliments riches en fibres. La fermentation des fibres dans le colon favorise par contre l'absorption du magnésium et du calcium. [10]

3.2. Besoins en micronutriments

3.2.1. Les minéraux

Les minéraux, aussi appelés macroéléments, nécessaires à l'organisme humain sont principalement le sodium, le potassium, le calcium, le phosphore et le magnésium. Ils

présentent de grandes similitudes car tous interviennent à faible concentration dans de nombreux processus vitaux, comme constituants ou activateurs d'enzymes, régulateurs, stabilisateurs, cotransporteurs ...

3.2.1.1. Le sodium

○ Rôle physiologique

Le sodium est le principal cation extracellulaire de l'organisme avec une concentration extracellulaire maintenue entre 135 et 145 mmol.L⁻¹ et une concentration intracellulaire de l'ordre de 15 mmol.L⁻¹. Il permet le maintien de la pression osmotique plasmatique et de l'équilibre hydroélectrique. Une modification des entrées ou des sorties de sodium est immédiatement suivie d'une modification des volumes des liquides extracellulaires. [10]

Il est également indispensable dans la transmission de l'influx nerveux et musculaire.

L'excrétion du sodium est essentiellement urinaire ; les pertes respiratoires, fécales et cutanées sont négligeables. Des pertes plus importantes sont possibles en cas de vomissement, de diarrhée, de fistule, de transpiration excessive, de néphropathie tubulaire, d'insuffisance surrénalienne ou de traitement diurétique. [11]

○ Besoins nutritionnels

Les concentrations de sodium dans l'organisme sont très sensiblement régulées puisque celles-ci restent constantes pour un apport alimentaire variant de 1 à 10.

Il a été défini par l'AFSSA que l'organisme requiert un apport minimal quotidien en chlorure de sodium (NaCl) de l'ordre de 1 à 2 grammes. Cependant cela ne signifie pas qu'il faut conseiller une consommation aussi basse de sel. En fait, aucune étude n'a permis de définir des apports nutritionnels conseillés en chlorure de sodium sur des bases solides et les ANC font aujourd'hui toujours l'objet de débats étant donnée la relation entre la consommation de sel et la pression artérielle.

En l'absence de consensus sur les ANC, l'AFSSA conseille d'éviter les excès dans les deux sens : ne pas avoir une consommation en NaCl ni supérieure à 12 g.j⁻¹, ni inférieure à 5 g.j⁻¹. Ceci conduit à conseiller une consommation de l'ordre de 6 à 8 grammes par jour. [10]

- Sources alimentaires

On différencie cinq catégories de chlorures de sodium : le sel de composition naturel des aliments (légumes, fruits de mer, eau du robinet), le sel ajouté aux aliments et boissons au cours de la fabrication et du conditionnement, le sel ajouté à la cuisson, le sel de table et enfin, le sel contenu dans certains produits diététiques et dans quelques médicaments. [10]

On retrouve du sodium en grande quantité surtout dans les aliments transformés. En effet, selon l'AFSSA les dix produits contenant le plus de sodium sont les suivants : pain (et biscotte), charcuteries, soupes, fromages, plats composés, pizza, quiches et pâtisseries salées, sandwiches, viennoiseries, condiments, sauces et pâtisseries. [9] (*Annexe 9*)

3.2.1.2. Le potassium

- Rôle physiologique

Le potassium est le principal cation intracellulaire avec une concentration de 140 mmol.L⁻¹ soit 90% du potassium total. Cette forte concentration assure le bon fonctionnement de nombreuses enzymes et la conservation des volumes cytoplasmiques et du métabolisme cellulaire.

Le rapport des concentrations intra et extracellulaire est essentiel à l'établissement des potentiels de repos des membranes et à la repolarisation des potentiels d'action des tissus nerveux et musculaires mais aussi au fonctionnement normal neuromusculaire et cardiaque.

Le potassium intervient également dans les sécrétions acides de l'estomac et dans l'excrétion des protons par le rein. Il participe à la régulation de la sécrétion de l'aldostérone dans la zone glomérulée des surrénales. [10]

- Besoins nutritionnels et sources alimentaires

La consommation habituelle en potassium en occident se situe entre 60 et 150 mmoles par jour puisque ce cation est présent dans tous les aliments, d'origine animale ou végétale. Ces apports couvrent largement les besoins qui sont estimés par l'AFSSA à 10-15 mmoles par jour. La carence d'apport n'existe pas. [10]

3.2.1.3. Le calcium

○ Rôle physiologique

Le calcium est le cation majoritaire du tissu osseux : le corps humain en contient en moyenne 1 000 à 1 200 grammes dont environ 99 % sont contenus dans les os. En effet, l'os est formé d'une trame protéique sur laquelle sont fixés des sels insolubles de calcium : phosphate tricalcique et carbonate de calcium qui assurent la solidité et la rigidité du squelette et des dents.

Le calcium est aussi présent en petites quantités (1% du calcium total) dans les liquides extra et intracellulaires sous forme ionisée libre. Il joue alors un rôle majeur dans l'excitabilité neuromusculaire, la conduction nerveuse, la perméabilité membranaire, la régulation des processus de sécrétion hormonale, la coagulation sanguine, les phénomènes d'activation enzymatique...

La calcémie étant prioritaire, celle-ci se maintient aux dépens des réserves calciques osseuses. [10] [11] [12]

○ Besoins nutritionnels

Il faut savoir que seulement 50 à 60% du calcium ingéré dans l'alimentation est absorbé et que cette absorption est diminuée en présence d'oxalates, de phosphates, de phytates ou encore d'acides gras non résorbés.

Le squelette est en renouvellement constant. Chaque jour 300 à 500 mg de calcium est déposé sur la trame osseuse et autant en est rejeté, ce qui représente un renouvellement de l'ordre de 18% par an.

L'ANC en calcium pour l'adulte est fixé à 900 mg par 24 heures. (*Annexe 10*) [10] [11]

○ Sources alimentaires

Le lait et les produits laitiers servent en général de référence pour la biodisponibilité du calcium. Les fromages à pâte dure sont les aliments les plus riches en calcium de bonne biodisponibilité : le gruyère contient 1 010 mg de calcium par portion de 100 grammes. Certaines eaux minérales sont également de bonnes sources calciques comme par exemple les eaux de Vittel® ou d'Hépar® qui renferment 581 mg de calcium par litre d'eau.

On remarque aussi que certains légumes comme le cresson (211 mg/100 g), le persil (200 mg/100 g) ou encore les lentilles (60 mg/100 g) pourraient représenter de bonnes sources

de calcium. Cependant, le calcium des aliments d'origine végétale est en général moins biodisponible que celui des produits laitiers. En effet, il est en partie insolubilisé par l'acide phytique (céréales, son, soja, haricot) et l'acide oxalique (épinards, oseille, betterave, cacao). L'influence de la présence de fibres alimentaires sur l'absorption du calcium est très discutée. Selon l'AFSSA, certains végétaux riches en fibres mais pauvres en phytates et oxalates, comme le chou, pourraient fournir du calcium de très bonne biodisponibilité. (*Annexe 11*). [10] [12]

3.2.1.4. Le phosphore

○ Rôle physiologique

Au total, 80 à 85% du phosphore de l'organisme se trouve au sein de la trame minérale osseuse sous forme de phosphate tricalcique.

Il entre dans la composition des acides nucléiques et des phospholipides constituant la membrane cellulaire. Il intervient aussi sous forme d'ester phosphorique dans la mise en réserve et le transport de l'énergie. La phosphorylation par l'intermédiaire des protéines kinases est une étape capitale de l'activation de nombreuses enzymes.

Le phosphore a aussi un rôle tampon dans les liquides extracellulaires et contribue au maintien de l'équilibre acido-basique. [10] [11]

○ Besoins nutritionnels

Il faut savoir que 50 à 70 % du phosphore ingéré est absorbé, le reste est éliminé dans les fèces.

L'ANC en phosphore pour l'adulte est fixé par l'AFSSA à 750 mg par 24 heures. Il est augmenté chez l'enfant et l'adolescent en raison des phénomènes de croissance : il est alors fixé à 360 mg par jour entre 1 et 3 ans, à 520 mg par jour entre 4 et 9 ans puis à 830 mg par 24 heures entre 10 et 14 ans et enfin à 800 mg par 24 heures entre 15 et 18 ans. (*Annexe 10*) [10] [11]

- Sources alimentaires

Tous les aliments sont riches en phosphore. On peut relever que les amandes (450 mg/100 g), les noisettes, les noix, le chocolat (400 mg/100 g) et le soja (580 mg/100 g) sont les aliments qui sont les plus riches. [12] (*Annexe 12*)

3.2.1.5. Le magnésium

- Rôle physiologique

Le magnésium participe à de nombreuses réactions métaboliques : phosphorylation oxydative, glycolyse, synthèse protéique et transcription de l'ADN, transmission de l'influx nerveux et contraction musculaire.

Il est le cofacteur de plus de 300 systèmes enzymatiques.

C'est le deuxième cation intracellulaire : il a un rôle dans le maintien de l'intégrité cellulaire et dans la stabilisation des membranes cellulaires. [10] [12]

- Besoins nutritionnels

Il faut savoir que seulement 30 à 40 % du magnésium du bol alimentaire est absorbé dans un régime normal équilibré. En pratique, la concentration de magnésium dans le tube digestif est le facteur majeur qui contrôle la quantité de magnésium absorbée. Les effets des constituants pouvant interférer avec son absorption ne sont donc importants que lorsque les apports alimentaires sont très faibles.

L'ANC en magnésium chez l'adulte est fixé à 350 mg par 24 heures. [10] [11] (*Annexe 10*)

- Sources alimentaires

Le magnésium est très présent dans de nombreux aliments jugés très « riches » comme le cacao (410 mg/100 g), les amandes (254 mg/100 g), les haricots blancs (170 mg/100 g), les noix et noisettes (140 mg/100 g) mais aussi en règle générale dans les végétaux et les céréales.

Certaines eaux minérales peuvent aussi être de bonnes sources de magnésium : les eaux de Vittel® et d'Hépar® en contiennent 110 mg/L.

Le lait et les œufs ne renferment le magnésium qu'à l'état de traces. [12] (*Annexe 13*)

3.2.2. Les oligo-éléments

Les oligo-éléments, aussi appelés éléments traces, sont des nutriments sans valeur énergétique propre mais dont la présence est indispensable au métabolisme. Six sont considérés comme essentiels chez l'être humain : le fer, l'iode, le zinc, le cuivre, le fluor et le sélénium.

3.2.2.1. Le fer

○ Rôle physiologique

Le principal rôle du fer dans l'organisme est celui de transporteur d'oxygène dans le sang et les muscles respectivement au sein de l'hémoglobine et de la myoglobine. Il a aussi un rôle majeur dans les réactions d'oxydoréduction et permet le transfert d'électrons au sein des cytochromes et de certaines protéines (ferritine et hémosidérine). [11]

○ Besoins nutritionnels

Seulement 10 à 20 % du fer de l'alimentation est absorbé par l'organisme. Parmi celui-ci, 80 % est utilisé pour l'érythropoïèse et le reste est stocké sous forme de ferritine et d'hémosidérine.

Chez l'homme les pertes en fer se font par desquamation cutanée, intestinale et pertes phanériennes mais aussi au sein de la bile, de la sueur et des urines. Ces pertes sont faibles et évaluées à environ 1 mg par jour. En revanche, chez la femme, viennent s'ajouter les pertes menstruelles. Les pertes sont alors augmentées jusqu'à 2 à 3 mg par jour voire jusqu'à 4 mg en cas de menstruation importantes.

L'ANC en fer chez l'homme adulte est fixé à 9 mg par 24 heures et chez la femme adulte à 16 mg par 24 heures. (*Annexe 10*). [10] [11]

○ Sources alimentaires

Il existe essentiellement deux types de sources de fer dans l'alimentation.

Premièrement on trouve les sources qui fournissent du fer dit héminique, c'est-à-dire incorporé à l'hème de l'hémoglobine. Ce sont le poisson et la viande. Sa biodisponibilité est d'environ 25 %.

Deuxièmement, les sources de fer non héminique que sont les végétaux fournissent un fer dont la biodisponibilité est souvent inférieure à 10 % et varie avec la composition du

repas. En effet, la viande, le poisson et différents acides organiques dont l'acide ascorbique stimulent l'absorption du fer non héminique. En effet, la vitamine C, par son pouvoir antioxydant, transforme le fer ferrique en fer ferreux (forme réduite) qui est la forme la mieux absorbée par l'organisme. En revanche, polyphénols, tannins, phytates, calcium, zinc et certaines formes de fibres alimentaires diminuent son absorption. Ainsi, thé, café, jaune d'œuf et son freinent l'absorption du fer non héminique. Son absorption est également influencée par le statut du fer dans l'organisme : ainsi, des réserves en fer faibles contribuent à augmenter son absorption. Ce phénomène reste limité.

Les meilleures sources de fer alimentaire sont donc les abats de viande et le boudin noir. Dans le règne végétal, lentilles, haricots blancs et fruits secs sont les aliments qui apportent le plus de fer non héminique. [10] [12] (*Annexe 14*)

3.2.2.2. L'iode

○ Rôle physiologique

La seule fonction biologique établie pour l'iode se situe au niveau de la thyroïde. L'iode est incorporé dans la structure moléculaire des deux hormones thyroïdiennes : la tri-iodothyronine et la tétra-iodothyronine. [10]

○ Besoins nutritionnels

L'ANC en iode chez l'adulte et l'adolescent est fixé à 150 µg par 24 heures. [10] (*Annexe 10*).

○ Sources alimentaires

Les meilleures sources d'iode alimentaire sont les aliments marins (poissons, crustacés, mollusques, algues) qui contiennent 80 à 150 µg d'iode par portion de 100 grammes.

Les légumes comme le soja, l'oignon ou les haricots en contiennent entre 0,02 et 0,1 µg par portion de 100 grammes mais cette concentration dépend de la richesse du sol de culture en iode.

Enfin, l'eau de boisson et le sel d'assaisonnement sont le plus souvent enrichis en iode permettant ainsi de supplémer les besoins. [10] [12]

3.2.2.3. Le zinc

○ Rôle physiologique

Le zinc entre dans la composition de nombreuses enzymes comme l'anhydrase carbonique, la lactico-déshydrogénase, les phosphatases alcalines, l'alcool déshydrogénase, la superoxyde dismutase ou encore la carboxypeptidase pancréatique mais aussi dans celle de certaines hormones. Cet oligoélément participe à la synthèse protéique, à la transcription génétique, à l'immunité cellulaire et humorale. Le zinc est aussi un protecteur des groupements thiol des protéines et du glutathion ce qui lui confère un pouvoir antiradicalaire. [11] [12]

○ Besoins nutritionnels

Lors de l'ingestion de la ration alimentaire, seulement 20 à 30 % de la quantité de zinc est absorbée. L'absorption augmente chez le sujet présentant une subcarence ou une carence.

D'autre part, la biodisponibilité du zinc est plus élevée à partir des produits d'origine animale. Celle-ci est de plus de 35 % lors d'un repas riche en protéines animales alors qu'elle est de moins de 15 % pour un repas riche en végétaux et pauvre en viande.

Chez l'adulte ayant une alimentation équilibrée mais riche en produits d'origine animale, l'ANC en zinc est fixé à 9 mg.j^{-1} pour l'homme et à 7 mg.j^{-1} pour la femme. Chez l'adulte ayant un régime alimentaire équilibré mais au contraire riche en aliments d'origine végétale, l'ANC est alors de 14 mg.j^{-1} chez l'homme et de 12 mg.j^{-1} chez la femme. [10] (*Annexe 10*).

○ Sources alimentaires

Dans les pays industrialisés, les apports en zinc sont parfois insuffisants. On trouve du zinc essentiellement dans les viandes, les poissons, les fruits de mer et les céréales complètes. Les légumes verts et les fruits frais en apportent une quantité faible.

Le raffinage et la conservation des aliments entraînent des pertes en zinc mais peuvent augmenter sa biodisponibilité. Par exemple, le pain complet est plus riche en zinc que le pain blanc mais le zinc contenu dans le pain blanc est mieux assimilé. [10] [12]

3.2.2.4. Le cuivre

- Rôle physiologique

Le cuivre a un rôle dans de nombreuses activités enzymatiques. Il entre dans la composition de l'enzyme appelée cuivre-zinc superoxyde dismutase, ce qui lui confère un rôle antioxydant important. D'autre part, il est présent au sein du cytochrome oxydase qui permet le transfert d'électrons dans les réactions d'oxydoréduction et notamment dans le métabolisme oxydatif du glucose. Enfin, il intervient dans la synthèse du collagène, de l'élastine, de la myéline, des catécholamines, des neuropeptides ainsi que dans l'immunité cellulaire. [10] [11]

- Besoins nutritionnels

L'ANC en cuivre pour l'adulte sain est de $1,5 \text{ mg.j}^{-1}$ chez la femme et de 2 mg.j^{-1} chez l'homme. (*Annexe 10*) [10]

L'absorption digestive du cuivre est diminuée par les complémentations orales en zinc, en fer ou en vitamine C. [11]

- Sources alimentaires

L'aliment le plus riche en cuivre est le foie qui contient en moyenne 15 mg de cuivre par portion de 100 grammes. Les coquillages et de nombreuses espèces de poisson mais aussi les légumes verts et les légumes secs sont riches en cuivre. [11] (*Annexe 15*)

3.2.2.5. Le fluor

- Rôle physiologique et besoins nutritionnels

Le fluor n'a pas de rôle métabolique particulier mais forme la fluoroapatite présente au niveau des dents et des os.

Il a été démontré qu'un apport suffisant en fluor est intéressant dans la prévention des caries dentaires. L'ANC en fluor a été fixé par l'AFSSA à $2,5 \text{ mg.j}^{-1}$ chez l'homme adulte et à 2 mg.j^{-1} chez la femme adulte. [10]

- Sources alimentaires

En France, l'eau de boisson est le plus souvent enrichie en fluor mais sa concentration est variable en fonction de régions. Le thé contient en moyenne 0,3 mg de fluor pour 15

millilitres. L'utilisation de sel de table fluoré permet également d'améliorer les apports en fluor.

Cependant, la marge entre la dose utile et la dose toxique en fluor est très étroite. Au delà de la dose utile, on remarque l'apparition d'une fluorose dentaire avec formation de stries et de taches blanches sur l'émail dentaires et sur les os. Au contraire, un apport insuffisant expose à une fréquence supérieure aux caries dentaires et à l'ostéoporose. [10] [12]

3.2.2.6. Le sélénium

○ Rôle physiologique

Le sélénium a trois rôles majeurs dans l'organisme. Tout d'abord, il entre dans la synthèse des sélénoprotéines comme la glutathion peroxydase ayant un effet antioxydant majeur dans la prévention de l'altération des membranes cellulaires. D'autre part, le sélénium entre dans la synthèse d'un ARN de transfert qui permet l'incorporation de la sélénocystéine dans les protéines. Enfin, il intervient dans le métabolisme des hormones thyroïdiennes. [11] [12]

○ Besoins nutritionnels

L'AFSSA conseille un apport en sélénium chez l'adulte et l'adolescent compris entre 50 et 80 µg par jour [10] (*Annexe 10*).

○ Sources alimentaires

Le sélénium est essentiellement présents dans la viande (le bœuf en contient en moyenne 0,340 µg/100g), les œufs (0,184 µg/100g), les céréales, les graines et le poisson. La teneur des fruits et légumes est négligeable (0,022 µg/100 g de carottes et 0,004 µg/100 g de pommes). [12]

Le mode de préparation des aliments et notamment le raffinage entraîne des pertes non négligeables en sélénium. [10]

3.2.3. Les vitamines

Les vitamines sont des substances organiques indispensables, non énergétiques par elles-mêmes et non synthétisées par l'organisme humain ou synthétisées en quantité insuffisante.

On différencie deux grands groupes de vitamines selon leur solubilité. Les vitamines liposolubles, vitamines A, D, E et K, sont solubles dans les milieux lipidiques, sensibles à la lumière et à l'oxydation. Les vitamines hydrosolubles, des groupes B et C, sont solubles dans les milieux aqueux et sensibles à l'humidité, aux agents réducteurs, aux acides et aux bases. [11]

3.2.3.1. Les vitamines liposolubles

➤ La vitamine A

○ Rôle physiologique [12]

La vitamine A aussi appelée rétinol participe à la fonction visuelle et aux phénomènes immunitaires. Au niveau des tissus intestinaux, elle participe à la sécrétion du mucus et à l'inhibition du phénomène de kératinisation.

○ Besoins nutritionnels

Après absorption, le rétinol est pris en charge par les chylomicrons lymphatiques qui vont alors l'emmenner au niveau hépatique où il va être stocké sous forme d'ester d'acide palmitique. Cette réserve représente 90 % du pool corporel de vitamine A et peut couvrir les besoins de l'organisme pendant plusieurs mois. [12]

L'ANC en vitamine A chez l'adulte est de $800 \mu\text{g}\cdot\text{j}^{-1}$ chez l'homme et de $600 \mu\text{g}\cdot\text{j}^{-1}$ chez la femme (*Annexe 16*). [10]

○ Sources alimentaires [12] [10]

La vitamine A existe dans l'alimentation sous différentes formes : rétinol, rétinyl-ester et caroténoïdes provitaminiques dont le clivage intestinal ou hépatique par un mécanisme enzymatique saturable produit du rétinol.

Les aliments les plus riches en vitamine A sont les foies de poisson et de mammifères marins. L'huile de foie de morue renferme en moyenne $85\,000$ UI de vitamine A par 100 g de poids. Le béta-carotène est très présent dans les fruits et légumes et surtout dans le melon, l'abricot frais et les carottes fraîches. Il faut savoir cependant que la vitamine A et ses provitamines sont thermostables et ne sont donc pas détruites à la cuisson. (*Annexe 17*)

➤ La vitamine D

○ Rôle physiologique [10] [12]

La vitamine D intervient dans le métabolisme phosphocalcique par l'intermédiaire de son métabolite actif : la 1,25-dihydroxyvitamine D. Elle agit sur la réabsorption tubulaire du calcium et des phosphates, augmente l'absorption intestinale du calcium et du phosphore, module l'activité de l'hormone parathyroïdienne par action sur sa synthèse et sa sécrétion et stimule la fusion et la différenciation des ostéoclastes (cellules responsables de la résorption osseuse).

Aussi, elle participe à la régulation des concentrations calciques au niveau musculaire permettant un bon fonctionnement du muscle.

La 1,25-dihydroxyvitamine D semble également contrôler certaines sécrétions hormonales dont celle de l'insuline et la production de régulateurs locaux du système nerveux central.

Enfin cette hormone possède un effet immunomodulateur puisqu'elle est capable d'influencer la différenciation, le métabolisme et l'activité des cellules du système immunitaire.

○ Besoins nutritionnels

La vitamine D de l'organisme a une double origine : synthèse endogène et apport alimentaire.

Tout d'abord, l'organisme lui-même est capable de synthétiser la vitamine D₃ au niveau des couches basales de l'épiderme à partir d'un dérivé du cholestérol appelé 7-deshydrocholestérol et sous l'effet des rayonnements ultraviolets. Cette source de cholécalciférol varie en fonction de l'ensoleillement mais reste le plus souvent insuffisante. [12]

Un apport alimentaire en vitamine D est donc nécessaire pour compléter les besoins. Deux formes sont majoritairement présentes dans l'alimentation : la vitamine D₂ ou ergocalciférol produite par les végétaux et la vitamine D₃ ou cholécalciférol d'origine animale.

Le métabolisme de ces différentes formes de vitamine D dépend des mêmes systèmes enzymatiques. Leurs activités biologiques dans l'organisme humain sont identiques. [10]

L'ANC en vitamine D pour l'adulte est fixé à 5 µg par jour. (*Annexe 16*) [10]

- Sources alimentaires [10]

La vitamine D est retrouvée principalement dans les poissons gras : saumon, hareng, sardine, truite arc-en-ciel et anchois mais aussi dans le maquereau, le flétan, l'anguille et le thon. On en trouve aussi en quantité faible dans certaines viandes, les abats, les œufs et les champignons (0,2 à 2 µg par portion de 100g). (*Annexe 18*)

➤ La vitamine E

- Rôle physiologique [11] [12]

La vitamine E, aussi appelée tocophérol a un rôle essentiellement antioxydant : elle sert de tampon pour les radicaux libres et permet de stabiliser les lipides membranaires et les lipoprotéines. Elle est notamment présente au niveau de la membrane des globules rouges dans laquelle elle a un rôle stabilisant et donc antihémolytique. Elle diminue l'agrégabilité plaquettaire et a donc un effet antithrombotique.

- Besoins nutritionnels [10]

L'ANC en vitamine E chez l'adulte est fixé par l'AFSSA à 12 mg par 24 heures (*Annexe 16*)

- Sources alimentaires [10] [12]

Le tocophérol est largement répandu dans les produits naturels d'origine végétale ou animale.

Les huiles végétales et leurs dérivés sont la principale source alimentaire de vitamine E : huiles de germe de blé (133 mg pour 100 g), huile de tournesol (55 à 80 mg pour 100g), huile d'olive (8 mg pour 100 g).

Malgré leur teneur relativement faible en vitamine E, les fruits et légumes représentent la deuxième source d'apport.

Les aliments d'origine animale sont la troisième source alimentaire de vitamine E. (*Annexe 19*)

➤ La vitamine K

○ Rôle physiologique

Les deux formes les plus importantes de vitamine K sont la vitamine K₁ ou phylloquinone d'origine végétale et la vitamine K₂ ou ménaquinone essentiellement d'origine animale. [10]

La vitamine K joue un rôle indispensable dans la coagulation sanguine puisqu'elle intervient dans la synthèse hépatique de 4 facteurs de coagulation : la prothrombine (facteur II), la proconvertine (facteur VII), le facteur antihémophile (facteur IX) et le facteur Stuart (facteur X). [12]

○ Besoins nutritionnels

Les apports conseillés pour maintenir une activité coagulante normale ont été fixés par l'AFSSA à 45 µg par jour pour les adultes et à 10 µg par jour pour les enfants et nouveau-nés. (*Annexe 16*) [10]

La vitamine K est synthétisée au niveau de la partie terminale du colon par fermentation bactérienne. Elle passe ensuite dans la circulation sanguine, ce qui rend l'apport exogène non indispensable. Les besoins sont alors largement couverts par l'alimentation. [12]

○ Sources alimentaires [10] [12]

Les sources alimentaires de vitamine K sont essentiellement constituées de la phylloquinone contenue dans les aliments d'origine végétale : le chou (0,2 à 0,9 mg pour 100 g), les épinards (0,1 à 0,6 mg pour 100 g), le cresson, la laitue et certaines huiles végétales dont l'huile de colza et de soja sont les aliments qui en sont le plus riche. Les haricots verts, le concombre, le poireau, les pois et l'huile d'olive sont également de bonnes sources.

La vitamine K₂ est essentiellement retrouvée dans le poisson (15 mg pour 100 g). On la retrouve dans le lait uniquement des traces.

Les variations saisonnières, la lumière et le mode de cuisson sont autant de paramètres qui peuvent modifier le teneur des aliments en vitamine K.

3.2.3.2. Les vitamines hydrosolubles

Les vitamines hydrosolubles sont des cofacteurs de nombreuses réactions biochimiques. Leurs apports doivent être suffisants pour compenser les pertes urinaires et cataboliques.

➤ La vitamine B₁

○ Rôle physiologique

La vitamine B₁ ou thiamine est estérifiée au niveau hépatique en sa forme active : le pyrophosphate de thiamine (TPP). [10]

Le métabolite actif intervient dans le métabolisme des glucides et notamment dans les phénomènes de décarboxylation des acides pyruviques et alpha-cétoniques. Il a également un rôle dans le métabolisme du glucose par la voie des pentoses. [12]

○ Besoins nutritionnels

La vitamine B₁ est stockée au niveau du foie, du cerveau, du rein et du cœur sous forme de thiamine. Cette forme de stockage est peu importante et dépend essentiellement de l'apport alimentaire quotidien. [12]

L'ANC en vitamine B₁ chez l'adulte est fixé à 1,1 mg par jour chez la femme et à 1,3 mg par jour chez l'homme. (*Annexe II.16*)[10]

○ Sources alimentaires [10] [12]

Les aliments qui contiennent le plus de thiamine sont les céréales (3 à 20 mg pour 100 g de germe de blé), les légumineuses (0,5 mg pour 100 g de lentilles) et les levures (3 à 20 mg par portion de 100 g). La viande, le poisson, certains légumes comme la carotte, le chou ou les légumes verts en contiennent en petite quantité (0,5 à 0,1 mg pour 100 g). (*Annexe 20*)

La biodisponibilité de la vitamine B₁ est bonne mais peut-être diminuée par la présence de thiaminase. Cet enzyme thermolabile est présent dans les crucifères, le thé, les crustacés ainsi que dans les bactéries véhiculées par le poisson cru. La consommation de poisson cru peut donc représenter une source de carence.

D'autre part, la vitamine B₁ est sensible à la chaleur et à l'humidité : la proportion contenue dans les aliments peut diminuer de 10 à 40 % selon le type d'aliment et sa durée de cuisson. La vitamine est éliminée dans l'eau de cuisson.

➤ La vitamine B₂

○ Rôle physiologique [10]

Dans l'organisme, la vitamine B₂ ou riboflavine est transformée au niveau hépatique et en présence d'ATP en flavine mono-nucléotide ou FMN et en flavine adénine dinucléotide ou FAD. Ces molécules sont des coenzymes indispensables de nombreuses flavoprotéines catalysant des transferts d'électrons : la NADPH cytochrome P₄₅₀ réductase, la NADPH méthémoglobine réductase, l'acyl-CoA deshydrogénase, la glutathion réductase, les amine-oxydases et la xanthine oxydase. Elles interviennent alors dans le catabolisme des acides gras, de certains acides aminés et des bases puriques, dans le cycle de Krebs et dans la chaîne respiratoire.

○ Besoins nutritionnels

L'ANC en vitamine B₂ chez l'adulte est fixé à 1,5 mg par jour chez la femme et à 1,6 mg par 24 heures chez l'homme. (*Annexe 16*)[10]

Cependant, les besoins de l'organisme varient en fonction du poids corporel, de l'intensité du métabolisme, de l'activité physique et de la composition de la ration alimentaire et surtout de sa richesse en protéines. [12]

○ Sources alimentaires [10] [12]

La riboflavine est contenue dans les levures (2,5 à 3 mg.100g⁻¹), le germe de blé (0,5 à 4 mg.100g⁻¹), le foie de veau et de bœuf (2,9 à 3,12 mg.100g⁻¹), le poisson (0,35 mg.100g⁻¹ de maquereau et 0,31 mg.100g⁻¹ d'anguille) et, en quantité plus faible dans les légumes (0,20 mg.100g⁻¹ d'endives ou d'épinards et 0,19 mg.100g⁻¹ d'asperge) et dans le lait (0,15 mg.100g⁻¹). (*Annexe 21*)

Toutes les grandes classes d'aliments rentrant dans la ration alimentaire quotidienne sont à teneur moyenne en vitamine B₂ (0,1 à 0,5 mg.100g⁻¹) : une alimentation équilibrée permet alors de couvrir les besoins.

Cette vitamine est relativement thermostable : la cuisson et la pasteurisation diminuent peu les concentrations. Cependant, elle est photosensible : le lait exposé pendant deux heures à la lumière du soleil perd 85 % de riboflavine.

➤ La vitamine B₃

○ Rôle physiologique [12]

La vitamine B₃ encore appelée vitamine PP ou acide nicotinique est incorporée dans le nicotinamide dinucléotide ou NAD et dans le nicotinamide dinucléotide phosphate ou NADP. Ces molécules sont des coenzymes majeurs d'oxydoréduction et des transporteurs d'électrons.

○ Besoins nutritionnels

L'ANC en vitamine PP chez l'adulte est fixé à 11 mg.j⁻¹ chez la femme et à 14 mg.j⁻¹ chez l'homme. (*Annexe 16*) [10]

Ce besoin peut-être diminué avec l'apport de tryptophane, acide aminé indispensable, puisque celui-ci est un précurseur d'acide nicotinique. On définit alors une équivalence : 60 mg de tryptophane absorbé correspond à 1 mg de vitamine PP synthétisée. [12]

○ Sources alimentaires [12]

La vitamine PP est aussi bien répartie dans le règne animal que dans le règne végétal. On en retrouve en quantité suffisante dans les champignons, les fruits oléagineux, les légumes, les céréales, la viande et le poisson. (*Annexe 22*)

➤ La vitamine B₅

○ Rôle physiologique et besoin nutritionnel [10]

La vitamine B₅ ou acide pantothénique est un des constituants indispensables du coenzyme A. Elle n'intervient pas dans les fonctions chimiques du coenzyme mais est un élément structural indispensable à son fonctionnement. Le coenzyme A est indispensable au niveau de nombreuses réactions biochimiques de l'organisme dont le métabolisme des glucides, des acides aminés, des acides gras, la synthèse des stéroïdes et d'autres métabolites.

L'ANC en Vitamine B₅ chez l'adulte a été fixé par l'AFSSA à 5 mg.j⁻¹. (*Annexe 16*)

- Sources alimentaires [12]

La vitamine B₅ est présente dans la plupart des aliments d'origine animale ou végétale. Les états de carences sont exceptionnels.

➤ La vitamine B₆

- Rôle physiologique [12]

Dans l'organisme, la vitamine B₆ ou pyridoxine subit une conversion enzymatique en sa forme active : le pyridoxal 5'-phosphate ou PLP. Cette forme entre dans de nombreux systèmes enzymatiques catalysant la synthèse et la dégradation des acides aminés, la synthèse des neurotransmetteurs, la dégradation du glucogène musculaire, le métabolisme du tryptophane en vitamine PP et la synthèse de l'hème de l'hémoglobine.

- Besoins nutritionnels et sources alimentaires

L'ANC en vitamine B₆ pour l'adulte est fixé à 1,5 mg.j⁻¹ chez la femme et à 1,8 mg.j⁻¹ chez l'homme. (*Annexe 16*) [10]

Les sources alimentaires de vitamine B₆ sont très nombreuses : viande (0,50 mg.100g⁻¹ de bœuf et 0,60 mg.100g⁻¹ de lapin), céréales (0,75 mg.100g⁻¹ de flocons d'avoine), légumineuses (0,64 mg.100g⁻¹ de soja et 0,49 mg.100g⁻¹ de lentilles) et légumes (0,61 mg.100g⁻¹ d'avocat). [12] (*Annexe 23*)

➤ La vitamine B₈

- Rôle physiologique [10]

La vitamine B₈, encore appelée vitamine H ou biotine, joue le rôle de coenzyme de quatre carboxylases impliquées dans le métabolisme intermédiaire : la pyruvate carboxylase (pour la néoglucogénèse), la propionyl-coenzyme A carboxylase, la bêta-méthylcrotonyl CoA carboxylase (pour le catabolisme de la leucine), et l'acétyl-coenzyme A carboxylase (pour la lipogénèse).

- Besoins nutritionnels et sources [10]

L'ANC en vitamine B₈ chez l'adulte est fixé à 50 µg par jour. (*Annexe 16*)

Cette vitamine est synthétisée par les bactéries saprophytes gastro-intestinales mais peut aussi être apportée par l'alimentation. Les aliments les plus riches sont le foie, les rognons, le jaune d'œuf mais aussi la levure de bière et les tissus animaux et végétaux.

➤ La vitamine B₉

- Rôle physiologique [11]

La vitamine B₉, aussi appelée acide folique, est un coenzyme donneur d'unités monocarbonées qui participe au métabolisme des acides aminés et des acides nucléiques. Elle participe alors par exemple à la synthèse de la méthionine depuis l'homocystéine, à l'interconversion sérine-glycine mais aussi à la synthèse des purines et donc des acides nucléiques de l'ADN et de l'ARN.

- Besoins nutritionnels [10]

L'ANC en acide folique est fixé à 330 µg.j⁻¹ chez l'homme adulte et à 300 µg.j⁻¹ chez la femme adulte. (*Annexe 16*)

- Sources alimentaires [10] [11]

L'acide folique est largement répandu dans les aliments : on le trouve notamment dans les légumes verts (salades, épinards, petits pois, endives, haricots, avocats ...), les œufs, les fromages fermentés, les foies, certains fruits dont le melon et l'orange, les graines en général (maïs, châtaigne, pois chiches, noix, amandes...) et les levures.

Les folates sont sensibles à la chaleur, la lumière et à l'ébullition.

➤ La vitamine B₁₂

- Rôle physiologique [11]

La vitamine B₁₂ ou cobalamine est, comme la vitamine B₉ un coenzyme donneur d'unités monocarbonées. D'autre part, c'est elle qui permet la déméthylation de la vitamine B₉ nécessaire à son entrée dans les cellules.

- Besoins nutritionnels [10]

L'organisme contient au total environ 2 à 2,5 mg de vitamine B₁₂ stockés sous forme libre au niveau hépatique et sous forme complexée au niveau rénal. Ce stock représente environ 480 à 1284 jours de réserve.

L'ANC en vitamine B₁₂ chez l'adulte sain a été fixé à 2,4 µg.j⁻¹. (*Annexe 16*)

- Sources alimentaires

La vitamine B₁₂ est exclusivement synthétisée par des bactéries et présente dans les aliments d'origine animale. On la retrouve surtout dans le poisson et la viande mais aussi en quantité minimale dans le lait, les produits laitiers et les œufs. Cette vitamine est absente de la composition des fruits, légumes et céréales. (*Annexe 24*)

➤ La vitamine C

- Rôle physiologique [12]

La vitamine C ou acide ascorbique est un transporteur d'hydrogène qui intervient dans de nombreuses réactions d'oxydoréduction.

Elle participe aussi à la destruction des radicaux libres d'oxygène. Elle est nécessaire comme protecteur des systèmes enzymatiques du tissu conjonctif assurant la synthèse de l'hydroxyproline : elle est donc indispensable à la synthèse du collagène de réparation.

Cette vitamine favorise l'absorption intestinale du fer et intervient dans la synthèse des catécholamines au niveau des réactions d'hydroxylation des précurseurs que sont la phénylalanine et la tyrosine.

Enfin, par son action sur les oxydases hépatiques, la vitamine C est responsable de la détoxification et de la transformation des agents cancérigènes.

- Besoins nutritionnels [10]

L'ANC en vitamine C chez l'adulte est fixé à 110 mg par 24 heures. (*Annexe 16*)

- Sources alimentaires [12]

L'acide ascorbique est présent dans tous les produits d'origine végétale et surtout dans les agrumes, le cassis, le kiwi, la fraise et le persil. (*Annexe 25*)

Cette vitamine est très facilement oxydable et particulièrement sensible à la lumière et à la chaleur.

4. Risques et bénéfices d'une alimentation végétarienne

Comme nous l'avons vu précédemment, les régimes végétariens excluent à des degrés divers les aliments d'origine animale. Par conséquent les apports en nutriments sont différents des apports moyens obtenus dans la population générale.

La différence entre les populations omnivores et les populations végétariennes ne repose pas uniquement sur la nature des produits consommés ou écartés mais aussi sur des modifications parfois importantes et complexes de la quantité et de la qualité des produits consommés ainsi que du mode de vie.

Il faut noter qu'une moindre fréquence voire l'absence de consommation de viande correspond presque toujours à une prise alimentaire plus importante de fruits et de légumes.

Dans ce chapitre nous allons étudier, dans trois situations physiologiques, les risques et les bénéfices, les inconvénients et les avantages de la pratique d'un régime végétarien.

4.1. Situation physiologique normale chez l'adulte

4.1.1. Risques du régime végétarien

4.1.1.1. Risque de carence protéique

Les caractéristiques des populations végétariennes sont différentes de celles des populations omnivores. Ainsi, la différence de composition corporelle mais aussi d'apport énergétique sont des exemples de biais pouvant affecter les besoins protéiques dans ces populations.

D'autre part, pour un même besoin net, le besoin nutritionnel pourrait être influencé par la biodisponibilité des sources protéiques du régime (animales et/ou végétales).

Il n'existe pas de données spécifiques permettant de déterminer si les besoins en protéines et en acides aminés chez les sujets suivant un régime végétarien sont différents de ceux fixés par la population omnivore.

Une méta analyse réalisée en 2003 n'a pas permis aux auteurs de mettre en évidence des différences du bilan azoté en fonction de la source protéique [16]. Cependant, on ne

connaît pas le rôle de la nature des protéines sur le renouvellement des protéines corporelles par exemple.

Comme nous l'avons dit dans la partie précédente, les protéines d'origine animale sont celles qui ont la meilleure biodisponibilité et la meilleure digestibilité. La consommation de blanc d'œuf favorisera un apport protéique qui sera de bonne qualité malgré une déficience en méthionine. De même, la consommation de lait et de produits laitiers permet de compléter l'apport protéique avec des protéines de bonne qualité bien que la méthionine et la cystéine soient des facteurs limitants.

Les protéines végétales, au contraire, sont moins digestibles et incomplètes.

On voit alors que chez les lacto-végétariens, les ovo-végétariens et les ovo-lacto-végétariens, la question de carence et de qualité des protéines reste assez marginale. Par contre, chez un individu végétalien, on peut redouter une carence d'apport protéique et la question de qualité des protéines devient extrêmement importante.

Une étude de cohorte a montré que l'apport protéique moyen était de 87 g.j^{-1} chez l'homme adulte omnivore et de 83 g.j^{-1} chez la femme adulte omnivore contre respectivement 69 g.j^{-1} et 59 g.j^{-1} pour une population végétarienne et respectivement 62 g.j^{-1} et 56 g.j^{-1} pour une population végétalienne [17].

Les apports moyens en protéine des populations végétariennes semblent donc être inférieurs aux apports moyens des omnivores tout en étant supérieurs aux apports nutritionnels conseillés.

Cependant la forte variabilité interindividuelle des apports protéiques entraîne un risque de carence non négligeable, majoré au sein des populations végétaliennes, chez les femmes. On voit alors l'importance d'informer les populations végétariennes sur leurs besoins protéiques et sur les moyens de les satisfaire. [9]

4.1.1.2. Risque de carence en calcium

Comme nous l'avons dit dans le chapitre précédent, la référence en terme de biodisponibilité du calcium est le lait et ses produits dérivés. Ainsi, la population d'individus lacto-végétariens et ovo-lacto-végétariens pourra recevoir par son alimentation une quantité suffisante de calcium de bonne qualité.

Au contraire, la mauvaise biodisponibilité du calcium végétal majorée par la présence de phytates, d'oxalates et de phosphates fait craindre des carences en calcium chez les végétaliens ainsi que chez les ovo-végétariens.

Les signes de la carence en calcium à court terme sont modérés puisque que la calcémie va être maintenue constante aux dépens des réserves osseuses. Lorsque la carence d'apport devient importante, on peut constater une hypocalcémie et une tétanie.

A moyen et à long terme, une carence calcique va se traduire par une minéralisation insuffisante du tissu osseux appelée ostéomalacie. En effet, quand la destruction osseuse devient plus importante que sa formation, la masse osseuse diminue : les os deviennent poreux et fragiles. Ce phénomène prédispose alors aux tassements vertébraux et aux fractures des membres, en particulier le poignet et le col du fémur. [18]

On mesure alors l'importance de l'information des populations végétaliennes et ovo-végétariennes sur les sources de calcium qu'ils ont à leur disposition et sur les risques d'une alimentation hypocalcique.

4.1.1.3. Risque de carence en vitamine D

Comme nous l'avons dit dans le précédent chapitre, les poissons gras sont la meilleure source de vitamine D alimentaire. Viennent ensuite la viande, les œufs et les champignons.

Ainsi, les ovo-végétariens et les ovo-lacto-végétariens, par leur consommation d'œufs, ont un risque moins important de carence en vitamine D que les lacto-végétariens et les végétaliens pour lesquels le risque est d'autant plus fort que leur exposition solaire est faible.

Une hypovitaminose D entraînant l'apparition d'une carence calcique, va se manifester par les symptômes de l'ostéomalacie associés à une hypotonie musculaire. Les signes découlant de l'hypocalcémie vont ensuite apparaître : convulsions, laryngospasmes, crises tétaniques, trémulations et hyperexcitabilité neuromusculaire, paresthésie, troubles psychiatriques et cardiomyopathie avec tachycardie et troubles du rythme.

Selon les données de l'AFSSA dans la dernière édition des Apports nutritionnels conseillés pour la population française, la carence en vitamine D s'observe chez des individus cumulant plusieurs facteurs de risque comme une faible exposition au soleil, une faible capacité de l'épiderme à synthétiser la vitamine D, des défauts d'apports nutritionnels ou des

besoins augmentés. La pratique d'un régime végétarien apparaît alors comme facteur déterminant. [18]

4.1.1.4. Risque de carence en fer

Comme nous l'avons vu précédemment, le fer héminique présent dans la viande et le poisson est la meilleure source de fer alimentaire. Le fer non héminique d'origine végétale est moins biodisponible d'autant plus que la présence de composés tels que les polyphénols, les tanins ou les phytates issus des végétaux diminuent son absorption.

On voit alors que la pratique d'un régime végétarien quel qu'il soit entraîne un risque relativement important de carence martiale puisqu'il ne renferme aucune source de fer héminique.

À un stade avancé, une carence d'apport en fer se manifeste par une anémie ferriprive : la synthèse de l'hème de l'hémoglobine étant impossible en l'absence de fer, transporteur de l'oxygène au sein de celle-ci. Ce phénomène est accompagné d'une alopecie, d'une asthénie, d'une anorexie, de troubles de l'immunité et d'une koïlonychie (c'est-à-dire une déformation de l'ongle dont la surface devient concave)

La carence modérée en fer avant le stade d'anémie ferriprive pourrait entraîner d'éventuels effets néfastes pour l'organisme puisque le fer participe à de nombreux processus biochimiques. Ceci peut se traduire par l'apparition de un ou plusieurs des symptômes suivants : réduction de la capacité physique à l'effort, diminution des performances intellectuelles, moindre résistance aux infections, anomalies de la thermogénèse ou encore pâleur cutanéomuqueuse.

4.1.1.5. Risque de carence en vitamine B₁₂

La vitamine B₁₂ alimentaire est retrouvée exclusivement dans les produits d'origine animale : viande et poisson mais aussi œufs, lait et produits laitiers.

Ainsi, chez les individus ovo-végétariens, lacto-végétariens et ovo-lacto-végétariens, la consommation d'œufs et/ou de lait et de ses produits dérivés permet de maintenir un apport minimal mais suffisant en vitamine B₁₂.

Au contraire, la consommation exclusive de produits végétaux par les populations végétaliennes entraîne un risque important de carence en vitamine B₁₂.

L'hypovitaminose B₁₂ affecte principalement les cellules à renouvellement rapide. Elle se manifeste le plus souvent par une anémie macrocytaire voire mégalo-blastique appelée anémie de Biermer. Ce phénomène est souvent associé à une thrombopénie et à une leucopénie puis à une neuropathie périphérique, une atteinte du système nerveux central s'accompagnant d'un état dépressif, de troubles de la mémoire puis d'un syndrome démentiel. Parallèlement, une atrophie des muqueuses va se développer entraînant une glossite et une atrophie villositaire. [11] [18]

Les réserves en vitamine B₁₂ dans l'organisme étant importante, la carence peut se manifester plusieurs années après l'instauration d'un régime végétarien.

Dans la dernière édition des apports nutritionnels conseillés pour la population française, l'AFSSA considère la population végétalienne comme population à risque de carence en vitamine B₁₂ par malnutrition. [18]

4.1.1.6. Risque de carence en sélénium

Les meilleures sources alimentaires en sélénium sont la viande et le poisson mais cet élément est aussi retrouvé en quantité moindre dans l'ensemble des aliments protéiques. Les aliments végétaux comme les fruits et les légumes en sont très pauvres. On comprend alors que le risque de carence en sélénium est important chez les végétaliens et qu'il est moindre chez les ovo-végétariens, les lacto-végétariens et les ovo-lacto-végétariens.

Cliniquement, une carence en sélénium se manifeste par un ou plusieurs des symptômes suivants : dystrophie des muscles squelettiques, dépigmentation des phanères, anémie, manifestations arthrosiques, augmentation de la fréquence des infections voire arythmie cardiaque. [11]

4.1.2. Bénéfices des régimes végétariens

4.1.2.1. Potentiel préventif dans les pathologies digestives

Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, les fibres alimentaires sont présentes uniquement dans le règne végétal. L'ensemble des régimes végétariens en seront donc riches par la consommation massive de fruits, légumes et céréales.

Les fibres alimentaires ont deux grands rôles dans l'organisme.

Tout d'abord, grâce à leur fort pouvoir hydrophile, elles vont capter l'eau du tube digestif. Cette eau va augmenter le poids et le volume des selles et donc accélérer le transit intestinal.

D'autre part, le métabolisme des fibres alimentaires par la flore commensale colique entraîne la production de résidus divers dont des acides gras à chaîne courte et des gaz qui vont majorer la vitesse du transit colique et de la digestion. [7][11][18]

La consommation régulière de fibres alimentaires favorise donc la laxation en augmentant la teneur en eau et la plasticité des selles mais aussi la fréquence de l'exonération. Les régimes riches en fibres comme le sont les régimes végétariens sont donc intéressants dans la régulation du transit intestinal, et en prévention de la constipation.

D'autre part, la consommation de fibres alimentaires protège de la maladie diverticulaire. Cette maladie, aussi appelée diverticulose, correspond à la formation de multiples hernies de la muqueuse intestinale à travers la paroi musculaire. Les symptômes de cette affection sont essentiellement des douleurs abdominales et une constipation chronique mais la complication la plus fréquente consiste en une ulcération de la paroi conduisant à un risque infectieux. Cette pathologie est très fréquente dans les pays industrialisés et la cause serait essentiellement alimentaire : déficit de l'alimentation en fibres végétales. Il a été démontré que l'adjonction de son à la ration alimentaire diminue la pression intracolique et améliore les troubles ressentis par les sujets atteints. [19]

Le régime végétarien riche en fibres alimentaires végétales pourrait alors protéger contre la maladie diverticulaire.

4.1.2.2. Potentiel préventif dans l'obésité et le diabète de type 2

- *Régime végétarien et obésité*

L'obésité est définie médicalement comme étant une accumulation excessive de tissu adipeux se traduisant par une surcharge pondérale. Cette accumulation de graisse est indirectement estimée par l'indice de masse corporelle ou IMC, mesure anthropométrique servant de norme internationale pour définir l'obésité.

L'obésité résulte de différents facteurs. D'une part, un déséquilibre du bilan énergétique en faveur de l'apport, mais aussi des facteurs génétiques et environnementaux.

Le tissu adipeux blanc est composé de nombreuses cellules : des adipocytes matures, des précurseurs adipocytaires, des cellules endothéliales, des macrophages, des vaisseaux sanguins, des nerfs et du tissu de soutien. L'augmentation de la masse grasse résulte d'une augmentation de la taille des adipocytes par accumulation de triglycérides. Au-delà d'une certaine taille, la cellule adipeuse ne grossit plus, l'augmentation des capacités de stockage nécessite une augmentation du nombre de cellules. [20]

L'Église Adventiste du septième jour, évoquée dans le premier chapitre, a fait l'objet de nombreuses études depuis les années 1958 pour son style de vie : absence de consommation de tabac, d'alcool, de café et de thé mais aussi pour 50 % des adhérents à la doctrine, la pratique d'un régime alimentaire de type végétalien.

De nombreux travaux ont constaté que le poids des Adventistes du septième jour était moins élevé que celui des sujets d'une population générale surtout si il s'agissait de végétariens. D'autre part, l'indice de masse corporelle des sujets végétariens ajusté pour l'âge était statistiquement moins élevé que celui des sujets non végétariens au sein de la même population adventiste du septième jour et pour les deux sexes. [7]

Il semblerait donc que la pratique du régime végétarien, dans le cadre d'un mode de vie sans tabac, ni alcool et avec une activité physique modérée, serait en faveur de la lutte contre l'obésité. Cet effet pourrait être expliqué notamment par la moindre consommation de graisses dans le régime végétarien mais aussi par la forte proportion de fibres alimentaires.

En effet, les fibres alimentaires interviennent dans la sensation de satiété.

Pour obtenir une sensation de satiété avec une alimentation pauvre en fibres, il faut ingérer une quantité importante d'aliments à forte densité énergétique comme les lipides, les glucides et les protéines, favorisant la prise de poids. Plusieurs études ont établi que la satiété après un repas riche en fibre est supérieure à celle obtenue avec un repas comparable mais pauvre en fibres alimentaires. D'autre part, l'ingestion d'un repas riche en fibres entraînerait une réduction de la prise énergétique pendant la journée suivant ce repas, par comparaison à un repas pauvre en fibres. Le bilan énergétique journalier se rapproche de l'équilibre, la mise en réserve sous forme adipeuse est alors moindre et l'IMC se rapproche de la norme. [18]

- ***Régime végétarien et diabète de type 2***

De nombreuses études réalisées sur la population indiquent que la prévalence du diabète varie fortement selon les schémas alimentaires.

Premièrement, de nombreuses études montrent que l'addition de fibres alimentaires en particulier solubles et visqueuses (de type pectine, gomme de guar, psyllium et son d'avoine) réduit l'hyperglycémie et l'hyperinsulinémie post-prandiale aussi bien chez des sujets sains que chez des sujets diabétiques. [21] [22]

L'ingestion chronique de régimes riches en glucides et en fibres a montré un effet bénéfique à la fois chez les sujets diabétiques de type 2 (non insulino-dépendants) par diminution de la glycémie et du taux d'hémoglobine glyquée et chez les sujets diabétiques de type 1 (insulino-dépendants) par une diminution de leurs besoins en insuline.

Une autre étude réalisée pendant 21 ans dans le Minnesota sur 25 000 individus Adventistes du septième jour a montré, après ajustement du poids, du niveau d'exercice physique et de l'âge que le risque de diabète chez les individus n'ayant pas consommé de viande était beaucoup plus faible que chez les autres individus. D'autre part, il a été démontré que la consommation de fruits et de légumes diminuerait le risque de diabète alors que la consommation de viande augmenterait ce risque. [23] [24]

Le mécanisme possiblement mis en cause est lié au fait que les fibres alimentaires ont un pouvoir accélérateur du transit intestinal : elles vont accélérer la vidange gastrique et le passage du bol alimentaire dans l'intestin grêle. Le temps de contact entre le contenu du bol alimentaire et la paroi digestive est donc raccourci. Les échanges et notamment l'absorption

des glucides de la ration alimentaire sont alors moindres. Le contrôle de la glycémie chez les patients atteints de diabète non insulino-dépendant est ainsi meilleur. La lipogénèse est diminuée, entraînant une perte de poids. [21]

Des travaux menés par le Physician committee for Responsible Medicine (PCRM) et l'Université de Georgetown (Etats-Unis) sur des patients atteints de diabète non-insulino-dépendant ont étudiés les effets sur la santé d'un régime végétarien non raffiné, pauvre en graisse et sans exercice physique. Un premier groupe d'étude a suivi un régime végétarien avec des portions illimitées de légumes, de céréales, de fruits et de légumes secs mais sans utilisation d'huiles pour la préparation des repas et uniquement l'utilisation de céréales complètes. Ce régime était donc sans cholestérol et riche en fibres (60 à 70 g.j⁻¹). Un deuxième groupe a suivi un régime basé sur les recommandations de l'ADA (American Diabetes Association) : plus riche en graisses (environ 30 % des apports caloriques), 200 mg de cholestérol par jour et 30 g de fibres. Les populations étudiées ont suivi leur régime pendant trois mois avec groupes de travail et soutien psychologique deux fois par semaine.

Pour le premier groupe les résultats observés ont été les suivants : une réduction importante de la glycémie à jeun, une perte de poids moyenne de 7,2 kg et une réduction du taux de cholestérol. Pour le deuxième groupe, la réduction de la glycémie à jeun était moins importante et la perte de poids moyenne seulement de 3,6 kg.

Bien qu'il ne s'agisse pas d'une étude à grande échelle, il apparaît tout de même qu'une alimentation à base de végétaux peut améliorer la santé des personnes atteintes de diabète. [25]

4.1.2.3. Potentiel préventif dans les maladies cardiovasculaires

- ***Régime végétarien et hypertension artérielle***

C'est en 1926 qu'a été rapportée pour la première fois une baisse de pression artérielle chez les sujets végétariens [26]. Puis plusieurs travaux ont suivi et ont montré que les végétariens avaient un niveau de pression artérielle plus bas que le reste de la population omnivore des pays industrialisés [27]. Toutefois, la plupart des populations étudiées, à savoir végétaliens, macrobiotiques, bouddhistes, moines trappistes ou Adventistes du septième jour, évitent la consommation de tabac, d'alcool, de café ou de thé et pratiquent une activité

physique régulière. Les habitudes de vie semblent donc également impliquées aux côtés des habitudes alimentaires dans la modification des chiffres tensionnels puisque leur relation est maintenant bien établie. Les modifications de tension artérielle vont de 5-6 mmHg à 20 mmHg pour la pression systolique et 1-2 mmHg à 10 mmHg pour la pression diastolique.

Une autre étude a comparé des populations australiennes Adventistes du septième jour végétarienne et une population de Mormons omnivores pour leurs habitudes de vie similaires à savoir : absence de consommation de tabac, d'alcool, de thé et de café et pratique d'exercice physique moyen [28]. En comparaison, les Adventistes végétariens consomment plus de potassium, plus de fibres, plus d'acides gras polyinsaturés, moins de graisses et d'acides gras saturés et plus de magnésium que les Mormons omnivores. Il a alors été constaté un niveau de tension artérielle plus bas chez les Adventistes : 5 à 6 mmHg de moins pour la pression systolique et 3 à 4 mmHg de moins pour la pression diastolique après correction de poids, taille, sexe et âge. L'augmentation du niveau de tension artériel avec l'âge était aussi moins importante chez les végétariens.

Les facteurs susceptibles d'intervenir dans ces différences tensionnelles sont divers.

Tout d'abord, pour une consommation identique de sodium, les Adventistes végétariens consomment plus de potassium que les Mormons, comme le prouve l'excrétion urinaire des 24h de potassium significativement plus élevée. Or, il a été montré qu'une faible augmentation de la kaliémie, restant dans les valeurs physiologiques, pouvait avoir un effet hypotenseur.

D'autre part, de nombreuses études ont montré que les végétariens avaient une consommation quotidienne de lipides différente de celle des omnivores : moins d'acides gras saturés, plus d'acides gras polyinsaturés et un rapport polyinsaturés/saturés plus élevé [29] [30]. L'excès d'apport de cholestérol par l'alimentation omnivore jouerait également un rôle dans la différence des chiffres tensionnels entre végétariens et omnivores.

L'alimentation végétarienne moins riche en lipides totaux, en cholestérol, en graisses saturées et plus riche en potassium, joue donc un rôle certain sur la différence de pression artérielle constatée entre végétariens et omnivores et sur la faible prévalence de l'hypertension artérielle dans la population végétarienne. [31]

- ***Régimes végétariens et coronaropathie***

Plusieurs études ont montré une morbidité et une mortalité moins importante chez les végétariens que chez les omnivores. L'étude la plus importante, incluant 26 921 Adventistes

californiens pendant 20 ans, a permis de démontrer que la mortalité par ischémie cardiaque est inférieure chez les végétariens non fumeurs par rapport aux non végétariens non fumeurs. Il faut donc ajouter au rôle que joue l'absence de tabac, les différences alimentaires telles que le moindre apport en graisse, un rapport acides gras polyinsaturés / acides gras saturés plus élevé et une consommation de fibres alimentaires plus importante. Les acides gras saturés et le cholestérol (d'origine animale), sont connus pour leur rôle athérogène. D'autre part, l'activité physique plus importante et la moindre fréquence d'obésité chez les végétariens sont à prendre en compte.

Le risque de maladies coronariennes est négativement corrélée à la durée de l'alimentation végétarienne : plus cette alimentation est mise en place précocement, moins le risque de coronaropathie est important. [31]

L'athérosclérose est une maladie multifactorielle, plurifocale, inflammatoire et dégénérative caractérisée par l'accumulation d'acides gras (saturés et non saturés) et de cholestérol dans l'espace sous-endothélial, de cellules inflammatoires et d'éléments fibreux dans l'intima et la prolifération de cellules musculaires lisses dans la média.

Dans l'organisme, le catabolisme des VLDL (*Very Low Density Lipoprotein*) produit des LDL (*Low Density Lipoprotein*). Le rôle de ces lipoprotéines est de véhiculer le cholestérol qu'elles renferment vers les cellules hépatiques (pour la production d'acides biliaires), vers les cellules endocrines (pour la production hormonale) et vers les cellules cutanées (pour la production de vitamine D).

Lorsque les LDL se trouvent en excès dans l'organisme, elles vont passer à travers la barrière endothéliale vasculaire et ce d'autant plus facilement qu'elles sont de petite taille. Dans l'espace sous-endothélial, les acides gras contenus dans les LDL vont être oxydés. Le phénomène oxydatif est d'autant plus important que les antioxydants sont déficitaires, que la concentration en acides gras mono-insaturés est faible et que la taille et la densité des LDL est faible. Les LDL ainsi oxydées ne sont plus reconnues par leurs récepteurs habituels mais sont captées par des monocytes-macrophages récepteur-dépendants. Les macrophages se gorgent de cholestérol et deviennent des cellules spumeuses formant des lésions lipidiques primitives pouvant conduire à la formation d'une plaque d'athérome.

Les LDL oxydées induisent l'expression de facteurs d'attraction, d'adhésion et de migration des monocytes-macrophages et exercent des effets cytotoxiques sur l'endothélium vasculaire fragilisant la paroi artérielle. Les LDL oxydées peuvent aussi moduler la

production de molécules pro-inflammatoires et stimuler la production d'anticorps, d'immunocomplexes et de facteurs de croissance des cellules musculaires lisses.

Lorsque le noyau de la plaque lipidique est important et que la couche fibreuse sous-jacente est faible, la plaque d'athérome altérée devient vulnérable et peut se fissurer entraînant alors une agrégation plaquettaire puis une thrombose.

L'oxydation des LDL joue aussi un rôle prothrombotique en augmentant la réactivité plaquettaire et en modifiant la balance de coagulation à travers une augmentation de l'expression de certains facteurs de coagulation. [32]

On voit donc que plusieurs composés sont mis en jeu dans le mécanisme de l'athérosclérose : les lipoprotéines plasmatiques, les acides gras, le cholestérol, les plaquettes mais aussi les antioxydants.

On sait que des taux plasmatiques élevés de cholestérol total et de cholestérol LDL augmentent le risque d'athérosclérose et de maladie coronarienne alors que le taux de cholestérol HDL lui est inversement corrélé. Les taux de cholestérol plasmatique sont influencés par l'alcool, le tabac, l'activité physique mais aussi la nature et la quantité des graisses consommées (acides gras saturés et cholestérol). Comme nous l'avons dit précédemment, les acides gras saturés et le cholestérol sont le plus souvent associés aux matières grasses d'origine animale.

Le niveau de cholestérol plasmatique est significativement plus faible chez les végétariens que chez les omnivores. Une étude comparant une population d'Adventistes californiens végétariens et une population voisine non végétarienne a montré des résultats sur la cholestérolémie de ces deux populations [33]. La population végétarienne présentait un taux de cholestérol total moyen de $4,92 \pm 39,1$ mmol.L⁻¹ pour une consommation de cholestérol de $312 \pm 188,7$ mg et leur niveau de cholestérol LDL était de $3,23 \pm 34,1$ mmol.L⁻¹. Dans le groupe non végétarien, la cholestérolémie totale était de $5,26 \pm 43,5$ mmol.L⁻¹ pour une consommation de cholestérol de $419 \pm 242,9$ mg et le niveau de cholestérol LDL était de $3,46 \pm 33,6$ mmol.L⁻¹. Les individus végétariens ont une consommation moyenne de cholestérol, une cholestérolémie et un taux de LDL sanguin nettement inférieure à ceux des omnivores.

D'autre part, il a été démontré que lorsque l'on rajoute des aliments d'origine animale dans l'alimentation d'individus lacto-végétariens pendant quelques semaines, les niveaux plasmatiques du cholestérol total et du cholestérol LDL s'élèvent [34].

Il semble donc que la diminution du risque coronarien chez les végétariens soit corrélée à la baisse du taux plasmatique de cholestérol total et de cholestérol LDL.

Quels sont les facteurs qui pourraient être responsables de la baisse du taux de lipoprotéines chez le sujet végétarien ?

Tout d'abord, de nombreuses études ont montré que les acides gras saturés tendent à élever le taux de cholestérol total et qu'au contraire, les acides gras monoinsaturés et polyinsaturés ont un effet hypocholestérolémiant. Ainsi, les régimes riches en acides gras monoinsaturés et polyinsaturés et pauvres en acides gras saturés comme les régimes végétariens tendent à faire baisser le taux de cholestérol plasmatique.

D'autre part, la consommation de fibres alimentaires serait hypocholestérolémiante par plusieurs mécanismes. Les fibres alimentaires entraînant les acides biliaires dans les pertes fécales, le cholestérol est d'autant plus utilisé pour le renouvellement du pool circulant d'acides biliaires diminuant ainsi la cholestérolémie. D'autre part, les acides gras à courte chaîne synthétisés par fermentation colique des fibres alimentaires inhibent la synthèse hépatique du cholestérol endogène. [31]

Enfin, les phytostérols pourraient avoir un effet sur la cholestérolémie. Les phytostérols sont des composés naturels présents dans le règne végétal. Ils forment une famille de 44 composés dont les plus connus sont le sitostérol, le campestérol et le stigmastérol. Ces composés ne sont synthétisés ni par l'homme ni par l'animal mais retrouvés uniquement dans la fraction lipidique des plantes.

Un régime européen apporte en moyenne 160 à 360 mg de sitostérol et de campestérol et 20 à 50 mg de stigmastérol par jour. Il existe de grandes diversités d'apport en fonction des pays. Un régime végétarien apporte 600 à 800 mg de phytostérols par jour.

Pour des apports de 1,5 à 3 grammes par jour, les phytostérols pourraient avoir des effets hypocholestérolémiants. Le mécanisme d'action serait basé sur une grande similitude physico-chimique des phytostérols et du cholestérol qui induirait une compétition au niveau de l'absorption intestinale de ces molécules. En effet, quand elles cohabitent en quantité suffisante dans la lumière intestinale, elles entrent en compétition pour la formation de micelles, indispensables à l'absorption du cholestérol par l'organisme. L'absorption des phytostérols étant extrêmement faible, ceux-ci se concentrent à l'intérieur des micelles empêchant d'autant plus la solubilisation du cholestérol. La quantité de cholestérol absorbée au niveau de l'intestin est ainsi diminuée. La concentration en stérols dans la lumière

intestinale augmente et tend vers un seuil critique entraînant la formation de cristaux qui ne sont plus absorbés mais éliminés dans les fèces. [15]

Une étude épidémiologique EPIC portant sur 22 256 sujets a montré une corrélation inverse entre les concentrations plasmatiques de cholestérol total et de cholestérol LDL ajustées à l'âge, à l'IMC et à l'apport énergétique, et les apports alimentaires en phytostérols [35]. Les baisses de cholestérolémie mises en évidence sont trop faibles pour rendre compte d'une éventuelle réduction du risque cardiovasculaire dans ces populations et aucune étude épidémiologique n'a montré une relation entre apport en phytostérols et morbidité ou mortalité cardiovasculaire. D'autre part, il a été établi une faible incidence des maladies coronariennes dans les populations asiatiques pouvant être attribuée au fait que l'alimentation asiatique apporte des phytostérols via la consommation importante de soja. Cependant les bénéfices cardiovasculaires de l'alimentation asiatique est très certainement multifactorielle. À partir des données établissant une relation entre la diminution du cholestérol LDL et la réduction de l'incidence des maladies coronariennes, il a été extrapolé que la consommation de phytostérols pourrait réduire le risque de maladie coronarienne de 25 % dans la population générale. Actuellement il n'existe pas d'études chez l'homme pour corroborer cette hypothèse. [36]

Enfin, nous avons vu précédemment que l'alimentation des végétariens est riche en vitamines E et C antioxydantes. Au niveau plasmatique, le taux de vitamines E et C est inversement corrélé au risque d'ischémie cardiaque puisque ces vitamines permettent de limiter l'oxydation des LDL induisant la formation des plaques d'athérome. [31]

On voit donc que les régimes végétariens auraient tendance à avoir un effet protecteur contre l'athérosclérose et ainsi contre les coronaropathies.

4.1.2.4. Potentiel préventif dans les cancers

- *Mécanismes de la cancérogenèse*

Le terme de cancérogenèse recouvre l'ensemble des mécanismes responsables du développement des cancers sous toutes leurs formes. Cette pathologie est multifactorielle : elle met en cause des facteurs génétiques, hormonaux, environnementaux. [37]

La première phase de la cancérogenèse est l'initiation qui correspond à une mutation d'un gène induite par un carcinogène environnemental, ou endogène comme le stress oxydatif inflammatoire. L'ADN ainsi muté peut alors sortir du processus de cancérogène grâce aux enzymes de réparation de l'ADN, aux défenses antioxydantes ou aux enzymes de phase 2 capables de détoxifier les carcinogènes. L'alimentation peut jouer différents rôles dans cette première phase : elle peut être un facteur protecteur, elle peut inhiber ou stimuler les enzymes de phase 1 ou 2 mais peut également être elle-même cancérogène par transformation de certains composants en produits mutagènes ou par contamination par un xénobiotique.

L'étape suivante est la « promotion », c'est-à-dire la dérégulation des gènes au profit de la prolifération. Un événement génétique ou épigénétique sera alors nécessaire pour que la prolifération devienne incontrôlée et passe au stade de néoplasie. A ce stade, l'alimentation peut éventuellement jouer un rôle protecteur ou un rôle défavorisant.

Au stade de néoplasie, la croissance sera encore favorisée par des facteurs de croissance. Certains acides gras de l'alimentation peuvent entraîner la mort cellulaire très certainement par apoptose. Mais de fortes doses d'antioxydants peuvent s'opposer à la mort programmée de cellules présentant des aberrations génétiques.

On voit donc que l'alimentation peut être protectrice ou, à l'opposé, procancérogène suivant le type de nutriment apporté et l'étape de la cancérogenèse à laquelle il intervient.

• *Végétarisme et cancérogénèse*

La première grande étude portant sur l'incidence de l'alimentation sur les cancers a été réalisée en 1980 [38]. Elle a comparé un groupe de 22 940 Adventistes du septième jour californiens observés pendant 17 ans à une population de 112 725 non adventistes californiens observés pendant 13 ans. Après ajustement de l'âge, il a été mis en évidence que le risque relatif de mortalité par cancer des Adventistes comparé à celui des non-adventistes était de 0,60 chez les hommes et de 0,76 chez les femmes. [7]

Cette différence a pu être expliquée par plusieurs caractéristiques du mode de vie des Adventistes y compris leur régime alimentaire. Le taux de mortalité par cancer était significativement plus élevé chez les non-adventistes non fumeurs que chez les Adventistes non fumeurs ce qui montre l'impacte de l'alimentation sur la cancérogenèse.

Une deuxième étude réalisée en 1999 portait sur l'incidence des cancers chez 34 198 Adventistes du septième jour pendant une période observatoire de 6 ans [32]. Un questionnaire alimentaire portant sur la fréquence de consommation de cinquante et un aliments différents a permis de définir 3 catégories d'habitudes alimentaires : l'échantillon comprenait 29,5 % de végétariens (ne mangeant ni poisson, ni viande, ni volaille), 21,2 % de semi-végétariens (mangeant de la viande ou de la volaille moins d'une fois par semaine) et 49,2 % de non végétariens.

Le risque relatif de cancers du colon et de la prostate est alors apparu significativement moins important chez les végétariens et le risque de cancer du colon est apparu augmenté de 88 % chez les non végétariens par rapport aux végétariens. Aucune différence significative n'est apparue pour les cancers du sein, de l'utérus et du poumon. [7]

Le WCRF International (World Cancer Research Fund), réseau mondial pour la recherche et l'information sur le lien alimentation, nutrition, activité physique et prévention du cancer a élaboré des perspectives de recommandations nutritionnelles dans la prévention des cancers. Les fruits et légumes sont alors considérés comme protecteurs dans la plupart des cancers et surtout ceux à localisation digestive (estomac, colon, rectum) et le cancer de la prostate. La consommation de viandes et de graisses animales au contraire apparaît comme procancérigènes dans les cancers du pancréas, du colon, du rectum et de la prostate. Ainsi, on voit que les régimes végétariens, à travers la forte consommation de fruits et de légumes et l'absence de consommation de graisses animales, correspondent aux recommandations. (Annexe tableau WCRF) [39]

- ***Végétarisme et cancer colorectal***

Plusieurs travaux effectués sur la relation entre les taux de mortalité par cancer colorectal et la valeur des consommations alimentaires moyennes par habitants effectués dans plusieurs pays du monde ont mis en évidence une corrélation positive avec les apports en lipides, en sucres et en viande, et une corrélation négative avec la consommation de fibres végétales. [37]

De nombreuses études cas-témoins ont mis en évidence la diminution du risque liée à une consommation élevée de légumes. Au contraire, la consommation de certains groupes d'aliments comme les viandes rouges et les graisses d'origine animale ont été associées à un risque plus élevé de ce type de cancer.

Les régimes végétariens pauvres en graisse animale et en viande et riches en fruits, légumes et céréales pourraient donc avoir un intérêt dans la prévention des cancers colorectaux.

L'intérêt des fruits, légumes et céréales dans ce type de cancer serait multifactorielle : rôle des fibres alimentaires mais aussi des micronutriments antioxydants présents dans leur composition.

Les mécanismes potentiels de l'action préventive des fibres alimentaires reposent sur différents éléments. Tout d'abord, elles augmentent le volume fécal et la vitesse du transit : les composés cancérigènes se trouvent alors dilués et le temps de contact avec les cellules digestives est plus court.

D'autre part, comme nous l'avons vu précédemment, la présence de fibres végétales dans le bol alimentaire augmente l'élimination fécale des acides biliaires entraînant alors une modification de leur métabolisme. Or l'hypothèse selon laquelle les acides biliaires sont les principaux agents de la promotion des cancers colorectaux est généralement admise. En effet, les acides biliaires sont synthétisés à partir du cholestérol et éliminés dans la bile. Les acides biliaires primaires conjugués et hydrophiles subissent ensuite une déconjugaison enzymatique par la flore bactérienne produisant des acides biliaires secondaires plus hydrophobes et plus toxiques pour la muqueuse. Les acides biliaires secondaires ne seraient pas cancérigènes par eux-mêmes mais auraient un rôle promotionnel vis-à-vis de la cancérogenèse colique. La fermentation des fibres alimentaires entraînant une baisse du pH colique, les acides biliaires deviennent insolubles et l'enzyme permettant la déconjugaison est inactivée. Ainsi, la muqueuse du colon rentre moins en contact avec ces acides biliaires procancérigènes.

Enfin, la fermentation des fibres par les bactéries coliques entraîne la production de butyrate pour lequel une abondante bibliographie montre un effet inhibiteur sur la prolifération cellulaire en culture. Il apparaît également qu'à des concentrations physiologiques, le butyrate de sodium bloque de manière réversible la prolifération des lignées tumorales coliques humaines et animales.

Secondairement, il semble que la consommation de produits riches en fibres diminue la consommation de sucres raffinés et de graisses qui sont des produits associés à une augmentation du risque de cancer colorectal. [18]

Les fruits et légumes apportent à l'organisme de nombreux micronutriments antioxydants ayant un effet positif dans la prévention des cancers colorectaux : la vitamine E qui se combine à certains radicaux libres pour former des radicaux stables, la vitamine C qui régénère la vitamine E, les caroténoïdes tels que le bêta-carotène, le lycopène, la lutéine ou encore la zéaxanthine, les polyphénols, le sélénium ou encore l'acide lipoïque, antioxydant puissant qui chélate les métaux lourds et interviendrait dans la réparation de l'ADN. [23]

- **Rôle des isoflavonoïdes de soja**

Les isoflavonoïdes sont des flavonoïdes rencontrés essentiellement dans les graines et en particulier dans celle du soja. Elles ont la particularité d'avoir des propriétés œstrogéniques : ces phytoestrogènes se comportent comme des estrogènes à faible activité *in vitro*. Ils se substituent partiellement aux estrogènes endogènes dans l'occupation des récepteurs estrogéniques (au niveau des seins, de l'endomètre, des os, du système nerveux central, de la peau et des vaisseaux sanguins). Ceci suggère donc que la consommation de soja pourrait affecter le métabolisme hormonal de manière favorable à la prévention des cancers hormono-dépendants : cancers du sein et de la prostate. Les études épidémiologiques conduisent toutefois à des résultats partagés et les études concernant le cancer du sein ne permettent pas de conclure franchement à l'effet protecteur d'une alimentation riche en soja. Les phytoestrogènes pourraient même entraîner une augmentation de la prolifération des cellules tumorales chez des femmes ayant des antécédents de cancer du sein. [39] [40]

On voit donc qu'une alimentation végétarienne riche en soja ne peut être considérée, à ce jour, ni comme protectrice ni comme pro-cancérogène dans les cancers hormono-dépendants.

4.2. Grossesse, allaitement et végétarisme

4.2.1. Besoins nutritionnels [18] [41]

La grossesse et l'allaitement sont des périodes physiologiques particulières lors desquelles les recommandations nutritionnelles sont peu différentes de celles conseillées de manière générale chez le sujet adulte. En effet, des mécanismes d'adaptation vont progressivement se mettre en place dans l'organisme maternel afin de couvrir les besoins nécessaires à la fois à la modification du corps de la mère et à la croissance fœtale. On

observe une augmentation progressive de l'appétit maternel et donc de la consommation alimentaire spontanée permettant, si l'alimentation est équilibrée, de couvrir les besoins supplémentaires. D'autres part, les réserves de l'organisme maternel vont être mobilisées. Enfin, une troisième part des besoins sera couverte par les phénomènes d'adaptation précoce du métabolisme maternel dès le premier trimestre de la grossesse dans le but de constituer des réserves qui seront mises à profit au cours des deuxième et troisième trimestres.

L'AFSSA a procédé à une estimation des besoins nutritionnels d'après les quantités de nutriments utilisées par l'organisme fœtal mais aussi par le placenta et l'organisme maternel avec une majoration tenant compte de la biodisponibilité des nutriments et des variations inter-individuelles.

Il existe cependant quelques points spécifiques à prendre en compte tels que les apports en protéines, en calcium, en vitamines D, en fer, en folates, en vitamine B₁₂ et en iode.

4.2.1.1. Énergie et macronutriments

Au cours de la grossesse, les besoins énergétiques de la mère sont portés à 2050 kCal.j⁻¹. Pendant l'allaitement, la production du lait représente un coût énergétique compensé par une augmentation des apports énergétiques et éventuellement par une mobilisation des réserves lipidiques induisant une perte de poids souvent limitée aux trois premiers mois d'allaitement et variable d'une femme à l'autre. Le coût énergétique de la lactation est variable selon la quantité de lait produite et donc selon la demande de l'enfant.

Chez la femme enceinte, le bilan azoté est nettement positif. Les protéines sont déposées préférentiellement dans les tissus maternels pendant les 4 premiers mois de la grossesse puis dans les tissus fœtaux pendant le dernier trimestre. Les besoins protéiques ne sont pas répartis uniformément tout au long de la grossesse : ils sont faibles au premier trimestre puis augmentent pendant les deux derniers trimestres.

Ainsi, les besoins protéiques supplémentaires sont fixés à 0,1 g.kg⁻¹.j⁻¹ chez la femme enceinte. Cet apport supplémentaire permet l'anabolisme protéique dans l'organisme maternel pendant les phases précoces de la grossesse puis le développement des produits de conception.

Pendant l'allaitement, les apports protéiques supplémentaires correspondent à la production des composés azotés incorporés au lait maternel et nécessaires au métabolisme du nourrisson. L'apport nutritionnel conseillé est alors fixé à 1,4 g.kg⁻¹.j⁻¹. Chez une femme ovo-

végétarienne ou lacto-végétarienne, lorsque le régime alimentaire est équilibré, les qualités nutritionnelles du lait maternel ne sont pas affectées et la croissance du nourrisson est normale pendant les six premiers mois. Au contraire, chez une femme végétalienne, la qualité du lait maternel est modifiée et la croissance du nourrisson est alors nettement ralentie. Si les apports protéiques sont suffisamment variés, les apports en calories et en protéines seront suffisants.

Le soja étant une source de protéines de bonne qualité, les individus suivant un régime végétarien peuvent alors être emmenés à en consommer une grande quantité. Comme nous l'avons dit précédemment, le soja contient une quantité non négligeable de phytoestrogènes qui ont la capacité de traverser la barrière placentaire et de passer dans le lait maternel. Des expériences animales ont montré des anomalies de développement des organes génitaux et des troubles de la fertilité après exposition *in-utéro* aux phytoestrogènes [34] [42]. Aucune description identique n'a été réalisée chez l'être humain mais il pourrait également y avoir des effets délétères sur le développement des organes génitaux et éventuellement un risque de cancer des testicules et du sein dans la descendance [40]. Il convient donc, par précaution, de limiter la consommation de soja et de produits dérivés à une portion par jour au cours de la grossesse et de l'allaitement.

4.2.1.2. Calcium et vitamine D

L'accumulation de calcium chez le fœtus se fait essentiellement au troisième trimestre de la grossesse : elle est de l'ordre de 200 mg.j^{-1} . Le calcium capté va alors principalement participer à la formation des os du nouveau né. Les apports alimentaires de la mère doivent donc être augmentés. L'apport nutritionnel conseillé chez la femme enceinte dès le troisième mois de grossesse est porté par l'AFSSA à 1000 mg.j^{-1} au lieu de 900 mg.j^{-1} chez la femme adulte (*Annexe 10*). En cas d'apport insuffisant, un mécanisme de compensation est mis en place : le phénomène de résorption osseuse augmente jusqu'à fournir la quantité de calcium nécessaire. Plus la carence calcique est précoce et importante et plus la résorption osseuse sera grande, entraînant une diminution de la densité minérale osseuse chez la mère et une fragilisation des os.

De la même façon, au cours de l'allaitement, les besoins en calcium chez la mère sont augmentés : la sécrétion de calcium dans le lait varie de 200 à 300 mg.j^{-1} . Des mécanismes compensatoires sont alors mis en place pendant toute la durée de la lactation : les pertes

calciques urinaires sont diminuées et la résorption osseuse augmente. Le besoin nutritionnel conseillé est alors maintenu à 1000 mg.j^{-1} .

Nous avons vu que les individus ovo-végétariens et végétaliens pouvaient avoir des difficultés à atteindre l'ANC en calcium. Ceci est d'autant plus vrai chez la femme enceinte pour laquelle les besoins sont augmentés. Le risque de carence calcique et de déminéralisation osseuse est alors augmenté chez la femme enceinte végétarienne d'autant plus que la carence sera ancienne et que les réserves seront faibles. On voit donc l'intérêt d'une prise en charge de la carence calcique en amont de la grossesse afin de diminuer les risques osseux pendant la grossesse puis pendant l'allaitement.

L'apport nutritionnel conseillé en vitamine D chez la femme est doublé en cas de grossesse ou d'allaitement : il est de $10 \mu\text{g.j}^{-1}$ (*Annexe 16*). Cet apport permet la minéralisation du squelette fœtal ainsi que la constitution des réserves en vitamine D chez le fœtus et le nourrisson. Une carence d'apport en vitamine D pendant la grossesse entraîne une majoration de la perte osseuse maternelle de fin de grossesse (ostéomalacie symptomatique), une augmentation de l'incidence de l'hypocalcémie néonatale, des effets négatifs sur la densité minérale osseuse et sur la formation de l'émail dentaire ainsi que des risques de carence en vitamine D chez le nouveau né. Nous avons vu que la pratique d'un régime végétarien est un facteur déterminant dans l'apparition d'une carence en vitamine D. Le risque de carence est ainsi majoré chez la femme enceinte ou allaitante pratiquant un régime végétarien d'autant plus que la grossesse se déroule pendant l'hiver ou le début du printemps même dans les régions dites « ensoleillées ».

4.2.1.3. Fer, folates et vitamine B₁₂

Pendant la grossesse, les besoins en fer chez la femme sont augmentés. Les besoins supplémentaires sont liés aux pertes basales et aux dépenses spécifiques de la grossesse : augmentation physiologique de la masse érythrocytaire maternelle (200 à 600 mg), constitution des tissus fœtaux (270 mg à terme), du placenta (30 à 175 mg) et des pertes sanguines de l'accouchement (100 à 250 mg). Au total, les besoins totaux en fer de la grossesse sont réduits à 800 mg grâce au recyclage du fer après l'accouchement par réduction de la masse globulaire. Les besoins supplémentaires sont de $0,8 \text{ mg.j}^{-1}$ au cours du premier trimestre et s'élèvent ensuite à 12 mg.j^{-1} pendant le deuxième et le troisième trimestre. L'apport nutritionnel conseillé en fer de la femme est alors porté à 30 mg.j^{-1} (*Annexe 10*). La

forte augmentation de la capacité d'absorption intestinale aussi bien pour le fer héminique que pour le fer non héminique tout au long de la grossesse est à prendre en compte.

Une anémie ferriprive chez la femme enceinte se manifeste par une plus grande fatigabilité et une moindre résistance aux infections. Si la carence martiale est présente dès le début de la grossesse, elle entraîne une augmentation du risque de prématurité, de mortalité périnatale et d'hypotrophie fœtale.

Selon l'AFSSA, les données les plus récentes indiquent sans ambiguïté que les besoins en fer de la femme enceinte peuvent être couverts par la ration alimentaire à condition que celle-ci soit suffisante (environ 2000 kCal.j⁻¹) et variée mais sans exclusion des aliments d'origine animale. Une supplémentation en fer à la dose de 30 mg.j⁻¹ dès le début de la grossesse est alors recommandée chez les femmes ayant une alimentation pauvre en fer héminique comme le sont les femmes végétariennes.

Au contraire, au cours de l'allaitement, la teneur en fer du lait maternel est indépendante du statut martial maternel. La concentration en fer du lait maternel varie tout au long de l'allaitement : elle est de 0,55 mg.L⁻¹ deux semaines après la naissance, de 0,4 mg.L⁻¹ après 6 à 8 semaines et de 0,3 mg.L⁻¹ après 3 à 5 mois. Les besoins nutritionnels conseillés sont alors peu différents de ceux de la femme adulte hors grossesse : ils sont fixés à 10 mg.j⁻¹ (*Annexe 10*). Les risques de carence d'apport en fer chez la mère sont alors peu importants car les pertes sont diminuées par l'aménorrhée et l'absorption intestinale est majorée.

Les besoins en folates augmentent rapidement dès le début de la grossesse du fait d'une part de l'augmentation du catabolisme folique et d'autre part de l'expansion des tissus maternels (sang, utérus, annexes) puis de la croissance du fœtus et de la constitution des réserves en vitamine B₉ du nouveau né. Le risque et l'intensité de la carence en acide folique dépendent de l'importance des réserves en début de grossesse. L'apport nutritionnel conseillé est donc porté à 400 µg.j⁻¹ chez la femme enceinte ou allaitante (*Annexe 16*). Une carence en folates dès les premières semaines de grossesse peut entraîner des malformations graves à savoir des anomalies de fermeture du tube neural (encéphalocèle, anencéphalie, *spina bifida*) et plus tardivement des retards de croissance *in-utero*, des fentes labiales ou labiopalatines, des anomalies des extrémités ou des déficits de réserve en folates chez le nouveau né. D'autre part, la fermeture du tube neural a lieu chez le fœtus dès la quatrième semaine de vie c'est-à-dire souvent avant le diagnostic de la grossesse. Il existe alors un risque important de malformations de type anencéphalie ou *spina bifida* due à une carence en vitamine B₉ non traitée avant la grossesse. Nous avons vu précédemment que le risque de carence en folates

est important chez les individus végétariens. Ce risque est alors majoré lors de la grossesse étant donné l'augmentation des besoins.

Les besoins en vitamine B₁₂ sont également augmentés chez la femme enceinte : l'ANC est porté à 2,6 µg.j⁻¹ pendant la grossesse contre 2,4 µg.j⁻¹ chez la femme adulte. Au cours de l'allaitement, 0,4 µg de vitamine B₁₂ sont excrétés dans le lait maternel ; les besoins nutritionnels conseillés sont alors portés à 2,8 µg.j⁻¹ (*Annexe 16*). Des carences en vitamine B₁₂ pendant des périodes de grossesse et d'allaitement ont été décrites uniquement chez des femmes végétariennes strictes pour lesquelles les apports sont trop faibles.

4.2.1.4. Iode

Des besoins particuliers en iode sont nécessaires pendant la grossesse et l'allaitement : l'ANC est fixé à 200 µg.j⁻¹ à partir du troisième trimestre de la grossesse (*Annexe 16*). Les besoins supplémentaires sont nécessaires pour compenser l'augmentation de la clairance rénale de l'iode et la stimulation thyroïdienne chez la mère ainsi que pour le transfert de l'iode au fœtus puis dans le lait maternel. Une carence en iode pendant la grossesse ou chez le nouveau né peut avoir des effets néfastes sur le fonctionnement de la thyroïde maternelle mais aussi entraîner des anomalies de maturation du cerveau fœtal, des troubles du développement cognitif et moteur chez l'enfant, augmenter le risque de petit poids à la naissance, de prématurité et de mortalité périnatale et infantile. Les besoins en iode pendant la grossesse sont trop importants pour être apportés par une alimentation végétarienne ou végétalienne seule.

4.2.2. Cas clinique [43]

Un nourrisson de 9 mois et demi a été hospitalisé pour altération de la croissance et troubles neurologiques avec hypotonie sévère.

La grossesse avait été marquée par une absence de prise de poids imputée à des vomissements importants et à des infections virales répétées. L'enfant est né à terme avec un retard de croissance intra-utérin, un poids de naissance de 2765 g et une taille de 46 cm. À sa sortie de maternité, la mère avait été traitée pour une anémie.

L'examen clinique de l'enfant à son entrée avait mis en évidence un retard staturo-pondéral avec cassure de la courbe de croissance à 4 mois. L'altération de l'état général était

marquée et associée à une pâleur intense. L'examen neurologique révélait une apathie, une somnolence, des manifestations d'hyperesthésie et une hypotonie. Il existait une glossite avec une langue rouge entraînant une stase salivaire et des difficultés de tétée.

L'IRM cérébral a révélé une atrophie cérébrale. L'analyse de sang a montré une anémie macrocytaire ainsi qu'une concentration plasmatique de vitamine B₁₂ inférieure à 200 pmol.L⁻¹ (normale comprise entre 216 et 656 pmol.L⁻¹). Les dosages sanguins de calcium, folates, fer sérique, vitamines A, D et E étaient normaux.

L'enfant était alimenté par allaitement maternel exclusif.

L'analyse du carnet de santé de l'enfant a révélé l'absence complète de vaccination et de supplémentation en vitamine K, D ainsi qu'en fluor.

L'interrogatoire des parents a permis de déterminer les habitudes alimentaires familiales. Ils suivaient un régime végétalien quasi-exclusif : un repas unique par semaine comprenant œuf ou poisson.

Ce tableau clinique est typique d'une carence en vitamine B₁₂ chez un nourrisson alimenté exclusivement par allaitement maternel d'une mère suivant un régime végétalien.

Les manifestations d'une carence en vitamine B₁₂ sont inconstantes chez l'adulte grâce aux réserves importantes de l'organisme. Au contraire, les nourrissons nés de mère carencée et nourris exclusivement par allaitement maternel sont très à risque de développer une forme sévère de carence du fait de l'absence de réserves constituées et de la période de croissance cérébrale.

La symptomatologie est alors caractéristique : cassure staturo-pondérale, anémie mégalo-blastique, signes neurologiques constants de type régression psychomotrice, hypotonie, neuropathie périphérique, mouvements anormaux, parfois microencéphalie et atrophie cérébrale. Malgré une correction du déficit vitaminique chez le nourrisson, des séquelles neurologiques comme des retards mentaux peuvent persister.

L'hémogramme réalisé chez la mère à la maternité révélait une anémie macrocytaire témoignant de la préexistence probable de la carence en vitamine B₁₂ pendant la grossesse et expliquant la précocité et la gravité des troubles retrouvés chez le nourrisson. Il est alors nécessaire de porter une attention particulière au régime alimentaire suivi par les femmes allaitantes si des signes carenciels sont dépistés pendant la grossesse ou au moment de l'accouchement. La prévention de ce type de carence, pouvant avoir des conséquences graves sur le développement de l'enfant, repose sur le dépistage prénatal des régimes alimentaires

inadaptés au même titre que le dépistage des conduites addictives ou que l'enquête sur le mode de vie. Ce dépistage permettrait alors de fournir des informations à la famille sur les risques encourus et, dans le cas d'un choix de poursuite du régime pendant la grossesse et l'allaitement, de mettre en place une supplémentation vitaminique adaptée.

4.3. Enfants, adolescents et végétarisme

4.3.1. Besoins nutritionnels [18]

L'enfance et l'adolescence sont des périodes particulières caractérisées par la croissance et le développement de l'organisme induisant alors des besoins nutritionnels particuliers. Cependant, il est difficile de déterminer les apports nutritionnels conseillés chez l'enfant puisque la vitesse de croissance varie selon l'âge et que le moment de la puberté est différent d'un individu à l'autre.

4.3.1.1. Énergie, protéines et lipides

Les besoins énergétiques de l'enfant et de l'adolescent sont différents de ceux de l'adulte. Jusqu'à l'âge de 18 ans, ils sont déterminés par la somme des dépenses énergétiques estimées auxquelles on ajoute l'énergie stockée sous forme de protéines et de lipides pour la croissance des différents tissus. Au cours de la première année de vie, les besoins énergétiques varient faiblement puisque d'une part, la dépense énergétique augmente à l'allongement de la période d'éveil et l'intensification de l'activité physique et, d'autre part, la quantité d'énergie stockée sous forme de protéines et de lipides diminue du fait du ralentissement des phénomènes de croissance. Ainsi, chez le jeune enfant, l'ANC fixé par l'AFSSA varie entre 1300 et 1800 kCal.j⁻¹ et chez l'adolescent entre 1900 et 2700 kCal.j⁻¹.

Chez le nouveau-né et le nourrisson, le besoin protéique correspond au maintien et à la croissance de l'organisme c'est-à-dire à l'azote et aux acides aminés indispensables à l'accroissement programmé de la taille et du poids.

Avant l'âge de 18 ans, les besoins protéiques correspondent à la fois au maintien et à la croissance de l'organisme. L'apport de sécurité pour les deux sexes à l'âge de 4 ans est de 15 g.j⁻¹ et à 10 ans de 27 g.j⁻¹. Chez les garçons de 14 ans, cet apport est fixé à 41 g.j⁻¹ et chez les filles du même âge à 42 g.j⁻¹. Enfin à 18 ans, il est fixé à 50 g.j⁻¹ chez les garçons et à 43

g.j⁻¹ chez les filles. La quantité de protéines apportée est donc importante mais il ne faut pas négliger la qualité des acides aminés (présence des acides aminés indispensables dans la ration alimentaire).

Selon l'AFSSA, la pratique d'un régime végétarien souple, c'est-à-dire avec consommation d'œufs et/ou de lait et de produits laitiers, est compatible avec la croissance normale d'un enfant ou d'un adolescent et pourrait même présenter des bénéfices à l'âge adulte (cardio-vasculaires, digestifs, cancer ...). Au contraire, la pratique d'un régime végétarien strict représente un risque pour la croissance de l'enfant du notamment à la carence protéique.

Chez l'enfant, les apports en lipides représentent la source essentielle d'énergie pour le fonctionnement de l'organisme mais aussi la principale source d'acides gras indispensables essentiels au développement cérébrale normal et à la maturation des fonctions neurosensorielles. Dans les premières années de la vie, les besoins énergétiques sont élevés : il n'y a pas lieu de restreindre les apports lipidiques. Le modèle de référence est le lait maternel. Par contre, à partir de l'âge de 3 ans, les apports lipidiques doivent être surveillés afin de limiter à court terme les risques d'obésité et à long terme les maladies cardiovasculaires. Il faut alors limiter les apports en acides gras saturés (8 à 12 % de la ration énergétique), les apports en lipides totaux (35% de l'apport énergétique total) et les apports en cholestérol (300 mg.24h⁻¹). Une alimentation végétarienne, pauvre en acides gras saturés et en cholestérol apparaît alors bénéfique chez l'enfant et l'adolescent au même titre que chez l'adulte.

4.3.1.2. Calcium et Vitamine D

Les besoins en calcium, permettant la minéralisation optimale du squelette, sont d'autant plus importants que la croissance de l'organisme est rapide. Une carence d'apport en calcium pendant l'enfance se traduit alors par un rachitisme et à l'adolescence par un risque accru de fracture osseuse. Le but d'un apport en calcium alimentaire suffisant ne se limite pas seulement à assurer une minéralisation minimale suivant simplement la croissance volumétrique du squelette mais permet aussi d'augmenter la densité minérale des os dans le but d'atteindre, en fin de croissance, un pic de masse minérale osseuse optimale.

Chez l'enfant pré-pubère, la croissance est moins rapide que chez le nourrisson ou l'adolescent mais les besoins en calcium sont 2 à 4 fois supérieurs à ceux de l'adulte. Les

apports nutritionnels conseillés sont de 500 mg.j⁻¹ entre 1 et 3 ans, de 700 mg.j⁻¹ entre 4 et 6 ans et de 900 mg.j⁻¹ entre 7 et 9 ans.

L'adolescence est une période de croissance rapide très importante au cours de laquelle 15 % de la taille adulte, 50 % du poids définitif et 40 % de la masse osseuse sont acquis. Une augmentation des capacités d'absorption intestinale du calcium ainsi qu'une faible capacité d'excrétion urinaire permettent une mobilisation importante du calcium alimentaire. L'apport nutritionnel conseillé est fixé par l'AFSSA à 1200 mg.j⁻¹ entre 10 et 18 ans. (*Annexe 10*)

Comme nous avons vu précédemment, la vitamine D joue un rôle essentiel dans l'absorption intestinale du calcium et dans la minéralisation du squelette. L'apport nutritionnel conseillé en vitamine D est fixé à 10 µg.j⁻¹ entre 1 et 3 ans et à 5 µg.j⁻¹ pour les enfants et adolescents de plus de 4 ans. (*Annexe 16*)

Les risques de la pratique d'un régime végétarien chez l'enfant et l'adolescent sont la carence calcique et la carence en vitamine D, d'autant plus importantes que le lait, les produits laitiers et les œufs sont supprimés de l'alimentation.

4.3.1.3. Fer et vitamine B₁₂

Pendant les trois premiers mois de la vie d'un enfant né à terme, les besoins en fer sont peu importants : l'hémolyse physiologique permet une mobilisation et une réutilisation du fer contenu dans les globules rouges. Entre 4 mois et 3 ans, les besoins sont plus élevés en raison de la croissance staturo-pondérale importante à cette période. De même, chez les adolescents les besoins en fer sont importants. Ils sont ensuite augmentés chez les jeunes filles à la puberté en raison des pertes menstruelles.

Les concentrations en fer du lait maternel et du lait de vache sont équivalentes mais la biodisponibilité de ce fer est différente. Dans le lait maternel, elle est de 50 % alors que dans le lait de vache, elle est seulement de 5 à 10 %. Ceci explique en partie la rareté des carences martiales chez les enfants allaités au sein et la grande fréquence de cette carence chez les enfants nourris au lait de vache.

Les apports nutritionnels en fer sont fixés entre 6 et 10 mg.j⁻¹ jusqu'à l'âge de 1 an, à 7 mg.j⁻¹ de 1 à 10 ans et entre 10 et 16 mg.j⁻¹ au cours de l'adolescence. (*Annexe 10*)

Chez le nourrisson, l'enfant et l'adolescent, une carence martiale entraîne des troubles du comportement de type apathie ou irritabilité, une moindre résistance aux infections et de possibles répercussions sur les performances cognitives, d'autant plus importantes que l'enfant est jeune.

Comme chez l'adulte, la pratique d'un régime végétarien chez l'enfant ou l'adolescent expose à une carence martiale d'autant plus grave qu'elle intervient chez un enfant jeune.

Les apports nutritionnels conseillés en vitamine B₁₂ pendant l'enfance et l'adolescence sont les suivants : 0,8 µg.j⁻¹ entre 1 et 3 ans, 1,1 µg.j⁻¹ entre 4 et 6 ans, 1,4 µg.j⁻¹ entre 7 et 9 ans et 1,9 à 2,4 µg.j⁻¹ entre 10 et 16 ans (*Annexe 16*). Comme chez l'adulte, l'exposition à un régime végétarien pendant l'enfance ou l'adolescence expose à une carence en vitamine B₁₂. Cette carence est d'autant plus fréquente et d'autant plus grave que l'enfant est né d'une mère végétalienne elle-même carencée, puisque ses réserves vitaminiques sont faibles et rapidement épuisées. L'absence de vitamine B₁₂ du régime alimentaire dans les périodes de croissance induit un risque de retard de croissance et un risque neurologique parfois irréversible.

4.3.2. Cas clinique [44]

Un adolescent de 15 ans, pesant 55 kg et mesurant 1,70 m, a été hospitalisé pour asthénie et boiterie.

L'examen clinique a permis de mettre en évidence des douleurs à la mobilisation des hanches, une pâleur intense avec subictère conjonctival et hépatosplénomégalie.

Les radiographies ont révélé une déminéralisation osseuse diffuse, un élargissement des interlignes métaphysaires, une épiphysiolyse fémorale bilatérale et humérale, un épaississement de la voûte crânienne ainsi que des déformations costales. La biopsie ostéomédullaire révèle une ostéomalacie majeure avec une forte réaction d'hyperparathyroïdie secondaire.

L'hémogramme révèle une hémolyse intramédullaire. L'analyse de sang montre une hypocalcémie, un dosage de fer et de folates sanguins normaux et un dosage de vitamine B₁₂ plasmatique à 105 pmol.L⁻¹ (norme entre 220 et 650 pmol.L⁻¹).

L'interrogatoire révèle que le patient souffre de troubles de la marche depuis 2 ans. La famille déclare une appartenance à l'Église Adventiste du septième jour et déclare suivre un régime végétalien strict. D'autre part, le frère âgé de 10 ans, souffre également de troubles de

la marche, de rachitisme modéré et d'une hypocalcémie sans anémie ni carence en vitamine B₁₂.

Au total, cet adolescent de 15 ans, suivant un régime végétalien, souffre d'une carence en vitamine B₁₂ caractérisée par un retard de croissance et une anémie mégaloblastique ainsi que d'une carence en calcium et en vitamine D induisant des lésions osseuses graves voire irréversibles associées à un rachitisme. Le traitement curatif à base de vitamine B₁₂, de transfusions de culots globulaires, de calcium et de vitamine D, permet une évolution rapide et très satisfaisante du bilan biologique et des troubles. Cependant, les lésions osseuses ne régresseront qu'en quelques mois voire années.

5. Régime végétarien équilibré et conseil à l'officine

L'étiquetage nutritionnel des denrées alimentaires est un outil indispensable dans la mise en place d'un régime végétarien équilibré. En effet, il répond à des règles précises, harmonisées au niveau européen. Les apports nutritionnels conseillés pour chaque nutriment sont définis en fonction de l'âge, du sexe et de la situation physiologique, il est donc difficile de les faire figurer sur les denrées alimentaires. La réglementation communautaire a alors défini des valeurs de référence internationales appelées Apports Journaliers Recommandés ou AJR. Ces valeurs correspondent approximativement pour chaque nutriment aux besoins moyens pour la population (sauf pour l'iode et le zinc qui sont à la valeur de l'ANC) quels que soient l'âge et le sexe. Les valeurs d'AJR sont le plus souvent inférieures aux ANC et plus faciles à atteindre. Elles permettent à tout individu de se situer dans une zone entre besoin et apport nutritionnel conseillé où la probabilité de carence est faible. [18]

5.1. Chez l'adulte en situation physiologique normale

Comme nous l'avons vu dans les parties précédentes, la pratique d'un régime végétarien quel qu'il soit présente des bénéfices mais peut aussi entraîner des carences nutritionnelles chez l'adulte en situation physiologique normale. Quelques adaptations alimentaires sont alors à respecter afin de rendre les apports en nutriments suffisants.

5.1.1. Les recommandations générales : le PNNS

Le PNNS, ou Plan National Nutrition Santé est un programme de politique nutritionnelle conçu, sous la coordination du ministère chargé de la Santé et dans une large concertation entre les ministères chargés de la santé, de l'agriculture, de la consommation, de l'éducation, de la jeunesse et des sports et de la cohésion sociale avec validation scientifique par des experts réunis par l'AFSSA. Ce programme a été lancé en janvier 2001.

L'objectif principal du PNNS est d'« améliorer l'état de santé de l'ensemble de la population en agissant sur l'un de ses déterminants majeurs qu'est la nutrition ».

Le plan se divise en deux parties. Le PNNS 1 appliqué entre 2001 et 2005 a établi des repères nutritionnels constituant désormais la référence française officielle. Le PNNS 2 qui se déroule entre 2006 et 2010, a pour but de renforcer la stratégie initiée par le PNNS 1 mais aussi d'approfondir certains points comme par exemple la formation des professionnels en

contact avec le public, la question générale de « l'image du corps » dans la société française ou encore la prise en charge de la dénutrition et de l'obésité. [45]

Les objectifs nutritionnels prioritaires en terme de santé publique sont au nombre de neuf : augmenter la consommation de fruits et de légumes mais aussi celle du calcium et des fibres alimentaires et augmenter l'activité physique quotidienne, réduire les apports lipidiques totaux, les apports en alcool mais aussi réduire la cholestérolémie moyenne et la pression artérielle systolique moyenne dans la population adulte. [46]

Les recommandations du PNNS qui doivent permettre, à terme, d'aboutir aux objectifs fixés sont valables pour toutes les populations, y compris les populations végétariennes. Elles sont les suivantes :

1. Consommer au moins cinq fruits et légumes par jour : à chaque repas, sous forme frais, surgelés ou en conserve mais en favorisant la consommation de crudités ou un mode de cuisson le plus court possible afin d'assurer une consommation suffisante de vitamines thermolabiles.

2. Consommer des féculents comme le pain, les céréales, les pommes de terre ou encore les légumes secs à chaque repas en fonction de l'appétit et en favorisant au maximum les aliments céréaliers complets qui assurent l'apport de fibres et de minéraux.

3. Consommer du lait ou des produits laitiers trois fois par jour tout en variant et en privilégiant les fromages les moins gras et les plus riches en calcium (fromages à pâte dure).

4. Consommer de la viande, de la volaille, du poisson ou des œufs une à deux fois par jour.

5. Limiter la consommation de matières grasses tout en favorisant celles d'origine végétale et en variant les origines afin de diversifier les apports en acides gras essentiels (les huiles de noix et de soja apportent des acides gras $\omega 3$, les huiles de pépin de raisin et de tournesol apportent des acides gras $\omega 6$ et de la vitamine E et les huiles d'olive et de colza sont source d'acides gras monoinsaturés).

6. Limiter la consommation de produits sucrés.

7. Consommer de l'eau à volonté et limiter les boissons sucrées et alcoolisées.

8. Limiter la consommation de sel et des produits les plus salés tels que le fromage ou la charcuterie par exemple.

9. Intégrer à la vie courante au moins l'équivalent de 30 minutes de marche par jour (par exemple monter les escaliers au lieu d'emprunter l'ascenseur, faire ses courses à pied, faire du vélo...). [47] (Annexe 27)

Dans un premier temps, le respect de ces recommandations nutritionnelles permet d'avoir des apports alimentaires corrects.

5.1.2. Adaptation aux régimes végétariens

Comme nous l'avons vu dans la partie précédente, les risques carenciels des différents régimes végétariens ne sont pas négligeables mais sont variables selon les caractéristiques du régime pratiqué. Le tableau suivant récapitule les risques carenciels en fonction du type de régime suivi.

Risque carenciel	Ovo-lacto-végétarien	Ovo-végétarien	Lacto-végétarien	Végétalien
Protéines	++	++	++	+++
Calcium	-	+++	-	+++
Vitamine D	++	++	+++	+++
Fer	+++	+++	+++	+++
Vitamine B12	+	+	+	+++
Sélénium	+	+	+	+++

- Risque absent

++ Risque moyen

+ Risque faible

+++ Risque important

Tableau 7. Risques carenciels des différents types de régimes végétariens

Certaines adaptations alimentaires simples peuvent permettre de pallier l'apparition de carences nutritionnelles chez les sujets végétariens.

5.1.2.1. Apports protéiques (Annexe 30)

Nous avons vu que la consommation de produits issus du règne végétal apporte des protéines dont le principal inconvénient est de ne pas renfermer la totalité des acides aminés indispensables au fonctionnement de l'organisme.

Dans un premier temps, chez l'individu végétarien, il est donc nécessaire de varier au maximum les sources de protéines dans l'éventail des produits disponibles à la consommation : les œufs et/ou le lait et les produits laitiers pour les populations qui s'autorisent la consommation de ces produits mais aussi les céréales, les légumineuses et les oléagineux.

Pour connaître la richesse d'un produit du commerce en protéines, il convient de se référer aux allégations nutritionnelles figurant sur l'étiquette du produit. Une allégation selon laquelle un aliment est « source de protéines » ou toute autre allégation étant susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, signifie qu'au moins 12 % de la valeur énergétique de la denrée est produite par des protéines. L'allégation « riche en protéines » ou toute autre allégation étant susceptible d'avoir le même sens, signifie qu'au moins 20 % de la valeur énergétique de la denrée est produite par des protéines. [48]

Nous allons étudier le principe de complémentation protéique qui permet d'améliorer les apports protéiques ainsi que deux végétaux intéressants : le soja et le quinoa.

○ Principe de complémentation protéique

Afin d'obtenir une protéine complète, il est possible de procéder à une complémentation protéique, c'est-à-dire de compenser l'absence d'un acide aminé au sein d'une protéine par l'absorption d'un aliment dont les protéines sont riches en cet acide aminé limitant primaire. On obtient ainsi un mélange de bonne qualité biologique par l'association de deux protéines de qualité médiocre. Les associations lait et céréales, légumineuses et céréales ou encore légumineuses et fruits oléagineux sont des exemples de complémentation protéique permettant un apport complet en acides aminés indispensables.

Le tableau suivant qui représente la composition en acides aminés essentiels (ou AAE) de quatre sources protéiques, fait apparaître les zones de complémentation protéique. [49]
[50]

AAE	Lysine	Méthionine	Cystéine
Lait et produits laitiers	+	-	-
Légumineuses	+	-	+
Céréales	-	+	+
Oléagineux	-	+	+

+ = Aliment riche en acide aminé

- = Aliment pauvre en acide aminé

Tableau 8. Composition en lysine, méthionine et cystéine de quatre principales sources protéiques alimentaires

La complémentation protéique concerne essentiellement deux acides aminés indispensables que sont la lysine et la méthionine. En pratique, la complémentation peut se faire entre le lait, les produits laitiers ou les légumineuses (lentilles, haricots, pois, pois chiches, soja, arachide) et les céréales (blé, riz, maïs, avoine, seigle, sarrasin, manioc) ou les oléagineux (noix, noisettes, amandes, cacahuètes, noix de cajou).

Les individus végétaliens peuvent s'assurer un apport protéique de bonne qualité en associant par exemple haricot et riz, pois et pain complet, lentilles et riz, semoule et pois chiches (couscous végétarien par exemple) ou encore haricots rouges et tortillas. Chez les lacto-végétariens et chez les ovo-lacto-végétariens, les possibilités de complémentation protéiques sont encore plus vastes. On peut associer un produit laitier avec un produit céréalier comme par exemple des pâtes au fromage, de la pizza, du riz au lait ou encore une semoule au lait mais aussi un produit laitier avec un légume sec comme par exemple une salade de lentille et un yaourt associés au même repas ou une purée de pois cassés au lait.

○ Le soja

Comme nous l'avons vu précédemment, les protéines contenues dans le soja sont des protéines végétales particulières. Elles renferment tous les acides aminés essentiels, et ont une bonne digestibilité. Ces protéines sont une alternative aux protéines d'origine animale dans les populations végétariennes puisqu'elles représentent un apport protéique de bonne qualité.

A l'heure actuelle, dans le commerce, le soja se trouve sous forme de graines mais aussi transformé en yaourt, crème dessert ou encore boisson à base de soja aussi appelée

« tonyu » ou, à tort « lait de soja » qui est en fait une émulsion d'huile et de protéines de soja obtenues à partir de fèves de soja et d'eau.

Les protéines du soja sont également utilisées sous forme d'aliments appelés MPV pour « Matière Protéique Végétale », PVT pour « Protéines Végétales Texturées » ou encore AVIV pour « Aliments Végétaux Imitant la Viande ».

On connaît alors le « tofu », dérivé du tonyu obtenu par coagulation à l'aide d'un agent coagulant. Dans le commerce, on le trouve sous le nom d'« escalope végétarienne », de « burger végétarien » ou encore de « ragoût végétarien ». [9] [12]

Le principe de précaution veut que les aliments à base de soja soient consommés de façon raisonnable aux vues des suspicions de mise en cause des isoflavones dans différentes pathologies. Ainsi, les aliments à base de soja vendus dans le commerce doivent indiquer sur leur étiquetage la quantité, en milligrammes, d'isoflavones qu'ils renferment. L'AFSSA conseille alors aux consommateurs de ne pas dépasser un apport journalier équivalant à 1 mg d'isoflavones par kilogramme de poids corporel. [51]

○ Le quinoa [52]

Comme nous l'avons vu dans un premiers temps, le quinoa est une plante particulièrement intéressante d'un point de vu composition protéique mais elle l'est aussi du fait de sa composition générale.

Nutriment	Quantité dans 100g
Protéines	13 g
Lipides	6 g
Glucides	70 g
Fibres	6 g
Calcium	60 mg
Fer	9 mg
Potassium	740 mg
Phosphore	410 mg
Zinc	3,3 mg
Magnésium	210 mg
Thiamine	0,2 mg
Riboflavine	0,4 mg
Niacine	3 mg

Tableau 9. Composition nutritionnelle de 100 grammes de quinoa cru

Le quinoa est riche en minéraux tels que le calcium, le fer et le magnésium. D'autre part cette graine est très riche en fibres et en vitamines des groupes C, B₁, B₂, B₃, B₉ et E.

Ainsi, on voit que le quinoa est une plante intéressante qui peut être utilisée pour améliorer non seulement les apports protéiques mais aussi les apports en minéraux (calcium, fer et magnésium) d'un régime végétarien.

Dans le commerce, le quinoa existe sous formes de graines mais aussi transformé en flocons, farine, crème ou encore boisson. (Annexe 28)

5.1.2.2. Apports en calcium et en vitamine D (Annexe 30)

Le risque de carence calcique existe essentiellement chez les personnes pratiquant un régime ovo-végétarien ou végétalien excluant la consommation de lait et de produits laitiers.

Pour que les apports en calcium soient suffisants, il est donc nécessaire, dans un premier temps, de substituer le lait et les produits laitiers par des produits riches en calcium. Malgré une moins bonne biodisponibilité du calcium, certains légumes en sont une bonne source : brocolis, cresson et choux par exemple. Les algues, les amandes sèches, les noisettes et les figues sèches sont également des sources intéressantes de calcium.

Dans un deuxième temps, il est important de compléter l'apport par des produits enrichis en calcium. A cet effet, on trouve dans le commerce du tofu, du tonyu, des boissons à base de riz ou encore du jus d'orange enrichi en calcium. Dans ce cas, il est alors recommandé de se référer à l'étiquette des produits sachant que les besoins moyens sont de 800 mg par jour (Annexe 29) [53]. Pour avoir la même concentration en calcium que le lait, les produits doivent indiquer une composition de 300 mg de calcium pour 250 ml de boisson. [6]

La majorité de la vitamine D alimentaire se trouvant dans le poisson, la viande et les œufs, le risque de carence en vitamine D existe pour l'ensemble des régimes végétariens.

La première alternative à ces apports insuffisants est la production de vitamine D endogène. Pour que cet apport soit suffisant, il faut bénéficier d'un ensoleillement maximal tout au long de l'année, ce qui n'est pas le cas en France même dans les régions situées au sud du pays.

La deuxième alternative est la consommation de produits industriellement enrichis en vitamine D. Dans le commerce, on peut trouver du tofu, du tonyu ainsi que différentes boissons à base de céréales enrichis en vitamine D. Il est alors nécessaire de consulter l'étiquette du produit sachant que les besoins sont de 5 µg par jour.

Les allégations nutritionnelles qui doivent être prises en compte pour l'ensemble des vitamines et minéraux sont au nombre de quatre. Tout d'abord, l'allégation selon laquelle une denrée alimentaire est « source naturelle de vitamine et/ou sels minéraux » ou tout autre allégation susceptible d'avoir le même sens signifie que le produit contient au moins 15 % des apports journaliers recommandés (AJR) par 100 grammes ou 100 millilitres. L'allégation selon laquelle un produit est « fortifié ou enrichi en vitamine et/ou minéraux » ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens signifie que la denrée alimentaire fournit au moins la quantité significative de vitamines et/ou sels minéraux c'est-à-dire au moins 100 % des AJR. L'allégation selon laquelle une denrée alimentaire est « riche en vitamine et/ou sels minéraux » ou tout autre allégation susceptible d'avoir le même sens signifie que le produit contient au moins deux fois les AJR. Enfin, l'allégation selon laquelle une denrée alimentaire

est « enrichie en vitamine et/ou sels minéraux » ou tout autre allégation susceptible d'avoir le même sens signifie que le produit contient au moins 15 % des apports journaliers recommandés (AJR) par 100 grammes ou 100 millilitres et que l'augmentation de la teneur est au moins égale à 30 % par rapport à celle d'un produit similaire.

D'après la directive européenne 90/496/CEE, les AJR pour le calcium et la vitamine D sont respectivement de 800 mg et 5 mg [53] (Annexe 29).

La vitamine D₂ est d'origine végétale alors la vitamine D₃, issue de la lanoline, est d'origine animale. Ce paramètre peut également être pris en compte par certains végétariens. [6]

5.1.2.3. Apports en fer et en vitamine B₁₂ (Annexe 30)

Le fer étant principalement contenu dans les produits carnés, l'ensemble des régimes végétariens sont à risque de carence martiale.

Comme nous avons vu précédemment, les végétaux fournissent du fer non héminique moins bien absorbé par l'organisme. Il faut donc compenser la mauvaise biodisponibilité du fer végétal par des apports plus importants. Tofu, légumineuses (haricots, lentilles, pois cassés ...), figues, fruits secs (noix, amandes ...), céréales, légumes à feuilles vert foncé (épinards, choux ...) ou encore algues sont des sources de fer très intéressantes dans les régimes végétariens.

D'autre part, les aliments riches en vitamine C comme par exemple les agrumes (citron, orange ...), la tomate ou le brocoli, entraînant une meilleure absorption du fer non héminique, doivent être associés aux aliments riches en fer.

Au contraire, la consommation de thé noir est à déconseiller car celui-ci diminue l'absorption du fer alimentaire. [6]

Comme nous l'avons vu précédemment, les seuls aliments contenant de la vitamine B₁₂ sont des produits d'origine animale : viande, œufs, lait et produits laitiers. Dans le cadre d'un régime végétarien, le seul recours alimentaire en dehors des œufs, du lait et des produits laitiers, repose dans les produits industriellement enrichis comme les boissons à base de soja ou de riz ou les simili-viandes enrichies en vitamine B₁₂. Dans ce cas, il est primordial de se reporter à l'étiquetage sachant que l'apport journalier recommandé est fixé à 1 mg. [6] [53] (Annexe 29)

5.1.2.4. Pyramide alimentaire végétarienne [54]

Un « guide alimentaire végétarien » est présenté par Les Diététistes du Canada, organisme regroupant des diététiciens canadiens et dont le but est de promouvoir la santé par l'alimentation et la nutrition.

Ainsi, ce groupe s'est intéressé aux régimes végétariens et a établi un guide permettant de pallier au maximum les risques carenciels. Ce guide est adaptable en fonction de l'âge et de la situation physiologique.

Les aliments sont classés en six grandes catégories et le consommateur a le choix de consommer un nombre défini de portions d'aliments parmi ces catégories afin de composer un menu équilibré. L'unité de mesure utilisée pour les portions est représentée par une tasse d'un volume de 250 mL environ.

La première catégorie d'aliment regroupe les sources de protéines : légumineuses, céréales, noix et autres aliments riches en protéines. Cinq portions doivent être consommées journalièrement sachant qu'une portion est égale à ½ tasse de boisson de soja enrichie ou de lait de vache, ½ tasse de haricots, pois ou lentilles cuits, 2 cuillère à soupe de beurre de noix ou de graines, ¼ de tasse de noix ou d'amandes, 28 g de simili viandes enrichies, 21 g de fromage, 1 œuf ...

La deuxième catégorie d'aliments renferme les produits céréaliers, qui doivent être consommés à raison de six portions par jour. Une portion est par exemple une tranche de pain ou ½ tasse de produits céréaliers cuits (pâtes, riz, avoine ...).

Les troisième et quatrième catégories regroupent les légumes et les fruits dont la consommation journalière doit respectivement être de quatre et deux portions. Une portion est par exemple égale à ½ tasse de légumes ou fruits cuits ou de jus de légumes ou de fruits, 1 tasse de légumes crus, ¼ de tasse de fruits secs ou 5 figues.

La cinquième catégorie regroupe les aliments riches en calcium, qui doivent être consommés à raison de huit portions par jour. Une portion est par exemple égale à ½ tasse de boisson de soja enrichie ou de lait de vache, ½ tasse d'amandes, 21 g de fromage, ½ tasse de tofu enrichi, 2 cuillérées à soupe de beurre d'amande, ¼ de tasse de fèves de soja cuites, 1 tasse de brocoli, de chou vert, de chou chinois cuit ou 2 tasses cru, ½ tasse de jus de fruit enrichi en calcium ou encore 5 figues.

Enfin, la sixième catégorie regroupe les matières grasses dont la consommation doit être limitée.

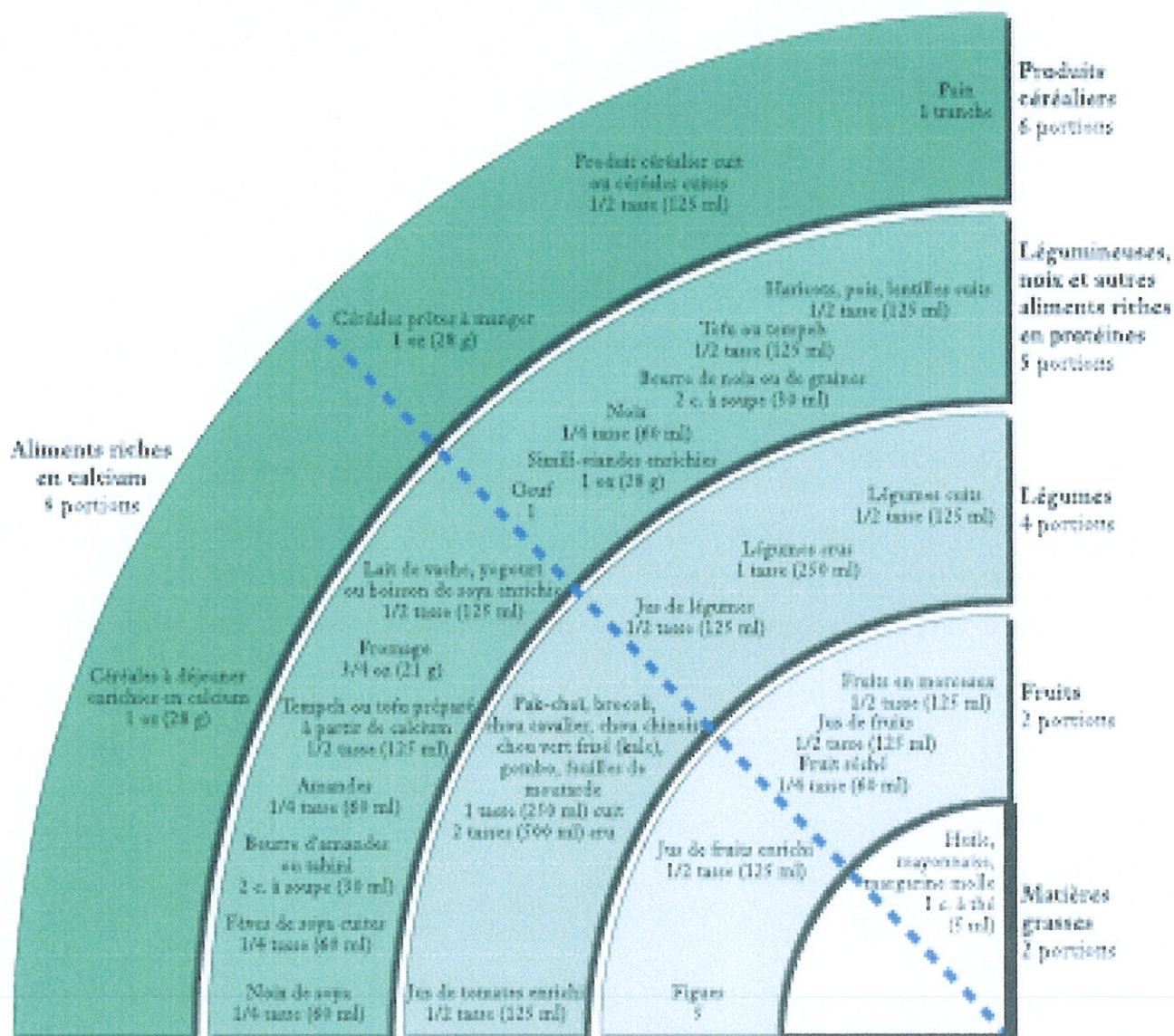
La ration journalière en terme de nombre de portion peut alors paraître importante mais il faut prendre en compte le fait que certains aliments entrent dans plusieurs catégories. Par exemple, une tasse de brocoli cuit représente à la fois une portion de légume mais aussi une portion d'aliment riche en calcium.

Grâce à ce guide alimentaire, le consommateur va alors pouvoir composer les menus de sa journée en s'assurant les apports nécessaires notamment en protéines et en calcium, limitant ainsi le risque d'apparition de carence.

Figure 1 : Le guide alimentaire végétarien [55]



Guide alimentaire végétarien



5.1.3. Supplémentation médicamenteuse

Une adaptation du régime alimentaire n'est pas toujours facile à réaliser, c'est pourquoi il est possible de recourir régulièrement à une complémentation médicamenteuse. Ces apports supplémentaires peuvent permettre soit de pallier une carence alimentaire diagnostiquée, soit de compléter l'alimentation afin d'assurer des apports suffisants et de permettre un stockage régulier des nutriments sensibles dans l'organisme.

5.1.3.1. Supplémentation en vitamine B₁₂ [56]

Comme nous l'avons dit précédemment, les apports alimentaires en vitamine B₁₂ sont possibles uniquement par les œufs, le lait et les produits laitiers et dans le cas d'une alimentation végétalienne, par les aliments enrichis en vitamine B₁₂. Les réserves de l'organisme ont alors tendance à s'épuiser au cours du temps. La concentration normale de vitamine B₁₂ dans le sang chez l'adulte sain est comprise entre 160 et 180 ng.L⁻¹. [57]

Des spécialités à base de cyanocobalamine sont indiquées en cas d'anémie par carence d'apport alimentaire en vitamine B₁₂ chez les végétariens stricts depuis plus de quatre ans. La spécialité *Vitamine B₁₂ BAYER®* se présente sous forme de comprimés pelliculés dosés à 1mg de cyanocobalamine et la spécialité *Vitamine B₁₂ GERDA®* sous forme de comprimés sécables dosés à 250 µg et d'ampoule buvable dosées à 1000 µg par ampoule de 4 mL.

Ces spécialités sont réservées à l'adulte et à l'adolescent de plus de 6 ans. Dans le cadre d'un traitement d'attaque dont le but est de restaurer les réserves hépatiques, la posologie est d'un comprimé ou une ampoule buvable par jour pendant une durée pouvant aller de 15 jours à un mois. Dans le cadre d'un traitement d'entretien, c'est-à-dire suffisant pour couvrir les besoins quotidiens, la posologie est de un comprimé ou une ampoule buvable tous les 10 jours.

La spécialité *Vitamine B₁₂ AGUETTANT®* se présente sous forme de solution buvable en ampoules dosées à 100µg par mL. La posologie dans le cadre d'un traitement d'attaque est alors de deux ampoules par jour pendant 15 jours à un mois et dans le cadre d'un traitement d'entretien, de deux ampoules tous les dix jours.

Ce traitement est contre indiqué en cas de tumeur maligne car la vitamine B₁₂ accélère la croissance des tissus dont le taux de multiplication cellulaire est très élevé.

Certains effets indésirables peuvent apparaître comme des réactions allergiques de type prurit, urticaire, eczéma voire choc anaphylactique et œdème de Quincke, mais aussi, à forte dose, une coloration des urines en rouge due à l'élimination urinaire de la vitamine B12.

Ces spécialités sont délivrables sans ordonnance et seule la *Vitamine B12 GERDA®* en ampoule est remboursable à 65 % par la sécurité sociale.

5.1.3.2. Supplémentation en vitamine D [56]

Malgré une alimentation équilibrée, une carence en vitamine D peut apparaître chez les individus végétariens d'autant plus que l'ensoleillement est faible. Il est alors possible d'avoir recours à une complémentation médicamenteuse.

Des spécialités à base de cholécalciférol (vitamine D₃) ou d'ergocalciférol (vitamine D₂) sont indiquées dans le traitement et/ou la prophylaxie de la carence en vitamine D.

La spécialité *Uvedose®* présentée sous forme de solution buvable en ampoules de 2 mL est dosée à 100 000 UI (soit 2,5 mg) de cholécalciférol. Chez l'adulte, le traitement de l'hypovitaminose est réalisé à la posologie de 1 à 2 ampoules par jour jusqu'au retour à la normale de la calcémie et de la phosphorémie tout en surveillant la calciurie pour éviter un surdosage. La prophylaxie se fait à une posologie d'une ampoule tous les trois mois.

La spécialité *Zyma D®*, solution buvable, est présentée sous forme de flacons dosés à 10 000 UI par mL et d'ampoules buvables de 2 mL dosées à 80 000 UI ou à 200 000 UI de cholécalciférol. La prophylaxie de l'hypovitaminose D est réalisée à la posologie de 2 à 3 gouttes par jour ou une ampoule à 80 000 UI tous les 2 à 3 mois ou encore 1 ampoule à 200 000 UI tous les 6 mois. Dans le traitement de l'hypovitaminose D, la posologie est de 7 à 66 gouttes par jour ou une ampoule à 80 000 UI tous les deux à trois mois ou encore une ampoule renouvelable un à deux fois sur six mois sans dépasser la dose de 600 000 UI par an.

Frubiose Vitamine D® se présente sous forme de solution buvable en ampoules contenant 1000 UI d'ergocalciférol par ampoule mais aussi 129 mg de gluconate de calcium et 36,8 mg de lactate de calcium pentahydraté soit au total 16 mg d'ions calcium par ampoule. Dans le cadre d'une prévention de carence en vitamine D chez un adulte sain, la posologie est d'une demi à une ampoule par jour et dans le cas d'une administration curative, la posologie est de deux à quatre ampoules par jour pendant trois à six mois.

Spécialités	Posologies usuelles chez l'adulte sain	
	Prophylaxie	Traitement ⁽¹⁾
Uvedose®	1 ampoule tous les 2 mois	1 à 2 ampoules par mois
Zyma D® gouttes buvables	2 à 3 gouttes par jour	7 à 66 gouttes par jour
Zyma D® 80 000 UI	1 ampoule tous les 2 à 3 mois	1 ampoule tous les 2 à 3 mois
Zyma D® 200 000 UI	1 ampoule tous les 6 mois	1 ampoule à renouveler 1 à 2 fois sur 6 mois
Frubiose Vitamine D®	½ à 1 ampoule par jour	2 à 4 ampoules par jour

⁽¹⁾ Le traitement d'une hypovitaminose D doit être réalisé jusqu'au retour à la normale de la calcémie et de la phosphorémie et en surveillant la calciurie pour éviter un surdosage

Tableau 10. Posologies de prophylaxie et de traitement des hypovitaminoses D chez l'adulte sain

Afin d'éviter tout surdosage en vitamine D, il est nécessaire de prendre en compte les apports pouvant provenir d'autres médicaments ou de l'alimentation (aliments enrichis en vitamine D notamment).

Les solutions buvables de vitamine D sont à administrer pures ou diluées dans de l'eau ou du jus de fruit.

Ces compléments vitaminiques sont contre-indiqués en cas d'hypersensibilité connue à la vitamine D, d'hypercalcémie, d'hypercalciurie ou de lithiase calcique.

Les spécialités *Uvédose®* et *Zyma D®* sont classées dans la liste II des substances vénéneuses et sont remboursables à 65 % par la sécurité sociale. *Frubiose Vitamine D®* est délivrable sans prescription médicale et n'est pas remboursable par la sécurité sociale.

Il est important de connaître les signes d'un surdosage en vitamine D. Les principaux signes cliniques sont : céphalées, anorexie, asthénie, amaigrissement, nausées, vomissements, polyurie, polydipsie, déshydratation, hypertension artérielle pouvant évoluer vers la formation de lithiase calcique ou vers une calcification tissulaire et une insuffisance rénale. Les signes biologiques sont une hypercalcémie, une hypercalciurie, une hyperphosphatémie et une hyperphosphaturie.

En cas de surdosage en vitamine D, le traitement consiste en un arrêt de l'administration de vitamine D mais aussi en une réduction des apports calciques et une augmentation de la diurèse par l'administration abondante de boissons.

5.1.3.3. Supplémentation en fer [56]

Certaines spécialités médicamenteuses à base de fer sont indiquées dans le traitement des anémies par carence martiale chez les adultes. Au niveau du bilan sanguin, ce type d'anémie se caractérise par une hémoglobinémie inférieure à la normale (130 à 170 g.L⁻¹ chez l'homme et 120 à 150 g.L⁻¹ chez la femme) et par une concentration de fer inférieure à la normale (0,55 à 1,65 mg.L⁻¹ chez l'homme et 0,50 à 1,60 mg.L⁻¹ chez la femme). [58]

La spécialité *Tardyferon*® 80 se présente sous forme de comprimés dosés à 80 mg de sulfate ferreux. Chez l'adulte, la posologie est de deux comprimés par jour administrés avant ou pendant les repas en fonction de la tolérance digestive. Par précaution, la prise doit se faire à distance des autres médicaments. La durée du traitement doit être suffisante pour corriger l'anémie et restaurer les réserves en fer de l'organisme soit environ 3 à 6 mois de traitement en fonction de l'état de déplétion des réserves. Un contrôle biologique de l'efficacité du traitement doit être effectué après trois mois par la mesure du taux d'hémoglobine, du volume globulaire moyen, du taux de fer sérique et de la saturation de la sidérophiline.

La spécialité *Timoférol*® se présente sous forme de gélules dosées à 50 mg de fer (sous forme sulfate) et à 30 mg d'acide ascorbique permettant une meilleure absorption du fer. Dans le cadre d'un traitement curatif chez l'adulte, la posologie usuelle est de 100 à 200 mg de fer par jour soit deux à quatre gélules par jour pendant 3 à 6 mois. Étant donnée la présence de vitamine du groupe C, la prise se fera avant le déjeuner.

La spécialité *Fumafer*® est utilisée chez l'adulte sous forme de comprimés dosés à 66 mg de fer. La posologie usuelle en traitement curatif est de deux à trois comprimés par jour. L'administration doit être réalisée de préférence à distance des repas si la tolérance digestive le permet.

La spécialité *Inofer*®, réservée à l'adulte et à l'enfant de plus de 6 ans, se présente sous forme de comprimés dosés à 100 mg de succinate ferreux anhydre soit 32,5 mg de fer. Dans le cadre d'un traitement curatif, la posologie usuelle est de 3 à 6 comprimés par jour.

D'autres spécialités comme *Fer UCB*®, *Ascofer*®, *Fero-Grad*® Vitamine C 500 ou *Ferrostrane*® sont des spécialités à base de fer qui peuvent être utilisées dans le traitement ou la prévention des anémies par carence martiale chez les individus végétariens.

L'utilisation de ces spécialités est contre indiquée en cas de surcharge martiale, d'antécédents d'allergie à un constituant et d'occlusion intestinale. Il est conseillé de ne pas consommer de façon importante de thé au cours du traitement puisque celle-ci inhibe l'absorption du fer.

Certains effets indésirables peuvent apparaître au cours du traitement comme la coloration habituelle des selles en noir ou gris noir, des troubles gastro-intestinaux de type nausée, diarrhée ou constipation, ou plus rarement des réactions allergiques cutanées.

Ces spécialités peuvent être délivrées sans prescription médicale et seules *Tardyferon*®, *Timoférol*®, *Fumafer*® et *Inofer*® sont remboursables à 65 % par la sécurité sociale.

5.1.3.4. Supplémentation en calcium [56]

Chez les individus végétariens ne consommant pas de produits laitiers ou en consommant en quantité insuffisante, le risque de carence calcique est important. La carence calcique doit être confirmée par une analyse biologique du sang. Le taux normal de calcium dans le sang chez un adulte sain est de 90 à 105 mg.L⁻¹ soit 2,25 à 2,62 mmol.L⁻¹.

Il existe alors de nombreuses spécialités à base de sels de calcium pour lesquelles l'indication prophylaxie ou traitement des carences d'apport en calcium ne figure pas dans l'autorisation de mise sur le marché : *Cacit*® 500, *Calcidose*® 500, *Calciprat*® 500 et 750, *Calperos*® 500, *Caltrate*® 500 et 600 par exemple. Ces spécialités peuvent cependant être utilisées dans le but de compléter les apports alimentaires ou de traiter une carence calcique chez un individu végétarien.

Il est alors nécessaire de prendre en compte les apports alimentaires et de ne pas dépasser l'apport nutritionnel conseillé qui est de 900 mg par jour. Un surdosage en calcium se manifeste par une hypercalciurie et une hypercalcémie dont les symptômes sont nausées, vomissements, polyurie, polydipsie et constipation.

Ces médicaments sont contre indiqués en cas de lithiase rénale, d'hypervitaminose D ou de pathologie entraînant une hypercalcémie et/ou une hypercalciurie.

5.1.3.5. Compléments alimentaires

L'utilisation de compléments alimentaires est intéressante chez les individus végétariens sans carence grave quelque soient les particularités du régime. Ils permettent alors de pallier les carences de l'alimentation.

Le but de la complémentation va alors être de cibler au maximum les nutriments à risque de carence chez l'individu en fonction des aliments qu'il ne consomme pas et de compléter ses apports à la hauteur des apports journaliers recommandés.

Il est alors impératif de prendre en compte les apports en vitamine D et en vitamine A provenant de l'alimentation ou de la prise d'autres médicaments afin d'éviter tout surdosage.

Ainsi, chez les individus ovo-végétariens, les nutriments à apporter sont le calcium, le fer, les vitamines D et B₁₂ et le sélénium ; chez les individus lacto-végétariens et ovo-lacto-végétariens, le fer, les vitamines D et B₁₂ et le sélénium et chez les individus végétaliens, le calcium, le fer, les vitamines D et B₁₂ et le sélénium.

À l'officine, il existe de nombreux compléments alimentaires plus ou moins riches en nutriments. Afin de s'adapter au mieux aux besoins individuels, il convient alors d'étudier la composition de chacun d'eux afin de trouver la formule la mieux adaptée.

La spécialité *Carencyl*® (Annexe 31) a une composition qui correspond assez bien aux besoins des individus ovo-végétariens et végétaliens. En effet, chaque capsule apporte notamment 5 mg de fer, 4 µg de vitamine B₁₂, 100 UI de vitamine D mais aussi 0,4 mg de zinc et 5,034 mg de calcium. Cette spécialité est indiquée dans l'asthénie fonctionnelle à une posologie pouvant aller de 1 à 3 capsules par jour selon l'intensité de la carence et le régime alimentaire et pendant une durée maximale de trois semaines. A la posologie maximale, *Carencyl*® permet donc un apport en fer deux fois supérieur aux AJR, un apport en vitamine B₁₂ douze fois supérieur aux AJR et un apport en vitamine D 1,5 fois supérieur aux AJR. Chaque capsule fournit également 1500 UI de rétinol. Il convient donc de prendre en compte les apports en vitamine A pouvant provenir de l'alimentation (éviter les aliments enrichis) ou d'une source médicamenteuse. *Carencyl*® est réservé à l'adulte et contre-indiqué en cas d'hypercalcémie, d'hypercalciurie, de lithiase calcique, d'immobilisation prolongée, de surcharge martiale ou d'hypersensibilité au soja ou à l'arachide. Les effets indésirables

pouvant survenir sont des troubles digestifs et une coloration des selles. Cette spécialité n'est pas prise en charge par la sécurité sociale. [56]

Les spécialités *BION® 3 Adulte* et *BION® 3 Senior* (Annexe 32) sont des associations de douze vitamines et de huit minéraux qui correspondent assez bien aux besoins des individus lacto-végétariens et ovo-lacto-végétariens. En effet, chaque comprimé apporte 100 % des AJR en vitamine D et en vitamine B₁₂, 36 % des AJR en fer, 33 % des AJR en zinc mais aussi 30µg de sélénium. Chaque comprimé renfermant 100 % des apports journaliers recommandés en vitamine A, il est important de ne pas apporter d'autres sources de rétinol. La posologie recommandée est de un comprimé par jour le matin en cure de 30 à 60 jours plusieurs fois par an. Cette spécialité est contre indiquée en cas d'hyperthyroïdie, d'hyperparathyroïdie, d'hypercalcémie et d'insuffisance rénale sévère. Il est important de remarquer que *BION® 3* renferme des protéines de lait. [59]

De nombreux autres compléments alimentaires peuvent aussi être utilisés pour compléter les régimes végétariens tout en étant moins complets que les précédents.

La spécialité *Frubiose®* (Annexe 33) renferme de la vitamine D et du calcium sous forme de solution buvable en ampoules de 5 mL. Chaque ampoule apporte 1000 UI d'ergocalciférol et 16 mg de calcium. Cette spécialité est indiquée dans la prévention des carences en vitamines D. Il est intéressant de noter que la fiche résumée des caractéristiques du produit notifie qu'il est « généralement admis que la prophylaxie de la carence en vitamine D doit se faire en cas de non exposition solaire ou de forte pigmentation cutanée associée à un régime alimentaire déséquilibré comme par exemple le régime végétarien ». Chez l'adulte sain, la posologie recommandée est d'une demi à une ampoule par jour à diluer dans un liquide (eau, jus de fruit, lait). L'utilisation de *Frubiose®* est intéressante chez les individus ne consommant ni lait ni produits laitiers. [56]

La spécialité *Gerimax® Adulte* (Annexe 34) est une association de vitamines et de minéraux intéressante particulièrement pour les lacto-végétariens et les ovo-lacto-végétariens. En effet, un comprimé de *Gerimax® Adulte* renferme 100 % des apports journaliers recommandés en vitamine B₁₂, D et en zinc mais aussi du sélénium. La forme sèche des comprimés de cette spécialité apporte en plus 71 % des AJR en fer. La posologie

recommandée est d'un comprimé par jour pendant une durée pouvant varier de 30 à 60 jours. [56]

La spécialité *Isoxan® Forme* (Annexe 35) est une association de neuf vitamines, deux minéraux et cinq oligoéléments. Elle est indiquée dans le but de restaurer l'équilibre nutritionnel notamment en cas d'alimentation déséquilibrée. Dans le cadre des régimes végétariens, *Isoxan® Forme* est intéressant car il renferme 300 % des apports journaliers recommandés en vitamine B₁₂ mais aussi du sélénium et peut compléter les apports en fer. Cependant, il ne renferme pas de vitamine D et une quantité négligeable de calcium. Il peut alors être conseillé dans le cadre de régimes ovo-lacto-végétariens pour compléter les apports en vitamine B₁₂ et en fer. La posologie usuelle est de trois comprimés par jour à avaler de préférence au cours des principaux repas par cure de trois semaines pouvant être renouvelée plusieurs fois par an.

5.2. Chez la femme enceinte et allaitante

5.2.1. Recommandations générales et adaptations

Comme nous l'avons vu précédemment, les besoins nutritionnels chez la femme enceinte et la femme allaitante sont peu différents de ceux de la femme en situation physiologique normale. Un régime équilibré suffit donc à couvrir les besoins pendant cette période. Pour cela, les données du Plan National Nutrition Santé concernant la femme enceinte ou allaitante sont les mêmes que celles concernant la femme adulte : consommer de la viande, du poisson ou des œufs au moins deux fois par jour, au moins cinq fruits et légumes par jour, des féculents à chaque repas en fonction de l'appétit, trois produits laitiers par jour et modérer la consommation de matières grasses et de sucres. Parmi les objectifs du PNNS figurent la réduction de la carence en fer pendant la grossesse et la promotion de l'allaitement maternel. Certains apports sont à surveiller chez la femme végétarienne. [46]

Chez les femmes ovo ou lacto-végétariennes allaitantes ayant une alimentation variée dans le respect des règles précédemment citées, les qualités nutritionnelles du lait maternel ne sont pas affectées et la croissance du nourrisson est normale pendant les six premiers mois de sa vie.

Au contraire, chez les femmes végétaliennes, les qualités nutritionnelles du lait maternel sont modifiées. La croissance du nourrisson est alors ralentie. L'introduction d'une

supplémentation entraîne un rattrapage de poids et de taille confirmant la présence d'une carence d'apport pouvant conduire à une malnutrition sévère. [18]

Les besoins protéiques chez la femme enceinte ou allaitante se situent légèrement au dessus de ceux nécessaires à la femme en situation physiologique normale. L'attention portée au choix des aliments protéiques devra alors être d'autant plus importante : consommation d'aliments protéiques à chaque repas en variant au maximum les sources et en pratiquant la complémentation protéique sans oublier le quinoa, source de protéines de très bonne qualité. Une attention particulière devra être accordée au soja et à ses dérivés qui, par mesure de précaution devront être consommés avec modération (au maximum une portion par jour).

Comme nous avons vu précédemment, les besoins supplémentaires en calcium sont captés par l'organisme dans les réserves osseuses de la mère. Ainsi, le statut calcique avant la grossesse est tout aussi important que les apports calciques pendant la grossesse ou l'allaitement afin de ne pas aggraver une carence maternelle préexistante ou de ne pas en provoquer une chez la mère ou le nourrisson. Chez les femmes lacto-végétariennes et ovo-lacto-végétariennes les apports en calcium peuvent être assurés par la consommation de trois produits laitiers par jour. Chez les autres types de végétariennes, les apports en calcium peuvent être augmentés par la consommation régulière d'une eau minérale enrichie en calcium (c'est-à-dire contenant au moins 150 mg de calcium par litre d'eau).

Les besoins en vitamine D de la femme enceinte sont considérés comme couverts lorsque la grossesse se déroule pendant une saison ensoleillée et que l'exposition solaire est suffisante c'est-à-dire une exposition des bras et des jambes de 15 minutes en été. Mais un bon ensoleillement ne dispense pas des adaptations alimentaires décrites chez l'individu physiologiquement normal à savoir la consommation régulière d'œufs si possible et de produits industriellement enrichis. Si la grossesse se déroule en hiver, une prise en charge médicale doit être envisagée pour éviter l'apparition d'une carence vitaminique.

Étant donnée l'augmentation de l'absorption du fer non-héminique pendant la grossesse, les besoins en fer peuvent être en partie couverts par une consommation accrue de végétaux riches en fer. Cependant, la grossesse chez une femme végétarienne nécessite, quelque soit le type de régime suivit, une supplémentation quotidienne à hauteur de 30 mg dès le début de la grossesse.

Les apports en vitamines B₁₂ chez les femmes consommant des œufs et/ou du lait et des produits laitiers peuvent être complétés par la consommation de produits industriellement enrichis en vitamine B₁₂. Dans ce cas, les apports sont à surveiller mais restent suffisants pour assurer une croissance normale du fœtus et du nouveau né. Au contraire, chez les femmes végétaliennes, ne consommant ni œufs, ni lait, ni produits laitiers, la consommation de produits enrichis n'est pas suffisante pour assurer les apports nutritionnels conseillés. La pratique de ce type de régime pendant la grossesse ou l'allaitement nécessite un suivi médical et une supplémentation médicamenteuse.

Dans tous les cas, un bilan complet avec dépistage des éventuelles carences doit être réalisé si possible avant le début de la grossesse où le plus tôt possible. Ce dépistage permettra alors une information précise de la future mère sur les risques encourus ainsi qu'une prise en charge précoce des carences et une adaptation du régime alimentaire voire une supplémentation médicamenteuse si besoin.

5.2.2. Adaptation du guide alimentaire végétarien [54]

Comme nous l'avons vu précédemment, le guide alimentaire végétarien des « diététistes du Canada » s'adapte en fonction de la situation physiologique de l'individu et notamment au cours de la grossesse et de l'allaitement.

Les six catégories d'aliments sont les mêmes que pour l'adulte en situation physiologique normale et la portion reste égale à une tasse d'environ 250 mL. Chaque jour, une femme enceinte ou allaitante devrait consommer sept à huit portions d'aliments protéiques, huit portions d'aliments à base de calcium, quatre portions d'aliments contenant de la vitamine B₁₂, six portions de produits céréaliers, quatre portions de légumes et deux portions de fruits, ce qui représente, par rapport à l'adulte en situation physiologique normale, une portion supplémentaire d'aliments riches en vitamine B₁₂ et deux à trois portions supplémentaires d'aliments protéiques.

5.2.3. Complémentation médicamenteuse [56] [59]

Toute complémentation médicamenteuse au cours de la grossesse doit se faire sur avis médical après analyse sanguine et détection de carence.

Les spécialités pouvant être utilisées pour la supplémentation en vitamine D sont les mêmes que chez l'adulte en situation physiologique normale.

Uvedose® dosé à 100 000 UI est indiqué dans le traitement et/ou la prophylaxie de la carence en vitamine D chez la femme enceinte à la posologie d'une ampoule en prise unique vers le sixième mois de grossesse. Chez la femme allaitante, *Uvedose*® peut-être administré chez la mère mais cette administration ne dispense pas d'une complémentation chez l'enfant.

Zyma D®, solution buvable dosée à 10 000 UI de vitamine D, est indiqué dans le traitement prophylactique de la carence en vitamine D à la dose de trois gouttes par jour à partir du sixième ou septième mois de grossesse. Au contraire, la forme dosée à 200 000 UI de vitamine D n'est pas adaptée à l'administration chez la femme enceinte.

De nombreuses spécialités médicamenteuses sont indiquées dans le traitement de la carence martiale chez la femme enceinte.

Tardyferon® 80 mg est indiqué dans le traitement préventif de la carence martiale de la femme enceinte lorsqu'un apport en fer alimentaire suffisant ne peut être assuré. La posologie recommandée est alors de 80 mg soit un comprimé par jour ou tous les deux jours pendant les deux derniers trimestres de la grossesse (à partir du quatrième mois).

De la même façon, les spécialités *Timoferol*® et *Fumafer*® sont indiquées dans le traitement préventif de la carence martiale de la femme enceinte à la posologie de 50 mg soit une gélule de *Timoferol*®, un comprimé ou une ou deux cuillère-doses de poudre de *Fumafer*® par jour pendant les deux derniers mois de la grossesse. L'utilisation de cette spécialité est possible chez la femme allaitante.

Des spécialités à base de sels de calcium ont l'indication pour l'utilisation chez la femme dans le cadre de la carence calcique en période de grossesse et d'allaitement. La posologie recommandée est de l'ordre de 1000 mg par jour en une ou deux prises. Dans tous les cas, la prise quotidienne ne doit pas dépasser 1500 mg. Les spécialités pouvant être utilisées sont par exemple le *Cacit*®, *Calcidose*®, *Caltrate*®, *Calperos*®.

Les associations de calcium et vitamine D comme *Caltrate*® Vitamine D 500 mg/400 UI ou *Cacit*® Vitamine D 500 mg/400 UI peuvent également être utilisées pendant la grossesse et l'allaitement mais la dose journalière ne doit pas dépasser 1500 mg de calcium et 600 UI de vitamine D. Chez la femme enceinte, un surdosage en cholécalciférol doit être évité

car l'hypercalcémie permanente qui en résulte peut entraîner chez l'enfant un retard physique et mental, une sténose aortique supraventriculaire ou une rétinopathie.

Il existe également des spécialités multivitaminées spécialement indiquées dans le cadre de la grossesse et de l'allaitement. Les acides gras oméga 3 étant importants pour la croissance du fœtus, un grand nombre de ces compléments contiennent de l'huile de poisson (riche en ces acides gras). Ainsi, les femmes enceintes ou allaitantes végétariennes ne s'autoriseront peut-être pas l'utilisation de ces spécialités.

Elevit® grossesse et allaitement fait partie des spécialités ne contenant pas d'huile de poisson (*Annexe 36*). Cette spécialité est indiquée dans la prévention ou la correction des troubles en rapport avec un régime alimentaire carencé ou déséquilibré au cours de la grossesse et de l'allaitement. Elle se présente sous forme de comprimés à avaler avec un grand verre d'eau à raison d'un comprimé par jour. La prise de cette spécialité est cependant contre indiquée en cas de prise concomitante d'autres médicaments contenant des vitamines et des minéraux au risque de provoquer un surdosage néfaste. Les effets indésirables pouvant se manifester sont des troubles digestifs et une coloration des selles en noir. *Elevit® grossesse et allaitement* ne figure pas au tableau des substances vénéneuses et n'est pas pris en charge par la sécurité sociale. Cette spécialité apporte 4 µg de vitamine B12 (soit une fois et demi l'ANC pour la femme enceinte), 500 UI de vitamine D (soit un apport légèrement supérieur à l'ANC), 800 µg de folates (soit deux fois l'ANC), 125 mg de calcium (soit un huitième de l'ANC) et 60 mg de fer (soit deux fois l'ANC). Pour les nutriments sensibles du régime végétarien, seul les apports en calcium sont inférieurs aux besoins : ce complément alimentaire correspond donc parfaitement aux femmes consommant du lait et des produits laitiers.

Oligobs® Grossesse est également un complément alimentaire adapté aux femmes enceintes ne contenant pas d'huile de poisson (*Annexe 37*). Elle se présente sous forme de comprimé à avaler avec un grand verre d'eau. La prise de ce complément est conseillée tout au long de la grossesse à la posologie de 2 comprimés par jour en une ou deux prises. À cette posologie, la prise d'*Oligobs® Grossesse* permet une supplémentation en vitamines et minéraux à la hauteur de 100 % de apports journaliers recommandés pour l'acide folique, la vitamine B₁₂ et le fer. Les apports en calcium restent cependant insuffisants et les apports en vitamine D sont nuls. Ce complément alimentaire correspond alors aux besoins d'une femme

ovo-lacto-végétarienne mais est insuffisant si la femme enceinte ne consomme ni lait, ni produits laitiers, ni œufs. [60]

5.3. Diversification alimentaire chez le nourrisson

5.3.1. Recommandations générales et adaptations [10] [61]

La diversification alimentaire chez le nourrisson doit se faire entre l'âge de 4 et 6 mois. Comme nous l'avons vu précédemment, avant l'âge de 6 mois, l'allaitement maternel est le meilleur choix pour l'alimentation du nourrisson puisque le lait maternel couvre à lui seul les besoins nutritionnels de l'enfant, à la seule condition que le régime alimentaire de la mère soit équilibré. Ensuite, le lait maternel peut représenter l'apport lacté de la phase de diversification alimentaire.

Jusqu'à l'âge de 12 mois, la diversification alimentaire consiste en l'introduction de légumes. D'abord, une partie de l'eau du biberon peut être remplacée par le bouillon d'une soupe de légume maison non salée puis, progressivement, par les légumes mixés ou une partie d'un petit pot aux légumes tout en diminuant la quantité de lait. Les légumes en purée à la petite cuillère pourront être débutés, en complément du biberon ou de la tétée. Les légumes pouvant être utilisés sont les pommes de terre auxquelles on peut ajouter un légume vert par jour de type carotte, haricots verts, épinards, courgette sans pépins ni peau, blanc de poireau ou potiron. Il faudra alors éviter les légumes à fort goût ou à risque allergique marqué comme par exemple les choux de toute sorte ou le vert de poireaux.

Au-delà de l'âge de 1 an, l'alimentation est dite diversifiée avec l'introduction de sources protéiques autres que le lait maternel (viande, poisson et œuf), de tout type de légumes sauf les légumes secs non mixés (qui ne seront introduits qu'à partir de l'âge de 18 mois), et des céréales et féculents à tous les repas. Le complément lacté peut être réalisé avec un lait dit de « croissance » nature et non sucré (afin de ne pas habituer l'enfant au goût du sucre) à la quantité maximale de 800 mL par jour.

Dans les familles végétariennes consommant des œufs et/ou du lait et des produits laitiers, la diversification alimentaire chez le nourrisson doit se faire par association judicieuse des aliments d'origine végétale selon le principe de complémentation protéique : mélanger légumineuses et céréales au sein du même repas. Cependant la méthode la plus sûre pour

garantir un apport protéique de qualité chez le nourrisson consiste à compléter le régime par du lait ou des produits laitiers. La consommation de ces produits permet aussi d'assurer des apports calciques suffisants. Pour les nutriments clés de l'alimentation végétarienne, les recommandations sont les mêmes que chez l'adulte : favoriser les aliments contenant du fer et des vitamines des groupes D et B₁₂.

Selon l'AFSSA, chez les individus végétariens suivant un régime adapté, la croissance au cours de la première enfance n'est pas différente de celle des omnivores. Par la suite, un régime ovo-lacto-végétarien équilibré couvre aisément les besoins.

Chez les individus végétaliens, le complément de l'allaitement maternel est le plus souvent réalisé avec des bouillies de céréales à l'eau ou des légumes entraînant alors, malgré une période d'allaitement souvent plus longue et une diversification retardée, une vitesse de croissance diminuée après 6 mois. L'introduction d'une supplémentation provoque un rattrapage de poids et de taille confirmant alors une carence d'apport ne se limitant pas aux protéines et pouvant conduire à des malnutritions sévères comme nous l'avons vu précédemment.

Selon l'AFSSA, pour éviter l'apparition d'un état de malnutrition chez le nourrisson végétalien, il n'existe pas d'autre choix que d'introduire dans l'alimentation des protéines animales sous forme de produits lactés.

Dans tous les cas, la pratique d'un régime végétarien chez le nourrisson ou l'enfant nécessite un suivi médical afin de procéder à une complémentation médicamenteuse si besoin.

5.3.2. Préparations pour nourrissons et aliments de suite à base de protéines de soja [51]

Les préparations pour nourrisson et préparations de suite à base de protéines de soja sont apparues au début des années 1900 aux États-Unis comme substitut du lait pour les nourrissons atteints d'intolérance au lait de vache. Ces préparations sont des produits diététiques à base de protéines de soja ne contenant ni lactose, ni saccharose, ni gluten, ni protéines de lait de vache. Actuellement, les produits autorisés à la commercialisation contiennent 90 à 95 % de protéines de soja.

Selon le Syndicat Français des Aliments de l'Enfance et de la Diététique (SFAED), la consommation de ces produits est passée de 0,5 % en 1996 à 1,7 % en 2000 puis à 2,1 % en 2003. Comme nous l'avons vu précédemment, les produits préparés à base de soja contiennent une quantité significative de phyto-estrogènes. Le potentiel toxique de ces molécules pourrait provenir d'une exacerbation de leurs propriétés pharmacologiques sur les organes cibles (comme l'utérus par exemple) ou de leurs effets délétères sur les organes annexes liés ou non à la fonction sexuelle (hypophyse, thyroïde ou tissus osseux par exemple).

Conformément à la législation, arrêté du 1^{er} juillet 1976 chapitre premier, article 6, relatif aux aliments destinés aux nourrissons et aux enfants en bas âge, « [...] la teneur en substances hormonales en particulier en estrogènes ou anabolisants doit être inférieure à 1 µg/kg d'aliment [...]»

Un rapport de l'AFSSA concernant les phyto-estrogènes contenus dans les préparations pour nourrissons et préparations de suite à base de soja révèle que ces préparations contiennent des quantités importantes d'isoflavones. Les nourrissons exclusivement nourris avec ce type d'aliments constituent alors le sous-groupe de la population le plus exposé aux phyto-estrogènes. [62]

De nombreux travaux expérimentaux ont montré que les phyto-estrogènes ont des effets sur le développement et le fonctionnement neuro-endocrinien et immunitaire dans différentes espèces animales. [63] [64] [65] [66] [67] [68] [69]. Cependant, malgré la forte exposition et les concentrations plasmatiques rapportées chez les nourrissons et enfants alimentés de façon prolongée avec des préparations à base de soja, il n'a pas été observé jusqu'à présent de troubles particuliers de la croissance et du développement endocrinien. Toutefois, on ne dispose pas d'étude à long terme portant notamment sur la fertilité.

Compte tenu de l'état actuel des connaissances et des incertitudes concernant les effets à long terme de l'ingestion prolongée de fortes doses d'isoflavones chez des nourrissons, l'AFSSA recommande de n'utiliser, chez les nourrissons jusqu'à 3 ans, des préparations à base de soja que si celles-ci sont à concentration réduite en isoflavones. Les tonyu sont donc contre-indiqués pour l'alimentation des nourrissons jusqu'à 3 ans.

6. Conclusion

Le risque carenciel d'un régime alimentaire végétarien augmente avec le taux d'éviction des produits d'origine animale : lait et produits laitiers, œufs, viande et poisson. La pratique d'un régime ovo-lacto-végétarien présente le risque de carence en protéine, en fer et en vitamine B₁₂. Le risque de carence calcique s'ajoute en cas de régime ovo-végétarien et la menace de carence en vitamine D s'ajoute en cas de régime lacto-végétarien. Dans le cas d'un régime végétalien, les éventualités sont cumulées.

Toutefois, si les nutriments traditionnellement apportés par les aliments d'origine animale comme les protéines, le fer, la vitamine B₁₂, le calcium et la vitamine D sont apportés par des aliments comme les légumineuses, les céréales, les oléagineux, les légumes verts ou encore le soja, le quinoa ou les eaux minérales minutieusement choisis, alors les régimes végétariens, quels qu'ils soient peuvent être équilibrés.

Il apparaît même des effets bénéfiques sur la santé vis-à-vis des maladies cardiovasculaires, métaboliques (hypercholestérolémie, diabète, obésité) et des cancers digestifs d'autant plus que la conduite d'un régime alimentaire végétarien va de paire avec une meilleure hygiène de vie le plus souvent sans tabac, sans alcool et sans pesticides.

Le recours aux compléments alimentaires peut malgré tout être utile pour parfaire les apports notamment au cours de périodes physiologiquement particulières telles que la grossesse, l'allaitement ou encore la croissance et l'adolescence. Dans ce cas, il convient de procéder à un bilan sanguin afin de cibler les carences et les risques.

Annexe 1 : Estimation du nombre de végétariens en Europe de l'Ouest en 2002 [8]

Pays	Nombre d'habitants (millions)	% de végétariens		Nombre de végétariens		Nombre moyen de végétariens (millions)
		minimum	maximum	minimum	maximum	
Autriche	8,1	1	3	0,243	0,324	0,2835
Belgique	10,2	2	2	0,204	0,204	0,204
France	58,6	1,5	2	0,879	1,172	1,0255
Allemagne	82	8	8	6,56	6,56	6,56
Irlande	3,7	6	6	0,222	0,222	0,222
Italie	58	2	3	1,16	1,74	1,45
Norvège	4,5	2	4	0,09	0,18	0,135
Pologne	38,6	0,5	1	0,193	0,386	0,2895
Espagne	39,4	2	2	0,788	0,788	0,788
Suède	8,8	7	8	0,616	0,704	0,66
Suisse	7,1	4	9	0,284	0,639	0,4615
Pays-Bas	15,8	4	5	0,632	0,79	0,711
Royame-Uni	59,5	9	9	5,355	5,355	5,355
Total	394,3	4,37	4,83	17,226	19,064	18,145
	Moyenne Européenne	4,60				

Annexe 2 : Teneur en acides aminés des céréales. [12]

Acides aminés	Avoine (farine)	Maïs (grain entier)	Orge (grain complet)	Riz (blanchi)	Seigle (farine)	Blé (grain entier)	Son	Germe de blé	Farine de blé
Alanine	876	398	555	534	541	602	1058	2026	422
Acide aspartique	372	147	267	108	225	322	363	514	304
Acide glutamique	292	258	248	165	261	299	421	711	248
Arginine	526	350	421	296	414	426	451	889	453
Cystine	1012	254	1190	784	581	896	728	871	1710
Glycocolle	517	182	406	255	401	374	583	1608	248
Histidine	234	464	196	150	172	196	220	482	174
Isoleucine*	698	342	603	342	522	589	568	1015	581
Leucine*	462	80	389	234	395	382	482	1047	321
Lysine*	130	363	140	140	130	210	90	120	130
Méthionine*	459	461	365	226	227	391	425	766	277
Phénylalanine*	711	716	592	408	561	577	680	1240	493
Proline	633	596	464	401	503	472	749	1620	367
Sérine	1075	1800	666	673	845	644	1108	2275	491
Thréonine*	2919	351	2771	1350	2856	3900	2769	4353	4171
Tryptophane*	656	850	453	307	512	512	875	1552	424
Tyrosine	723	473	1282	331	1108	1298	853	1355	1387
Valine*	656		476	329	510	600	667	1197	562

* Acides aminés essentiels

Annexe 3 : Composition de quelques céréales en macronutriments (pour 100 g) [12]

Produits	Kcal	KJ	Protides (g)	Glucides (g)	Lipides (g)
Farine blanche	346	1476	10	71,5	1,3
Farine de blé complet	342	1378	11,5	62,6	2,2
Farine de sarrasin	339	1442	12	64,5	2,8
Pâtes alimentaires	354	1509	12,5	70,9	1,4
Riz	356	1517	6,9	78,2	0,6
Semoule	351	1497	12,6	70,4	1,2
Pain	271	1155	8	56	1

Annexe 4 : valeur nutritionnelle des légumineuses (pour 100g) [12]

Aliment	Énergie (kJ)	Énergie (kcal)	Protéines (g)	Lipides (g)	Glucides (g)
Haricots blancs crus	1379,39	330	21,3	1,6	57,6
Soja sec	1787,78	427,7	35,1	17,7	32
Pois chiches crus	1508,98	361	18	5	61
Lentilles crues	1404,48	336	24	1,8	56

Annexe 5 : Index glycémique de quelques aliments [11]

Aliments	IG bas (< 50)	IG moyen (50-74)	IG élevé (≥ 75)
Sucre	Lactose (46) Fructose (23)	Glucose (100) Saccharose (65)	Miel (75)
Fruits	La plupart	Ananas (66), Mangue (55), Banane (53)	Pastèque (72)
Pain	Pain au son (44)	Pain blanc (70), Pain de seigle (50)	Baguette (95) Pain complet (77)
Pâtes	La plupart (30 à 50)		
Riz		La plupart (55 à 65)	Riz rapide (91)
Légumes	Petits pois (48) Pois chiches (33)	Carotte (71), Betterave (64), Pomme de terre (62)	Pommes de terre en flocon (83), Pommes de terre frites (75),
Légumineuses	Lentilles (29), Haricots secs (27), Soja (18)		Fèves (79)
Produits laitiers	Lait entier (27), Yaourt nature (14)	Crème glacée (61)	
Gâteaux,	Chocolat (49)	Mars® (68)	Gaufres (70)

Confiseries	Muffin (44)	Croissant (67)	
Divers	Cacahuètes (14)	Pizza au fromage (60), Chips (54)	

Annexe 6 : Teneur en saccharose de différents aliments (en g/100 g) [12]

ALIMENTS	TENEUR (en g/100g)	ALIMENTS	TENEUR (en g/100g)
FRUITS		SUCRERIES	
Banane	6 à 9	Bonbon	93
Ananas	7,5	Confiture	50 à 55
Orange, Pêche	4,2	Chocolat	20 à 60
Abricot	3,6	Miel	2,6 à 3
Pomme	2	LEGUMES FRAIS	
Prune	2	Betterave rouge	9 à 15
Poire	1	Chou	3,3 à 6,2
Raisin	0	Melon	2 à 3
Cerise	0	Carotte	1 à 2
		Oignon	0 à 1
FRUITS SECHES		LEGUMES SECS	
Datte	45 à 48	Pois secs	6,7
		Lentilles	2,1
		Haricots	1,6
FRUITS OLEAGINEUX		PRODUITS FARINEUX	
Cacahuète	4,5	Croissant	2
Noisette, Noix, Olive	0	Biscotte	1
BOISSONS		Viande, charcuterie, coquillages, œufs, laitage	0
Limonade	10 à 12		
Bière, Vin	0		

Annexe 7 : Teneur en fructose de différents aliments (en g/100 g) [12]

ALIMENTS	TENEUR (en g/100g)	ALIMENTS	TENEUR (en g/100g)
FRUITS FRAIS		LAIT	0
Raisin	7 à 11	FRUITS SECS	
Figue	8,2	Abricot	34
Poire	8	Figue	31
Cerise	7,2	Datte	15 à 20
Banane	7	PRODUITS	
Pomme	7	SUCRES	40,5
Prune	2,7	Miel	8
Orange	2,4	Confiture	
Fraise	2,3		
Pêche	1,6		
Ananas	1,4		
Abricot	0,4		

Annexe 8 : Teneur en fibres de quelques aliments (en g pour 100g) [11]

ALIMENTS	TENEUR (en g/100g)	ALIMENTS	TENEUR (en g/100g)
CEREALES		LEGUMINEUSES	
Son de blé	47,5	Haricot blanc	25,5
Pain complet	8,5	Pois chiches	15
Farine de blé blanche	3,5	Lentilles	11,7
Pain blanc		Petit pois	6,3
Riz blanc	2,7		
	3		
LEGUMES		FRUITS	
Carotte	3,7	Amandes	14,3
Pomme de terre	3,5	Noix	5,2
Chou	3,4	Banane	3,4
Laitue	1,5	Poire	2,4
	1,4	Pomme	1,4

Annexe 9 : Aliments sources de sodium (en mg pour 100 g) [12]

ALIMENTS	TENEUR (en g/100g)	ALIMENTS	TENEUR (en g/100g)
VIANDES		FARINEUX	
Jambon fumé	2100	Pain blanc	500
Saucisse	1000	Biscotte	280 à 400
Cervelle de veau	110	Pâtes avant cuisson	5
Foie de veau	80	Tapioca	4
Mouton	80	Semoule, Riz	3
Bœuf, Poulet	70	Farine	3
Lapin	40		
POISSONS		LEGUMES	
Sardines à l'huile	760	Choucroute	650
Thon en conserve	360	Haricots verts en conserve	410
Homard frais	300	Petits pois en conserve	270
12 huîtres	200	Céleri rave	100
Colinot bouilli	80	Épinards frais	100
Cabillaud	75	Carotte	50
Truite	70	Artichaut	47
Saumon frais	48	Chou	15
Brochet	29	Radis	14
		Endive	10
		Oignon	7
		Courge	3

ALIMENTS	TENEUR (en g/100g)	ALIMENTS	TENEUR (en g/100g)
MATIERES GRASSES		PRODUITS LAITIERS	
Margarine	270 à 300	Gruyère	420
Beurre	200	Camembert	340
		Œuf entier	130
		Lait de vache	50
PRODUITS SUCRES		FRUITS	
Biscuits secs	300	Abricots secs cuits	26
Pain d'épice	200	Raisin sec	22
Chocolat au lait	80	Noisette	20
Yaourt	50	Melon	19
Cake au fruit sans sel	22	Figue sèche	17
BOISSONS		Pruneau	10
Eau de Vichy®	1540 à 1728	Poire en conserve	8
Eau du robinet adoucie		Châtaigne	7
Cidre	100 à 150	Figue fraîche	5
Bière	100	Orange	3
Vin	80	Ananas en conserve	2
Perrier®	70	Ananas frais	0,3
Coca-cola®	14		
Eau de Volvic®	10		
Eau d'Evian®	8		
	5		

Annexe 10 : ANC en minéraux et oligo-éléments dans les différentes catégories de population

[10]

	Ca (mg)	P (mg)	Mg (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)	Cu (mg)	F (mg)	I (µg)	Se (µg)	Cr (µg)
De 1 à 3 ans	500	360	80	7	6	0,8	0,5	80	20	25
De 4 à 6 ans	700	450	130	7	7	1,0	0,8	90	30	35
De 7 à 9 ans	900	600	200	8	9	1,2	1,2	120	40	40
De 10 à 12 ans	1200	830	280	10	12	1,5	1,5	150	45	45
Garçons de 13 à 15 ans	1200	830	410	13	13	1,5	2,0	150	50	50
Filles de 13 à 15 ans	1200	800	370	16	10	1,5	2,0	150	50	50
Garçons de 16 à 19 ans	1200	800	410	13	13	1,5	2,0	150	50	50
Filles de 16 à 19 ans	1200	830	370	16	10	1,5	2,0	150	50	50
Hommes adultes	900	750	420	9	12	2,0	2,5	150	60	65
Femmes adultes	900	750	360	16	10	1,5	2,0	150	50	55
Hommes de plus de 65 ans	1200	750	420	9	11	1,5	2,5	150	70	70
Femmes de plus de 55 ans	1200	800	360	9	11	1,5	2,0	150	60	60
Femmes enceintes 3 ^e trimestre	1000	800	400	30	14	2,0	2,0	200	60	60
Femmes allaitantes	1000	850	390	10	19	2,0	2,0	200	60	55
Personnes âgées (> 75 ans)	1200	800	400	10	12	1,5	2,0	150	80	—

Annexe 11 : Teneur en calcium de différents aliments (en mg pour 100 g) [12]

ALIMENT	Teneur en mg/100 g	ALIMENT	Teneur en mg/100 g
LAIT, FROMAGE,		BOISSONS (mg/L)	
MATIERES		Vittel®	581
GRASSES ET		Hépar ®	581
ŒUFS		Contrexéville®	451
Gruyère	1010	Badoit®	170
Hollande	777	Perrier®	140
Cantal	776	Bière	80
Roquefort	700	Evian®	78
Fromage blanc	162	Volvic®	9
Camembert	154	POISSONS -	
Yaourt	140	CRUSTACES	
Lait écrémé	130	Caviar	137
Lait entier	125	Moule	100
2 œufs entiers	108	12 huîtres	70
Beurre	15	Saumon en boîte	66
Huile	0	Colin	64
FRUITS		Homard	62
Amande sèche	254	Crabe	45
Figue sèche	160	Brochet	20
Noix	80	VIANDES	
Abricot sec	80	Langue (bœuf)	30
Datte	71	Poulet	16
Cacahuète grillée	68	Cheval	16

Rhubarbe	50	Bœuf	10
Pruneau	45	Mouton	10
Framboise	40	Porc	10
Fraise	30	Jambon cuit	9
Orange	28	Foie	8
Ananas	20	LEGUMES	
Raisin	20	Cresson	211
Pamplemousse	20	Persil	200
Cerise	18	Haricots blancs	137
Prune	15	Oignon séché	130
Poire	13	Épinards	81
Banane	11	Endive	80
Pêche	8	Haricot vert	65
Pomme	6	Lentille	60

Annexe 12 : Teneur en phosphore de certains aliments (en mg/100 g) [12]

ALIMENT	Teneur en mg/100 g	ALIMENT	Teneur en mg/100 g
FRUITS		VIANDES ET	
Amande	470	POISSONS	
Noisette	400	Poulet	220
Noix	400	Veau, Poissons sauf	200
Avocat	38	sardines et thon,	
Banane	28	Mouton, Cheval,	
Fraise	27	Bœuf, Porc	175
Orange, Abricot	23	LEGUMES	
Pêche, Citron	22	Soja	580
Raisin	21	Petits pois	122
Cerise	20	Champignons	100
PRODUITS SUCRES		Persil	80
Chocolat	400	Chou-fleur	72
Sucre	40	Pomme de terre	60
Miel	16	Haricot vert	44
Confiture	15	Carotte	37
FECULENTS		PRODUITS	
Haricots blancs	400	LAITIERS ET	
Lentilles	400	ŒUFS	600
Riz	300	Gruyère	560
Pâtes	165	Jaune d'œuf	360
Biscottes	110	Roquefort	200
Pain	90	Œufs	139

Annexe 13 : Aliments riches en magnésium (en mg/100 g) [12]

ALIMENT	Teneur en mg/100 g	ALIMENT	Teneur en mg/100 g
Cacao	410	Banane	35
Soja	310	Riz	30
Amandes	254	Persil	30
Arachide	170	Pâtes	30
Haricot blanc	170	Pomme de terre	30
Noix, noisette	140	Artichaut	30
Flocons d'avoine	130	Betterave	23
Mais	120	Viandes	20 à 50
Pain complet	90	Poissons	20 à 30
Lentilles	90	Lait, Œufs	traces
Figues fraîches	72	EAUX	
Chocolat	70	MINERALES	
Datte sèche	68	Vittel®, Hépar®	110 mg/L
Pain blanc	50	Badoit®	83 mg/L
Épinards	50	Vichy®	67mg/L
Avocat	41	Contrex®	53 mg/L

Annexe 14 : Teneur en fer de certains aliments (en mg/100 g) [12]

ALIMENT	Teneur en mg/100 g	ALIMENT	Teneur en mg/100 g
Farine de soja	13	Foie de veau	5
Cacao	12	Fruits secs (en moyenne)	4
Foie de bœuf	12	Pain	3.5
Haricots blancs	9	Épinards	3
Huîtres	7	Persil	3
Jaune d'œuf	7	Viandes (en moyenne)	3
Lentilles	7		
Pois secs	6		

Annexe 15 : Teneur des principaux aliments riches en cuivre (en mg/100 g) [12]

ALIMENT	Teneur en cuivre en mg pour 100g
Foie de veau ou de mouton	15
Coquille Saint-Jacques	10
Huître, Moule	4 à 9
Cacao	3,5
Écrevisse, Foie de bœuf	2
Crustacés, Œuf de poisson, Blé, Avoine, Pain d'épice, Soja, Poivre	1

Annexe 16 : ANC en vitamines dans les différentes catégories de population [10]

	C (mg)	B1 (mg)	B2 (mg)	B3 (mg)	B5 (mg)	B6 (mg)	B8 (µg)
Nourrissons	50	0,2	0,4	3	2	0,3	6
De 1 à 3 ans	60	0,4	0,8	6	2,5	0,6	12
De 4 à 6 ans	75	0,6	1	8	3	0,8	20
De 7 à 9 ans	90	0,8	1,3	9	3,5	1	25
De 10 à 12 ans	100	1	1,3-1,4	10	4	1,3	35
Adolescent 13 à 15 ans	110	1,3	1,6	13	4,5	1,6	45
Adolescente 13-15 ans	110	1,1	1,4	11	4,5	1,5	45
Adolescent 16-19 ans	110	1,3	1,6	14	5	1,8	50
Adolescente 16-19 ans	110	1,1	1,5	11	5	1,5	50
Hommes ¹	110	1,3	1,6	14	5	1,8	50
Femmes ¹	110	1,1	1,5	11	5	1,5	50
Personnes âgées (>75 ans)	120	1,2	1,6	14-16	5	2,2	60
Femmes enceintes	120	1,8	1,6	16	5	2	50
Femmes allaitantes	130	1,8	1,8	15	7	2	55

¹ Sujets adultes

	B9 (µg)	B12 (µg)	A (µg)	E (mg)	D (µg)	K (µg)
Nourrissons	70	0,5	350	4	20-25	5-10
De 1 à 3 ans	100	0,8	400	6	10	15
De 4 à 6 ans	150	1,1	450	7,5	5	20
De 7 à 9 ans	200	1,4	500	9	5	30
De 10 à 12 ans	250	1,9	550	11	5	40
Adolescent 13 à 15 ans	300	2,3	700	12	5	45
Adolescente 13-15 ans	300	2,3	600	12	5	45
Adolescent 16-19 ans	330	2,4	800	12	5	65
Adolescente 16-19 ans	300	2,4	600	12	5	65
Hommes 1	330	2,4	800	12	5	45
Femmes 1	300	2,4	600	12	5	45
Personnes âgées (>75 ans)	330-400	3	700-600	20-50	10-15	70
Femmes enceintes	400	2,6	700	12	10	45
Femmes allaitantes	400	2,8	950	12	10	45

¹ Sujets adultes

Annexe 17 : Teneur en vitamine A de certains aliments (en UI/100 g) [12]

ALIMENT	Teneur (en mg/100 g)	ALIMENT	Teneur (en équivalent rétinol pour 100 g*)
PRODUITS LAITIERS ET MATIERES GRASSES		FRUITS	
Huile de foie de morue	85000	Melon frais	3420
Beurre	3300	Abricot frais	2790
Camembert	1020	Pêche fraîche	880
Lait de brebis	200	Orange fraîche	190
Yaourt	145	LEGUMES	
Lait de vache	140	Pissenlit frais	13650
VIANDES		Carotte fraîche	12000
Foie de mouton	50500	Épinards frais	9420
Foie de veau	22500	Persil	8320
Foie de bœuf	20000	Bette	6500
POISSON		Ciboulette	5800
Anguille fraîche	2000	Courge et potiron	3400
Sardine	710	Endive	3000
Carpe	300	Pomme de terre	20
Moule	180	CEREALES	
		Germe de blé	650

* pour les produits végétaux, les teneurs sont exprimées en équivalent rétinol, c'est-à-dire prenant en compte le carotène avec son coefficient de conversion de 6µg de carotène pour 1µg de rétinol

Annexe 18 : Teneur en vitamine D de quelques aliments (en µg/100g) [12]

ALIMENT	Teneur (en µg/100 g)	ALIMENT	Teneur (en µg/100 g)
CEREALES ET DERIVES		LAIT ET PRODUITS	
Germe de blé	0,7	LAITIERS	
VIANDE		Emmental	2,5
Foie de poulet	1,3	Brie	0,5
Foie de veau ou de porc	0,5	Lait de vache cru	0,1
POISSON			
Anguille fumée	160	CHAMPIGNON FRAIS	3,8
Saumon	160	MATIERES GRASSES	
Sardine entière sans huile en conserves	60	Huile de foie de morue	213
Sardine fraîche	36	Beurre frais non salé	1
Hareng frais	23	DIVERS	
		Cacao sec en poudre	2,5

Annexe 19 : Teneur en vitamine E de certains aliments (en mg/100 g) [12]

ALIMENTS	Teneur en mg/100 g
Huile de germe de blé	133
Huile d'olive	8
Cacao en poudre	3,1
Noix de coco fraîche	2,7
Beurre	2,6
Foie	1
Banane	0,4
Viande	0,3 à 0,7
Lait	0,06

Annexe 20 : Teneur en vitamine B₁ de certains aliments crus (en mg/100 g) [12]

Teneur	Aliments crus
3 à 20 mg pour 100 g	Extraits de levure, Levure de bière sèche, Levure de boulanger Germe de blé
0,5 à 3 mg pour 100 g	Abats Châtaigne, farine de blé complète, Lentille Haricots frais, Pois, Orange Noisette, Noix Huître, Œuf de poule, Viande de porc
0,1 à 0,5 mg pour 100 g	Banane, Carotte, Choux, Légumes verts, Pomme de terre Farines blanches, Pain complet, Pâtes alimentaires Poissons, Viandes
0,02 à 0,1 mg pour 100 g	Fromages, Lait Fruits frais, Salade Pain blanc

Annexe 21 : Teneur en vitamine B2 de certains aliments (en mg/100 g) [12]

ALIMENT	Teneur (en mg/100 g)	ALIMENT	Teneur (en mg/100 g)
FRUITS		PRODUITS LAITIERS	
Avocat	0,13	Lait de brebis	0,50
Datte séchée	0,10	Camembert	0,45
Figue	0,08	Lait de vache	0,15
Abricot	0,05	LEVURES ET	
LEGUMES		FARINES	
Persil	0,28	Levure de boulanger	2,5 à 3
Lentilles	0,25	Grain de blé	3 à 5
Haricots blancs secs	0,22	Germe de blé	0,5 à 4
Épinards, Endive	0,20	Farine de blé	0,1 à 4
Asperge	0,19	VIANDE	
Betterave rouge	0,17	Veau (foie)	3,12
CHAMPIGNONS		Bœuf (foie)	2,9
Cèpe	0,37	Canard	0,24
FRUITS		Porc (jambon cru)	0,18
OLEAGINEUX		POISSON	
Amande	0,67	Maquereau	0,35
Noisette	0,55	Anguille	0,31
OEUF	0,34	Hareng	0,24

Annexe 22 : Teneur en vitamine B3 de certains aliments (en mg/100 g) [12]

ALIMENT	Teneur (en mg/100 g)	ALIMENT	Teneur (en mg/100 g)
FRUITS		PRODUITS LAITIERS	
Datte séchée	2,2	Camembert	1,45
Pêche	0,9	Lait de brebis	0,50
Abricot	0,7	Lait de vache	0,07
Autres	0,6	VIANDE	
LEGUMES		Foie de veau	17
Fève	2,5	Lapin	12,6
Petit pois frais	2,5	Bœuf	4,6
Lentille	2,2	Jambon cru	4
Soja	2,1	POISSON	
Asperge, Oignon séché,		Thon rouge en boîte	10,8
Persil	1,4	Saumon frais	7,5
Pomme de terre	1,2	Hareng	4,3
Artichaut, Pissenlit	0,8	Sardine	3,9
Chou-fleur, Tomate	0,6	CHAMPIGNONS	
CEREALES ET FARINES		Levure fraîche de bière	36,2
Blé, Farine complète	4,6	Bolet	4,9
Germe de blé	4,6	FRUITS OLEAGINEUX	
Riz non décortiqué	4,6	Cacahuète	16,2
Maïs	1,7	Noisette	5,3
Riz décortiqué	1,6	Amande	4,6
		Noix	1

Annexe 23 : Teneur en vitamine B6 de certains aliments (en mg/100 g) [12]

ALIMENT	Teneur (en mg/100 g)	ALIMENT	Teneur (en mg/100 g)
VIANDE		LEGUMES	
Lapin	0,60	Soja	0,64
Bœuf	0,50	Lentilles	0,49
Poulet	0,50	Pomme de terre, Chou-	
Veau (côte)	0,43	fleur, Épinard	0,20
POISSON		Petits pois	0,18
Saumon frais	0,98	Chou rouge	0,15
Maquereau	0,70	Carotte	0,12
Hareng fumé, Crabe	0,35	Chou blanc	0,11
Morue, Haddock	0,20	FRUITS	
Crevette fraîche	0,13	Avocat	0,61
OEUF (48 g)	0,12	Banane	0,32
PRODUITS LAITIERS		Datte, Raisin	0,10
Camembert	0,25	Ananas	0,08
Emmental	0,09	Pomme, Poire, Orange	0,03
Yaourt	0,05	Pêche	0,02
Lait de chèvre	0,03	CHAMPIGNON	
CEREALES ET FARINES		Levure de boulanger	1,2
Germe de blé	0,92	FRUITS OLEAGINEUX	
Avoine flocons	0,75	Noix	1
Maïs	0,22	Cacahuètes	0,3
Riz poli	0,15	Amandes	0,1

Annexe 24 : Teneur en vitamine B₁₂ de certain groupe d'aliment (en µg par portion) [12]

ALIMENTS	PORTION	Teneur en µg
Foie de veau	100 g	60
Poisson (maquereau, harengs)	100 g	10
Viandes	100 g	0,7 à 1
Lait	100 g	0,6
Jaune d'œuf	1	0,34
Céréales	100 g	0
Fruits	100 g	0
Légumes	100 g	0

Annexe 25 : Teneur en vitamine C de certains aliments crus (en mg/100 g) [12]

ALIMENT	Teneur (en mg/100 g)	ALIMENT	Teneur (en mg/100 g)
FRUITS		LEGUMES	
Cassis	140	Persil	200
Kiwi	50 à 100	Choux de Bruxelles	100
Fraise	60	Cresson	75
Citron, Orange	50	Chou-fleur	70
Pamplemousse	40	Épinards	60
Groseille	30	Chou, chou-rave	50
Poire, Raisin, Abricot,		Pissenlit	35
Airelle, Banane, cerise,		Tomate	30
Coing, Melon, Myrtille,		Petits pois frais	26
Pêche, Pomme	4 à 15	Mâche	20
PRODUITS LAITIERS		Pomme de terre	17
Lait de vache	1	Champignon, Laitue	8
Fromages	0	Petits pois en boîte	9
VIANDE, POISSON,			
ŒUFS, MATIÈRES			
GRASSES,			
CÉRÉALES, FRUITS			
OLEAGINEUX	Traces		

Annexe 26 : Perspectives de prévention nutritionnelle des cancers d'après le WCRF

International [39]

Cancers	% de cancer dans le monde	Facteurs alimentaires procancérigènes (↗) et protecteurs (↘)	% de cancers évitables par l'alimentation *
Bouche et pharynx	6 %	↘ Fruits et légumes ↗ Alcool	33-50 %
Naso-pharyng, larynx	2 %	↘ Fruits et légumes ↗ Alcool, poissons salés	33-50 %
Œsophage	5 %	↘ Fruits et légumes ↗ Alcool, carences en micronutriments	50-75 %
Poumon	13 %	↘ Fruits et légumes	20-33 %
Estomac	10 %	↘ Fruits et légumes, meilleure conservation ↗ Sel, aliments fumés, brûlés ou excessivement cuits	66-75 %
Pancréas	2 %	↘ Fruits et légumes ↗ Viandes, graisses animales	33-50 %
Foie	5 %	↗ Alcool, aflatoxines produites par moisissures sur aliments mal conservés en milieu humide	33-66 %
Côlon, rectum	8 %	↘ Légumes ↗ Excès calorique, surpoids,	66-75 %

		alcool, viandes, charcuteries, glucides raffinés	
Sein	9 %	↘ Légumes ↗ Obésité post-ménopause, alcool	33-50 %
Ovaire	2 %	?	?
Endomètre	2 %	↗ Obésité	25-50 %
Col de l'utérus	5 %	↘ Fruits et légumes	12-20 %
Prostate	4 %	↘ Fruits et légumes ↗ Viandes, graisses de viande, produits laitiers	10-20 %
Thyroïde	1 %	↗ Carence en iode	10-20 %
Rein	2 %	↗ Obésité	25-33 %
Vessie	3 %	↘ Fruits et légumes	10-20 %
Autres	21 %	?	10 %
Tous cancers confondus			30-40 %

* hypothèse haute et basse





LA SANTÉ VIENT EN MANGEANT

LE GUIDE ALIMENTAIRE POUR TOUS

VOS REPÈRES DE CONSOMMATION		
Fruits et légumes	<p style="margin: 0;">au moins 5 par jour</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • à chaque repas et en cas de petits creux • crus, cuits, nature ou préparés • frais, surgelés ou en conserve
Pains, céréales, pommes de terre et légumes secs	<p style="margin: 0;">à chaque repas et selon l'appétit</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • favoriser les aliments céréaliers complets ou le pain bis • privilégier la variété
Lait et produits laitiers (yaourts, fromages)	<p style="margin: 0;">3 par jour</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • privilégier la variété • privilégier les fromages les plus riches en calcium, les moins gras et les moins salés
Viandes et volailles, produits de la pêche et œufs	<p style="margin: 0;">1 à 2 fois par jour</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • en quantité inférieure à l'accompagnement • viandes : privilégier la variété des espèces et les morceaux les moins gras • poisson : au moins 2 fois par semaine
Matières grasses ajoutées	<p style="margin: 0;">limiter la consommation</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • privilégier les matières grasses végétales (huiles d'olive, de colza...) • favoriser la variété • limiter les graisses d'origine animale (beurre, crème...)
Produits sucrés	<p style="margin: 0;">limiter la consommation</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • attention aux boissons sucrées • attention aux aliments gras et sucrés à la fois (pâtisseries, crèmes desserts, chocolat, glaces...)
Boissons	<p style="margin: 0;">de l'eau à volonté</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • au cours et en dehors des repas • limiter les boissons sucrées (privilégier les boissons light) • boissons alcoolisées : ne pas dépasser, par jour, 2 verres de vin (de 10 cl) pour les femmes et 3 pour les hommes. 2 verres de vin sont équivalents à 2 demis de bière ou 6 cl d'alcool fort <p style="font-size: small; margin: 0;">* à l'exception des femmes enceintes auxquelles il est recommandé de s'abstenir de toute consommation d'alcool pendant la durée de la grossesse.</p>
Sel	<p style="margin: 0;">limiter la consommation</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • préférer le sel iodé • ne pas resaler avant de goûter • réduire l'ajout de sel dans les eaux de cuisson • limiter les fromages et les charcuteries les plus salés et les produits apéritifs salés
Activité physique	<p style="margin: 0;">au moins l'équivalent d'une demi-heure de marche rapide par jour</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • à intégrer dans la vie quotidienne (marcher, monter les escaliers, faire du vélo...)

Tableau extrait du guide alimentaire "La santé vient en mangeant - le guide alimentaire pour tous" réalisé par le Ministère de la santé et de la Protection Sociale, le Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche et des affaires rurales, l'Assurance maladie, l'Institut national de prévention et d'éducation pour la santé, l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments et l'Institut de veille sanitaire.

Annexe 28 : Différents mode d'utilisation des graines de quinoa : cuisson de base

1. Mélanger un volume de quinoa avec deux volumes d'eau dans une casserole. Porter à ébullition puis couvrir et laisser cuire à feu doux pendant 10 à 15 minutes.
2. Porter 2 volumes d'eau à ébullition et les verser sur 1 volume de quinoa préalablement rincé à l'eau froide. Cuire à feu doux jusqu'à apparition des germes translucides.

Législation communautaire en vigueur

Document 390L0496

390L0496

Directive 90/496/CEE du Conseil, du 24 septembre 1990, relative à l'étiquetage nutritionnel des denrées alimentaires

Journal officiel n° L 276 du 06/10/1990 p. 0040 - 0044

Edition spéciale finnoise ...: Chapitre 15 Tome 10 p. 7

Edition spéciale suédoise ...: Chapitre 15 Tome 10 p. 7

Modifications:

Repris par 294A0103(52) (JO L 001 03.01.1994 p.263)

Texte:

DIRECTIVE DU CONSEIL

du 24 septembre 1990

relative à l'étiquetage nutritionnel des denrées alimentaires

(90/496/CEE)

LE CONSEIL DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES,

vu le traité instituant la Communauté économique européenne, et notamment son article 100 A,

vu la proposition de la Commission (1),

en coopération avec le Parlement européen (2),

vu l'avis du Comité économique et social (3),

considérant qu'il est important d'adopter des mesures en vue d'établir progressivement le marché intérieur d'ici au 31 décembre 1992; que le marché intérieur comporte un espace sans frontières intérieures dans lequel la libre circulation des biens, des personnes, des services et des capitaux est assurée;

considérant que la corrélation entre l'alimentation et la santé ainsi que le choix d'une alimentation appropriée correspondant aux besoins de chacun suscitent un intérêt croissant auprès du grand public;

considérant que le Conseil et les représentants des gouvernements des États membres réunis au sein du Conseil ont, dans leur résolution du 7 juillet 1986 concernant le programme d'action européen contre le cancer, considéré comme prioritaire l'amélioration de la nutrition;

considérant que la connaissance des principes de base de la nutrition et un étiquetage nutritionnel adéquat des denrées alimentaires contribueraient de manière appréciable à permettre au consommateur le choix susmentionné;

considérant que l'étiquetage nutritionnel devrait favoriser les actions menées dans le domaine de l'éducation nutritionnelle du grand public;

considérant que, dans l'intérêt du consommateur, d'une part, et pour éviter toute éventuelle entrave technique aux échanges, d'autre part, l'étiquetage nutritionnel devrait se présenter sous une forme standardisée dans l'ensemble de la Communauté;

considérant que les denrées alimentaires portant un étiquetage nutritionnel doivent être conformes aux règles définies dans la présente directive;

considérant que toute autre forme d'étiquetage nutritionnel doit être interdite mais que les denrées alimentaires ne portant aucun étiquetage nutritionnel doivent pouvoir circuler librement;

considérant que, pour attirer l'attention du consommateur moyen et servir l'objectif pour lequel elle est introduite, et étant donné le niveau actuellement faible des connaissances dans le domaine de la nutrition, l'information fournie doit être simple et facilement compréhensive;

considérant que l'application de la présente directive pendant une certaine période permettra d'acquérir une expérience précieuse dans le domaine considéré et d'évaluer la manière dont les consommateurs réagissent à la façon dont sont présentées les informations relatives à la composition nutritionnelle des denrées alimentaires, ce qui permettra à la Commission de revoir les réglementations et de proposer toute modification pertinente;

considérant que, dans le but d'amener les milieux intéressés et plus particulièrement les petites et moyennes entreprises à fournir un étiquetage nutritionnel pour un nombre de produits aussi élevé que possible, l'introduction de mesures rendant l'information plus complète et mieux équilibrée doit s'effectuer de manière progressive;

considérant que les règles définies dans la présente directive doivent également tenir compte des directives du Codex alimentarius en matière d'étiquetage nutritionnel;

considérant, enfin, que les dispositions générales en matière d'étiquetage et les définitions figurent dans la directive 79/112/CEE du Conseil, du 18 décembre 1978, relative au rapprochement des législations des États membres concernant l'étiquetage et la présentation des denrées alimentaires ainsi que la publicité faite à leur égard (1), modifiée en dernier lieu par la directive 89/395/CEE (2); que la présente directive peut donc se limiter aux dispositions relatives à l'étiquetage nutritionnel,

A ARRÊTÉ LA PRÉSENTE DIRECTIVE:

Article premier

1. La présente directive concerne l'étiquetage nutritionnel des denrées alimentaires destinées à être livrées en l'état au consommateur final. Elle s'applique également aux denrées alimentaires destinées à être livrées aux restaurants, aux hôpitaux, aux cantines et autres collectivités similaires, ci-après dénommés « collectivités ».

2. La présente directive ne s'applique pas:

- aux eaux minérales naturelles ni aux autres eaux destinées à la consommation humaine,
- aux intégrateurs de régime/compléments alimentaires.

3. La présente directive s'applique sans préjudice des dispositions en matière d'étiquetage figurant dans la directive 89/398/CEE du Conseil, du 3 mai 1989, relative au rapprochement des législations des États membres concernant les denrées destinées à une alimentation particulière (1), ainsi que des directives spécifiques prévues par l'article 4 de ladite directive.

4. Aux fins de la présente directive, on entend par:

a) étiquetage nutritionnel: toute information apparaissant sur l'étiquette et relative:

i) à la valeur énergétique;

ii) aux nutriments suivants:

- protéines,
- glucides,
- lipides,

- fibres alimentaires,
- sodium,
- vitamines et sels minéraux, énumérés à l'annexe lorsqu'ils sont présents en quantité significative conformément à ladite annexe.

Les modifications à la liste des vitamines, des sels minéraux et de leur apport journalier recommandé sont adoptées conformément à la procédure prévue à l'article 10;

b) allégation nutritionnelle: toute représentation et tout message publicitaire qui énonce, suggère ou implique qu'une denrée alimentaire possède des propriétés nutritionnelles particulières de par l'énergie (valeur calorique) qu'elle:

- fournit,
- fournit à un taux réduit ou accru

ou

- ne fournit pas,

et/ou de par les nutriments qu'elle:

- contient,
- contient en proportion réduite ou accrue

ou

- ne contient pas.

La mention qualitative ou quantitative d'un nutriment ne constitue pas une allégation nutritionnelle dans la mesure où elle est prescrite par la législation.

Selon la procédure définie à l'article 10, il peut être décidé dans certains cas si les conditions prévues au présent point sont remplies;

c) protéines: la teneur en protéines calculée à l'aide de la formule: protéine = azote total (Kjeldahl) \times 6,25;

d) glucides: tous les glucides métabolisés par l'homme, y compris les polyols;

e) sucres: tous les monosaccharides et disaccharides présents dans un aliment, à l'exclusion des polyols;

f) lipides: les lipides totaux, y compris les phospholipides;

g) acides gras saturés: tous les acides gras sans double liaison;

h) acides gras mono-insaturés: tous les acides gras avec double liaison cis;

i) acides gras polyinsaturés: tous les acides gras avec doubles liaisons interrompues cis, cis-méthylène;

j) fibres alimentaires: la substance à définir conformément à la procédure prévue à l'article 10 et mesurée par la méthode d'analyse à déterminer conformément à ladite procédure;

k) valeur moyenne: la valeur qui représente le mieux la quantité d'un nutriment contenu dans un aliment donné et qui tient compte des tolérances dues aux variations saisonnières, aux habitudes de consommation et aux autres facteurs pouvant influencer la valeur effective.

Article 2

1. Sous réserve du paragraphe 2, l'étiquetage nutritionnel est facultatif.

2. Lorsqu'une allégation nutritionnelle figure dans l'étiquetage, la présentation ou la publicité, à l'exclusion des campagnes publicitaires collectives, l'étiquetage nutritionnel est obligatoire.

Article 3

Ne sont admises que les allégations nutritionnelles relatives à la valeur énergétique et aux nutriments énumérés à l'article 1er paragraphe 4 point a) sous ii) ainsi qu'aux substances qui appartiennent à l'une des catégories de ces nutriments ou en sont des composants. Des dispositions concernant la restriction ou l'interdiction éventuelle de certaines allégations nutritionnelles au sens du présent article peuvent être adoptées selon la procédure prévue à l'article 10.

Article 4

1. En cas d'étiquetage nutritionnel, les informations à donner sont celles du groupe 1 ou du

groupe 2, dans l'ordre indiqué ci-dessous:

Groupe 1

- a) la valeur énergétique;
- b) la quantité de protéines, de glucides et de lipides.

Groupe 2

- a) la valeur énergétique;
- b) la quantité de protéines, de glucides, de sucres, de lipides, d'acides gras saturés, de fibres alimentaires et de sodium.

2. Lorsque l'allégation nutritionnelle concerne les sucres, les acides gras saturés, les fibres alimentaires ou le sodium, les informations à donner sont celles du groupe 2.

3. L'étiquetage nutritionnel peut également comporter les quantités d'un ou de plusieurs des éléments suivants:

- l'amidon,
- les polyols,
- les acides gras mono-insaturés,
- les acides gras polyinsaturés,
- le cholestérol,
- tous les sels minéraux ou vitamines énumérés à l'annexe et présents en quantité significative conformément à ladite annexe.

4. Il est obligatoire de déclarer les substances qui appartiennent à l'une des catégories de nutriments citées aux paragraphes 1 et 3 ou en sont des composants, lorsque ces substances font l'objet d'une allégation nutritionnelle.

En outre, lorsque la quantité d'acides gras polyinsaturés et/ou mono-insaturés et/ou le taux de cholestérol est indiqué, la quantité d'acides gras saturés doit également être indiquée, cette dernière indication ne constituant pas, dans ce cas, une allégation nutritionnelle au sens du paragraphe 2.

Article 5

1. La valeur énergétique à déclarer se calcule à l'aide des coefficients de conversion suivants:

- glucides (à l'exception des polyols) 4 kcal/g - 17 kJ/g
- polyols 2,4 kcal/g - 10 kJ/g
- protéines 4 kcal/g - 17 kJ/g
- lipides 9 kcal/g - 37 kJ/g
- alcool (éthanol) 7 kcal/g - 29 kJ/g
- acides organiques 3 kcal/g - 13 kJ/g.

2. Sont arrêtées, conformément à la procédure prévue à l'article 10, des dispositions concernant:

- les modifications des coefficients de conversion visés au paragraphe 1,
- l'adjonction à la liste figurant au paragraphe 1 de substances qui appartiennent à l'une des catégories de nutriments visées audit paragraphe ou en sont des composants ainsi que de leurs coefficients de conversion afin de calculer de façon plus précise la valeur énergétique des denrées alimentaires.

Article 6

1. La déclaration de la valeur énergétique et de la teneur en nutriments ou leurs composants doit se présenter sous forme numérique. Les unités à utiliser sont les suivantes:

1.2 // énergie - kJ et kcal // // protéines // // glucides // // lipides (à l'exception du cholestérol) // grammes (g) // fibres alimentaires // // sodium // // cholestérol // milligrammes (mg) // vitamines et sels minéraux // les unités figurant à l'annexe

2. Les informations sont exprimées par 100 g ou 100 ml. En outre, ces renseignements peuvent être déclarés par ration quantifiée sur l'étiquette ou par portion, à condition que le nombre de portions contenues dans l'emballage soit indiqué.

3. Conformément à la procédure prévue à l'article 10, il peut être décidé que les données des paragraphes 1 et 2 peuvent également être fournies sous forme de graphiques selon des modèles à déterminer.

4. Les quantités mentionnées doivent se rapporter à l'aliment tel qu'il est vendu. S'il y a lieu, il est possible de fournir ces informations pour la denrée alimentaire une fois préparée, à condition que le mode de préparation soit décrit avec suffisamment de détails et que l'information concerne l'aliment prêt à la consommation.

5. a) Les informations concernant les vitamines et les sels minéraux doivent être également exprimées en pourcentage de l'apport journalier recommandé (AJR) précisé à l'annexe pour les quantités spécifiées au paragraphe 2.

b) Le pourcentage de l'apport journalier recommandé (AJR) des vitamines et des sels minéraux peut également être indiqué sous la forme d'un graphique. Les modalités d'application du présent point peuvent être adoptées conformément à la procédure prévue à l'article 10.

6. Lorsque les sucres et/ou les polyols et/ou l'amidon sont déclarés, la déclaration suit immédiatement la mention de la teneur en glucides de la manière suivante:

1.2 // - glucides // g, // dont: // // - sucres // g, // - polyols // g, // - amidon // g.

7. Lorsque la quantité et/ou le type d'acides gras et/ou la quantité de cholestérol est déclaré, cette déclaration suit immédiatement la déclaration de quantité de lipides totaux de la manière suivante:

1.2 // - lipides // g, // dont: // // - saturés // g, // - mono-insaturés // g, // - polyinsaturés // g, // - cholestérol // mg.

8. Les valeurs déclarées sont des valeurs moyennes dûment établies sur la base, selon le cas:

a) de l'analyse de l'aliment effectuée par le fabricant;

b) du calcul effectué à partir des valeurs moyennes connues ou effectives relatives aux ingrédients utilisés; c) du calcul effectué à partir de données généralement établies et acceptées.

Les modalités d'application du premier alinéa en ce qui concerne notamment les écarts entre les valeurs déclarées et celles constatées lors des contrôles officiels sont décidées conformément à la procédure prévue à l'article 10.

Article 7

1. Les informations couvertes par la présente directive doivent être regroupées en un seul endroit sous forme de tableau avec alignement des chiffres si la place le permet. Lorsque la place n'est pas suffisante, les informations sont données sous forme linéaire.

Elles doivent être inscrites à un endroit bien visible en caractères lisibles et indélébiles.

2. Les États membres veillent à ce que les informations couvertes par la présente directive apparaissent dans une langue facilement comprise par les acheteurs, sauf si l'information de l'acheteur est assurée par d'autres mesures. Cette disposition ne fait pas obstacle à ce que lesdites informations figurent en plusieurs langues.

3. Les États membres s'abstiennent d'introduire des spécifications plus détaillées que celles déjà contenues dans la présente directive en ce qui concerne l'étiquetage nutritionnel.

Article 8

En ce qui concerne les denrées alimentaires présentées non préemballées à la vente au consommateur final et aux collectivités ou les denrées alimentaires emballées sur les lieux de vente à la demande de l'acheteur, ou préemballées en vue de leur vente immédiate, l'étendue des informations visées à l'article 4 ainsi que les modalités selon lesquelles elles sont fournies peuvent être établies par des dispositions nationales, jusqu'à l'adoption éventuelle de mesures communautaires conformément à la procédure prévue à l'article 10.

Article 9

Toute mesure susceptible d'avoir une incidence sur la santé publique est adoptée après

consultation du comité scientifique de l'alimentation humaine institué par la décision 74/234/CEE (1).

Article 10

1. Dans le cas où il est fait référence à la procédure prévue au présent article, le comité permanent des denrées alimentaires institué par la décision 69/414/CEE (2), ci-après dénommé « comité », est saisi par son président soit à l'initiative de celui-ci, soit à la demande du représentant d'un État membre.

2. Le représentant de la Commission soumet au comité un projet des mesures à prendre. Le comité émet son avis sur ce projet dans un délai que le président peut fixer en fonction de l'urgence de la question en cause. L'avis est émis à la majorité prévue à l'article 148 paragraphe 2 du traité pour l'adoption des décisions que le Conseil est appelé à prendre sur proposition de la Commission. Lors des votes au sein du comité, les voix des représentants des États membres sont affectées de la pondération définie à l'article précité. Le président ne prend pas part au vote.

3. a) La Commission arrête les mesures envisagées lorsqu'elles sont conformes à l'avis du comité.

b) Lorsque les mesures envisagées ne sont pas conformes à l'avis du comité, ou en l'absence d'avis, la Commission soumet sans tarder au Conseil une proposition relative aux mesures à prendre. Le Conseil statue à la majorité qualifiée.

c) Si, à l'expiration d'un délai de trois mois à compter de la saisine du Conseil, celui-ci n'a pas statué, les mesures proposées sont arrêtées par la Commission.

Article 11

1. Les États membres prennent les mesures nécessaires pour se conformer à la présente directive et en informent immédiatement la Commission. Ces mesures sont appliquées de manière à:

- admettre, au plus tard le 1er avril 1992, le commerce des produits conformes à la présente directive;

- interdire, à partir du 1er octobre 1993, le commerce des produits non conformes à la présente directive.

2. Jusqu'au 1er octobre 1995, la mention dans l'étiquetage nutritionnel, à titre volontaire ou à la suite d'une allégation, d'un ou de plusieurs nutriments suivants: sucres, acides gras saturés, fibres alimentaires, sodium, n'entraîne pas l'obligation énoncée à l'article 4 paragraphes 1 et 2 de mentionner l'ensemble de ces nutriments.

3. Le 1er octobre 1998, la Commission transmet au Parlement européen et au Conseil un rapport sur l'application de la présente directive. Le cas échéant, elle transmet simultanément au Conseil toute proposition de modification appropriée.

Article 12

Les États membres sont destinataires de la présente directive.

Fait à Bruxelles, le 24 septembre 1990.

Par le Conseil

Le président

V. SACCOMANDI

(1) JO no C 282 du 5. 11. 1988, p. 8 et

JO no C 296 du 24. 11. 1989, p. 3.

(2) JO no C 158 du 26. 6. 1989, p. 250 et

JO no C 175 du 16. 7. 1990, p. 76.

(3) JO no C 159 du 26. 6. 1989, p. 41.

(4) JO no L 33 du 8. 2. 1979, p. 1.

(5) JO no L 186 du 30. 6. 1989, p. 17.

(1) JO no L 186 du 30. 6. 1989, p. 27.

(1) JO no L 136 du 20. 5. 1974, p. 1.

(2) JO no L 291 du 19. 11. 1969, p. 9.

ANNEXE

Vitamines et sels minéraux pouvant être déclarés et apport journalier recommandé (AJR)

Vitamine A (mg) 800

Vitamine D (mg) 5

Vitamine E (mg) 10

Vitamine C (mg) 60

Thiamine (mg) 1,4

Riboflavine (mg) 1,6

Niacine (mg) 18

Vitamine B6 (mg) 2

Folacine (mg) 200

Vitamine B12 (mg) 1

Biotine (mg) 0,15

Acide pantothénique (mg) 6

Calcium (mg) 800

Phosphore (mg) 800

Fer (mg) 14

Magnésium (mg) 300

Zinc (mg) 15

Iode (mg) 150

De manière générale, la quantité à prendre en considération pour décider de ce qui constitue une quantité significative correspond à 15 % de l'apport recommandé spécifié à la présente annexe pour 100 g ou 100 ml ou par emballage si celui-ci ne contient qu'une seule portion.

Fin du document

Document livré le: 11/03/1999

Annexe 30 : Fiches conseil pour la réalisation d'un régime végétarien équilibré

ETRE VEGETALIEN ...

... c'est **exclure** de son alimentation le **poisson** et la **viande** mais aussi les **œufs**, le **lait** et les **produits laitiers**.



Un tel régime expose à des carences en **protéines** (dénutrition), en **calcium** (risques de fractures et de tassements vertébraux), en **vitamine D** (troubles osseux et musculaires), en **fer** (anémie), en **vitamine B12** mais aussi en sélénium, en zinc et en iode.

Comment éviter ces carences et être en bonne santé ?

① **Suivez les recommandations en termes d'alimentation** : limitez les matières grasses tout en favorisant celles d'origine végétale, limitez la consommation de sucres, consommez un féculent à chaque repas en fonction de l'appétit, pratiquez au moins l'équivalent de 30 minutes d'exercice physique par jour et consommez de l'eau à volonté.

② **Adaptez votre régime végétalien à vos besoins** :

→ **Variez au maximum les sources protéiques** (légumineuses, céréales et oléagineux) et **pratiquez la complémentation protéique** en associant à chaque repas des légumineuses et des céréales ou des oléagineux (par exemple des haricots et du riz, de la semoule et des pois chiches, des haricots rouges et une tortillas de blé ...) afin d'avoir tous les acides aminés indispensables.

N'oubliez pas le quinoa et le soja qui sont de très bonnes sources de protéines (tout en se limitant à une portion de soja par jour).

→ Choisissez des **aliments industriellement enrichis en vitamine D** comme par exemple le tonyu ou le tofu présentés comme étant « fortifié, enrichis ou riches en vitamine D ».

→ Pensez à utiliser des **aliments industriellement enrichis en vitamine B₁₂** (boissons à base de riz ou de soja et simili viandes) : c'est la seule source que vous avez à votre disposition.

→ **Consommez régulièrement des aliments riches en fer** comme les légumineuses, le tofu, les fruits secs, les céréales et les légumes à feuilles vertes foncées et pensez à les associer à de la vitamine C (agrumes, brocolis, tomates) pour augmenter leur absorption.

→ Consommez régulièrement des **aliments riches en calcium** comme le brocoli, le cresson, le chou, les amandes, les noisettes ... et favorisez l'utilisation d'**aliments industriellement enrichis en calcium**.

Informez systématiquement votre médecin traitant de votre régime alimentaire.

Il existe des médicaments et des compléments alimentaires adaptés pour limiter les risques carenciels, demandez conseil à votre médecin ou à votre pharmacien.

ETRE LACTO-VEGETARIEN ...

... c'est **exclure** de son alimentation le **poisson** et la **viande** mais aussi les **œufs**.



Un tel régime expose à des risques de carence en **protéines** (dénutrition), en **vitamine D** (troubles osseux et musculaires), en **fer** (anémie), en **vitamine B12** mais aussi en sélénium, en zinc et en iode.

Comment éviter ces carences et être en bonne santé ?

① **Suivez les recommandations en termes d'alimentation** : limitez les matières grasses tout en favorisant celles d'origine végétale, limitez la consommation de sucres, consommez un féculent et un produit laitier à chaque repas en fonction de l'appétit, pratiquez au moins l'équivalent de 30 minutes d'exercice physique par jour et consommez de l'eau à volonté.

② Adaptez votre régime végétarien à vos besoins :

→ **Variez au maximum les sources protéiques** (légumineuses, céréales et oléagineux) et **pratiquez la complémentation protéique** en associant à chaque repas des légumineuses et des céréales ou des oléagineux (par exemple des haricots et du riz, de la semoule et des pois chiches, des haricots rouges et une tortilla de blé ...) afin d'avoir tous les acides aminés indispensables.

N'oubliez pas le quinoa et le soja qui sont de très bonnes sources de protéines (tout en se limitant à une portion de soja par jour).

→ Pensez à utiliser des **aliments industriellement enrichis en vitamine B₁₂** (boissons à base de riz ou de soja et simili viandes) : c'est la seule source que vous avez à votre disposition.

→ Choisissez des **aliments industriellement enrichis en vitamine D** comme par exemple le tonyu ou le tofu présentés comme étant « fortifié, enrichis ou riches en vitamine D ».

→ **Consommez régulièrement des aliments riches en fer** comme les légumineuses, le tofu, les fruits secs, les céréales et les légumes à feuilles vertes foncées et pensez à les associer à de la vitamine C (agrumes, brocolis, tomates) pour augmenter leur absorption.

Informez systématiquement votre médecin traitant de votre régime alimentaire.

Il existe des médicaments et des compléments alimentaires adaptés pour limiter les risques carenciels, demandez conseil à votre médecin ou à votre pharmacien.

ETRE OVO-VEGETARIEN ...

... c'est exclure de son alimentation le poisson, la viande, le lait et les produits laitiers.



Un tel régime expose à des carences en *protéines* (dénutrition), en *calcium* (risques de fractures et de tassements vertébraux), en *fer* (anémie), en *vitamine B12* mais aussi en sélénium, en zinc et en iode.

Comment éviter ces carences et être en bonne santé ?

① Suivez les recommandations en termes d'alimentation : limitez les matières grasses tout en favorisant celles d'origine végétale, limitez la consommation de sucres, consommez un féculent à chaque repas en fonction de l'appétit, pratiquez au moins l'équivalent de 30 minutes d'exercice physique par jour et consommez de l'eau à volonté.

② Adaptez votre régime végétarien à vos besoins :

→ **Variez au maximum les sources protéiques** (légumineuses, céréales, oléagineux et oeufs) et **pratiquez la complémentation protéique** en associant à chaque repas des légumineuses et des céréales ou des oléagineux (par exemple des haricots et du riz, de la semoule et des pois chiches, des haricots rouges et une tortillas de blé ...) afin d'avoir tous les acides aminés indispensables.

N'oubliez pas le quinoa et le soja qui sont de très bonnes sources de protéines (tout en se limitant à une portion de soja par jour).

→ **Consommez régulièrement des aliments riches en fer** comme les légumineuses, le tofu, les fruits secs, les céréales et les légumes à feuilles vertes foncées et pensez à les associer à de la vitamine C (agrumes, brocolis, tomates) pour augmenter leur absorption.

→ Consommez régulièrement des **aliments riches en calcium** comme le brocoli, le cresson, le chou, les amandes, les noisettes ... et favorisez l'utilisation d'**aliments industriellement enrichis en calcium**.

→ Pensez à utiliser des **aliments industriellement enrichis en vitamine B₁₂** (boissons à base de riz ou de soja et simili viandes) : c'est la seule source que vous avez à votre disposition.

Informez systématiquement votre médecin traitant de votre régime alimentaire.

Il existe des médicaments et des compléments alimentaires adaptés pour limiter les risques carenciels, demandez conseil à votre médecin ou à votre pharmacien.

ETRE OVO-LACTO-VEGETARIEN ...

... c'est **exclure** de son alimentation le **poisson** et la **viande**.



Un tel régime expose à des risques de carence en **protéines** (dénutrition), en **fer** (anémie), en **vitamine B12** mais aussi en sélénium, en zinc et en iode.

Comment éviter ces carences et être en bonne santé ?

① **Suivez les recommandations en termes d'alimentation** : limitez les matières grasses tout en favorisant celles d'origine végétale, limitez la consommation de sucres, consommez un produit laitier et un féculent à chaque repas en fonction de l'appétit, pratiquez au moins l'équivalent de 30 minutes d'exercice physique par jour et consommez de l'eau à volonté.

② **Adaptez votre régime végétarien à vos besoins** :

→ **Variez au maximum les sources protéiques** (légumineuses, céréales, oléagineux, et oeufs) et **pratiquez la complémentation protéique** en associant à chaque repas des légumineuses et des céréales ou des oléagineux (par exemple des haricots et du riz, de la semoule et des pois chiches, des haricots rouges et une tortillas de blé ...) afin d'avoir tous les acides aminés indispensables.

N'oubliez pas le quinoa et le soja qui sont de très bonnes sources de protéines (tout en se limitant à une portion de soja par jour).

→ Pensez à utiliser des **aliments industriellement enrichis en vitamine B₁₂** (boissons à base de riz ou de soja et simili viandes) : c'est la seule source que vous avez à votre disposition.

→ **Consommez régulièrement des aliments riches en fer** comme les légumineuses, le tofu, les fruits secs, les céréales et les légumes à feuilles vertes foncées et pensez à les associer à de la vitamine C (agrumes, brocolis, tomates) pour augmenter leur absorption.

Informez systématiquement votre médecin traitant de votre régime alimentaire.

Il existe des médicaments et des compléments alimentaires adaptés pour limiter les risques carenciels, demandez conseil à votre médecin ou à votre pharmacien.

Annexe 31 : Composition qualitative et quantitative d'une capsule de la spécialité *Carencyl*®

[56]

Composition	par capsule
arginine N-acétylasparaginate	100 mg
rétinol	1500 UI
colécalciférol	100 UI
thiamine nitrate	2,5 mg
riboflavine	2,5 mg
pyridoxine chlorhydrate	2,5 mg
cyanocobalamine	4 µg
acide ascorbique sel de Ca	28,97 mg
Soit calcium	5,034 mg
Ac ascorbique Soit	23,936 mg
acide ascorbique	15,007 mg
acide folique	1 mg
alpha-tocophérol acétate	5 mg
nicotinamide ascorbate	61,06 mg
Soit nicotinamide	25 mg
Soit Acide ascorbique	36,06 mg
fumarate ferreux	40 mg
Soit fer	13,14 mg
manganèse sulfate monohydrate	0,5 mg
Soit manganèse	0,16 mg
zinc oxyde	0,5 mg
Soit zinc	0,4 mg
phosphate dicalcique	100 mg
fluorure de calcium	1 mg

Excipients : triglycérides d'acides gras saturés, soja lécithine, réglisse, arachide huile, gélatine, glycérol, azorubine laque, titane dioxyde.

Annexe 32 : Composition qualitative et quantitative d'une comprimé de la spécialité *Bion®3*

gamme [59]

Analyse moyenne par comprimé	Bion 3 Adultes		Bion 3 Séniors	
	Composition	% AJR*	Composition	% AJR*
Lactobacillus gasseri Bifidobacterium bifidum Bifidobacterium longum	107	-	107	-
Vitamine A (µg)	800	100 %	800	100 %
Vitamine B1 (mg)	1,4	100 %	1,4	100 %
Vitamine B2 (mg)	1,6	100 %	1,6	100 %
Vitamine B3 (mg)	18	100 %	18	100 %
Vitamine B5 (mg)	6	100 %	6	100 %
Vitamine B6 (mg)	2	100 %	2	100 %
Vitamine B8 (µg)	150	100 %	150	100 %
Vitamine B9 (µg)	200	100 %	200	100 %
Vitamine B12 (µg)	1	100 %	1	100 %
Vitamine C (mg)	60	100 %	60	100 %
Vitamine D3 (µg)	5	100 %	5	100 %
Vitamine E (mg)	10	100 %	10	100 %
Chrome (µg)	25	-	25	-
Fer (mg)	5	36 %	5	36 %
Iode (µg)	100	67 %	100	67 %
Manganèse (mg)	1,2	-	1,2	-
Magnésium (mg)	45	15 %	45	15 %
Molybdène (µg)	25	-	25	-
Sélénium (µg)	30	-	30	-
Zinc (mg)	5	33 %	5	33 %
Extrait de Ginseng (mg)	-	-	20	-
Lutéine (µg)	-	-	100	-
Extrait de Myrtille (mg)	-	-	1	-

* Apports Journaliers Recommandés

Annexe 33 : Composition qualitative et quantitative de la spécialité *Frubiose*® [56]

Composition par ampoule	
ergocalciférol	1000 UI
calcium gluconate	129 mg
calcium lactate pentahydrate	36,8 mg
Soit calcium : 0,41 mmol ou	16 mg

Excipients : orange jus, acide citrique, sorbitol, saccharine sodique, acide ascorbique, caramel

arôme, gélose, acide phosphorique à 75 % qsp pH = 3,1-3,8, eau purifiée, éthan

Annexe 34 : Composition qualitative et quantitative de la spécialité *Gerimax® Adulte* [56]

Composition nutritionnelle	Comprimés secs		Comprimés effervescents	
	Pour 1 comprimé	% des AJR*	Pour 1 comprimé	% des AJR*
Extrait standardisé de Ginseng GGE®	100 mg	-	100 mg	-
Extrait de thé vert	37,2 mg	-	-	-
Vitamine A	800 µg	100	800 µg	100
Vitamine B1	1,4 mg	100	1,4 mg	100
Vitamine B2	1,6 mg	100	1,6 mg	100
Nicotinamide	18 mg	100	18 mg	100
Acide pantothénique	6 mg	100	6 mg	100
Vitamine B6	2 mg	100	2 mg	100
Vitamine B9	200 µg	100	200 µg	100
Vitamine B12	1 µg	100	1 µg	100
Vitamine D	5 µg	100	5 µg	100
Vitamine C	60 mg	100	60 mg	100
Vitamine E	10 mg	100	10 mg	100
Magnésium	250 mg	83	-	-
Zinc	15 mg	100	15 mg	100
Fer	10 mg	71	-	-
Manganèse	1,8 mg	-	1,8 mg	-
Cuivre	900 µg	-	900 µg	-
Sélénium	40 µg	-	40 µg	-
Molybdène	45 µg	-	45 µg	-
Chrome	25 µg	-	25 µg	-
Calcium	9,7 mg	1,2	-	-
Sodium	10,4 mg	-	-	-
Chlore	1,1 mg	-	-	-

* Apports Journaliers Recommandés

Annexe 35 : Composition qualitative et quantitative de la spécialité *Isoxan® Forme* [59]

Analyse nutritionnelle moyenne	Par comprimé	Par jour (soit 3 comprimés)	% AJR*
Vitamine C	26,67 mg	80 mg	133
Vitamine E	4 mg	12 mg	120
Vitamine B5	2 mg	6 mg	100
Vitamine A	1,43 mg	4,3 mg	90
Vitamine B6	0,67 mg	2 mg	100
Vitamine B2	0,5 mg	1,5 mg	94
Vitamine B1	0,43 mg	1,3 mg	93
Vitamine B9	66,67 µg	200 µg	100
Vitamine B12	1 µg	3 µg	300
Magnésium	33,33 mg	100 mg	33
Calcium	16,67 mg	50 mg	6
Zinc	4 mg	12 mg	80
Fer	1,67 mg	5 mg	36
Manganèse	1,17 mg	3,5 mg	100
Cuivre	666,67 µg	2000 µg	100
Sélénium	16,67 µg	50 µg	100

* Apports Journaliers Recommandés

Annexe 36 : Composition qualitative et quantitative de la spécialité *Elevit® grossesse et allaitement* [56]

Analyse nutritionnelle moyenne	Par comprimé
Vitamine A	4000 UI
Vitamine B1	1,6 mg
Vitamine B2	1,8 mg
Vitamine B6	2,6 mg
Vitamine B12	4 µg
Vitamine C	100 mg
Vitamine D3	500 UI
Vitamine E	15 mg
Bitamine B5	10 mg
Vitamine B8	0,2 mg
Vitamine B9	0,8 mg
Vitamine PP	19 mg
Calcium	125 mg
Fer	60 mg
Cuivre	1 mg
Manganèse	1mg
Magnésium	100 mg
Phosphore	125 mg
Zinc	7,5 mg

Annexe 37: Composition nutritionnelle moyenne de la spécialité *Oligobs® Grossesse* [60]

Composition moyenne	Pour 100g	Par comprimé	% AJR* pour 2 comprimés par jour
Vitamine C	4,5 g	22,5 mg	75 %
Vitamine E	750 mg	3,75 mg	75 %
Vitamine B1	74 mg	0,37 mg	52,8 %
Vitamine B2	74 mg	0,37 mg	46,2 %
Vitamine B6	150 mg	0,75 mg	75 %
Vitamine B9	20 mg	100 µg	100 %
Vitamine B12	0,1 mg	0,5 µg	100 %
Vitamine B8	5,6 mg	0,028 mg	37,3 %
Calcium	12 g	60 mg	15 %
Fer	1,4 g	7 mg	100 %
Magnésium	6 g	30 mg	20 %
Zinc	1,4 g	7 mg	93,3 %
Cuivre	90 mg	0,45 mg	

* AJR : Apports Journaliers Recommandés

[1] AISBERG E., ALEXANDRE P., ARMANET J. et al. Larousse encyclopédie en couleurs. Tome 22. Paris : Librairie Larousse, 1979, p. 9431.

[2] GARREL D., JOBIN N., MANCEAU M. A chacun son type de végétarisme. [en ligne] In : Centre de référence sur la nutrition humaine. Site disponible sur <http://www.extenso.org/nutrition/detail/php/f/1181> (page consultée le 28 février 2008).

[3] LIVERNAIS-SAETTE L. Types de végétariens. [en ligne] In : Dietobio La santé au naturel. Site disponible sur : http://www.dietobio.com/dossiers/fr/guide_alimentaire/types.html (page consultée le 28 février 2008)

[4] LECERF J.-M., Végétariens et végétarisme – contextes historique et psychologique, Médecine et nutrition, 2003, Tome 39, n°4, p 153-157

[5] MERY A., Les végétariens – raisons et sentiments, Éditions La Plage, Nov. 2006, 312 p.

[6] Association végétarienne de France. Végétarisme : pourquoi ? [en ligne] In : Association végétarienne de France. Site disponible sur : <http://www.vegetarisme.fr/Vegetarisme/index.php> Page consultée le 01/10/2008

[7] LAMISSE F. Faut-il être adventiste du 7^e jour pour être en bonne santé ? Cahiers de nutrition et de diététique, Déc. 2006, Vol. 41, Issue 6, p 347-351.

[8] MERY A., Nombre de végétariens en Europe, Tentative d'estimation 2002, [en ligne] In : Association végétarienne de France. Site disponible sur : <http://www.végétarisme.fr/Articles/VegEurope.html>. Page consultée le 16 mars 2009

[9] Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. Apport en protéines : consommation, qualité, besoins et recommandations. [En ligne] disponible sur <http://afssa.fr/Documents/NUT-Ra-Proteines.pdf> (page consultée le 17 juin 2008)

[10] Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. Apports nutritionnels conseillés pour la population française. 3^e Ed. Paris : Tec&Doc, 2001, 605 p.

[11] JACOTOT B., CAMPILLO B., et Al. Nutrition humaine. Paris : Masson, 2003, 311 p.

[12] APFELBAUM M., ROMON M., DUBUS M., Diététique et nutrition. 6^{ème} Ed. Paris : MASSON, 2004, 535 p.

[13] MEDARD J., Manuel pratique de nutrition. 1^{ère} Ed. Ed De Boeck, 2005, 278 p.

[14] CARROLL K. Dietary fats and cancer : case-control and cohort studies. *Prev Med*, 1991, 180-193.

[15] THERON M.-H., Une nouvelle approche diététique de l'hypercholestérolémie : l'utilisation des stérols et des stanols végétaux. Thèse d'exercice en pharmacie. Limoges : Université de Limoges, 2001, 143 p.

[16] RAND W. M., PELLETT P. L., YOUNG V. R. (2003) Meta-analysis of nitrogen balance studies for estimating protein requirements in healthy adults. *Am J Clin Nutr*, 77, pp. 109-27.

[17] DAVEY G. K., SPENCER E. A., APPLEBY P. N., ALLEN N. E., et al. (2003) EPIC-Oxford: lifestyle characteristics and nutrient intakes in a cohort of 33 883 meat eaters and 31 546 non meat-eaters in the UK. *Public Health Nutr*, 6, pp. 259-69.

[18] MARTIN A., Apports nutritionnels conseillés pour la population française. 3^e Ed. Paris : Tec&Doc, 2001, 605 p.

[19] HOUDART R., Comprendre la diverticulose chronique, [en ligne]. In : Groupe hospitalier diasconesses Croix Saint Simon, Paris. Disponible sur : <http://www.hopital-dcss.org/actes/divcol.htm>

[20] BASDEVANT A., Obesity: Pathophysiological concepts, Joint Bone Spine, 2008 num. 6

[21] BARNARD R.J., JUNG T., INKELES S.B., Diet and exercise in the treatment of NIDDM : the need for early emphasis. Diabetes Care, 1994, 17 : 1469-72.

[22] ANDERSON J.W., WARD K., High-carbohydrate, high-fiber diets for insulin-treated men with diabetes mellitus. Am. J. Clin. Nutr., 1979, 32, 2312-21.

[23] FRASER G.E., Associations between diet and cancer, ischemic heart disease and all cause mortality in non –Hispanic white California Seventh-day Adventists, Am. J. Clin. Nutr., 1999, 70 (suppl. 3), 532S-538S.

[24] SNOWDON D.A., PHILLIPS R.L., Does a vegetarian diet reduce the occurrence of diabetes ? Am. J. Public Health., 1985, 75, 507-512.

[25] LANOU A.J., BARNARD N.D., Le pouvoir des aliments : une approche végétarienne du diabète, Diabetes'Voice, Octobre 2003, Vol. 48, n° 3, p 27-30

[26] BEILIN L.J., ROUSE I.L., ARMSTRONG B.K., MARGETTS B.M., VANDONGEN R., Vegetarian diet and blood pressure levels : incidental or causal association ? Am. J. Clin. Nutr., 1988, 48, 806-810 ;

[27] DWYER J.T., Health aspect of vegetarian diets. Am. J. Clin. Nutr., 1988, 48, 712-738.

[28] ROUSE I.L., ARMSTRONG B.K., BEILIN L.J., Vegetarian diet, lifestyle and blood pressure in two religious populations, Clin. Exp. Pharmacol. Physiol., 1982, 9, 327-330.

[29] BEILIN L.J., Vegetarian and other complex diets, fat, fiber and hypertension. Am. J. Clin. Nutr., 1994, 59 (suppl.), 1130S-5S.

[30] SACKS F.M., KASS E.H., Low blood pressure in vegetarians : effects of specific foods and nutrients. Am. J. Clin. Nutr., 1988, 48, 795-800.

[31] FARAD-BENSENOUCI S., LAMISSE F., Alimentation végétarienne et maladies cardiovasculaires, Cahiers de nutrition et de diététique, Sept. 2007, Vol. 32, n°4, p 261-266

[32] LECERF J.M., Lipides et santé, Cahiers de nutrition et diététique, Fév. 2007, Vol. 42, Supplément 1, p 24-33

[33] FRASER G.E., Determinants of ischemic heart disease in seventh-day Adventists : a review. Am. J. Clin. Nutr., 1988, 48, 833-836 ;

[34] DELCLOS K.B., BUCCI T.J., LOMAX L.G., LATENDRESSE J.R., et al. (2001) Effects of dietary genistein exposure during development on male and female CD (Sprague-Dawley) rats. Reprod Toxicol, 15, 647-63.

[35] ANDERSSON S.W., SKINNER J., ELLEGARD L. Et al., Intake of dietary plant sterols in inversely related to serum cholesterol concentration in men and women in the EPIC Norfolk population : a cross sectional study. Eur. J. Clin. Nutr, 2004, 58, 1378-1385.

[36] LECERF J.M., Les phytostérols et les phytostanols : quelle place pour la prévention cardiovasculaire, cahiers de nutrition et de diététique, Oct. 2006, Vol. 41, Issue 5, p 299-305

[37] Collège des enseignants de nutrition, Alimentation et cancer, Cahiers de nutrition et de diététique, 2001, Vol. 36, Hors série 1, p 41-47

[38] PHILLIPS R.L., GARFINKEL L., KUZMA J.W., BEESON W.L., LOTZ T., BRIN B., Mortality among California Seventh-Day Adventists for selected cancer sites. J. Natl. Cancer Inst., 1980, 65, 1097-1107.

[39] CREFF A.F., Manuel de diététique en pratique médicale courante, Ed. MASSON, 5^{ème} édition, 2004

[40] DUMARCET N., Bulletin de Vigilance AFSSAPS, Bulletin n°26, Avril 2005, p.5

[41] I.N.P.E.S., Programme National Nutrition Santé, Le guide Nutrition pendant et après la grossesse, livret d'accompagnement destiné aux professionnels de santé, Sept. 2007, 52 p.

[42] LEVY J.R., FABER K.A., AYYASH L., HUGHES C.L., Jr. (1995) The effect of prenatal exposure to the phytoestrogen genistein on sexual differentiation in rats. Proc Soc Exp Biol Med, 208, 60-6.

[43] WAGNON J., CAGNARD B., BRIDOUX-HENNO L., TOURTELIER Y., GRALL J.-Y., DABADIE A., Allaitement maternel et végétalisme, J Gynecol obstet Biol Reprod, 2005, Vol. 34, n°6, p 610-612

[44] RICHON R., DABADIE A., GANDEMER-DELIGNIERES V., et Al. , Anémie et boiterie chez un adolescent végétalien, Archives de pédiatrie, 2001, 8, 1, p 62-65

[45] Ministère délégué à la santé, Le PNNS c'est quoi ? [en ligne], Disponible sur : <http://www.mangerbouger.fr/menu-secondaire/pnns/le-pnns/> (page consultée le 13 novembre 2008)

[46] Ministère délégué à la santé, Programme National Nutrition Santé PNNS 2001-2005, 40 p., [en ligne] Disponible sur : <http://www.mangerbouger.fr> (Page consultée le 13 novembre 2008)

[47] Ministère délégué à la santé, La santé vient en mangeant – le guide alimentaire pour tous, Sept 2002, 127 p.

[48] Proposition de la Commission sur les allégations nutritionnelles et de santé en vue de mieux informer les consommateurs et d'harmoniser le marché, Bruxelles, 16 juillet 2003, 7 p.

[49] LIVERNAIS-SAETTEL L. Protéines : « En aurai-je assez ? ». In Dietobio La santé au naturel. [en ligne] Disponible sur http://www.dietobio.com/dossiers/fr/guide_alimentaire/types.html (Page consultée le 28 février 2008)

[50] Gouvernement du Québec. Protéines [en ligne]. In : Santé et services sociaux québec. Disponible sur : <http://www.msss.gouv.qc.ca/sujets/santepub/nutrition/index.php?proteines> (Page consultée le 16 juillet 2008)

[51] Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, Sécurité et bénéfices des phytoestrogènes apportés par l'alimentation – Recommandations, Mars 2005, 370 p.

[52] Association Française des Diabétiques, Le quinoa très bon pour les diabétiques (une pseudo-céréale). [en ligne] Disponible sur <http://www.provence-diabete.fr/spip.php?article98>. Page consultée le 12 novembre 2008.

[53] Conseil des communautés européennes, Directive 90/496/CEE relative à l'étiquetage des denrées alimentaires, JO n°L276, 24 septembre 1990, [en ligne] Disponible sur http://admi.net/eur/loi/leg_euro/fr_390L0496.html

[54] VESANTO M., Puis-je être végétarien tout en m'alimentant sainement ? In : Les diététistes du Canada. 4 p. [en ligne] Disponible sur <http://www.dietitiand.ca/> (page consultée le 01 mars 2009)

[55] Guide alimentaire végétarien. In : Les diététistes du Canada. [en ligne] Disponible sur [http://www.dietitiand.ca/news/downloads/guide_vege\(FR\).pdf](http://www.dietitiand.ca/news/downloads/guide_vege(FR).pdf) (page consultée le 01 mars 2009)

[56] Dictionnaire Vidal, OVP Éditions du Vidal, Paris, 2009.

[57] CAROLE E., Cobalamine [vitamine B₁₂], [en ligne] Disponible sur <http://www.e-sante.fr>. Page consultée le 10 janvier 2009

[58] Ministère de la santé, de la famille et des personnes handicapées, Ministère de la jeunesse, de l'éducation et de la recherche, Posologies et valeurs biologiques usuelles, 8^{ème} Édition, fév. 2004, [en ligne] Disponible sur <http://www.nci.univ-paris5.fr/pharmacie/>. Page consultée le 10 janvier 2009

[59] THERA 2008, Dictionnaire des médicaments conseil et produits de parapharmacie, OVP Éditions du Vidal, 20^e édition, 2008.

[60] Notice OLIGOBS® Grossesse, Laboratoire C.C.D. (consultée le 01 mars 2009).

[61] Comité de Nutrition de la Société Française de Pédiatrie et Groupe « Nutrition » de l'Association Française de Pédiatrie Ambulatoire, Alimentation du nourrisson et de l'enfant en bas âge. [en ligne] Disponible sur <http://www.monnourrisson.com/> (page consultée le 07 avril 2009)

[62] Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, Sécurité et bénéfices des phytoestrogènes apportés par l'alimentation – Recommandations, Mars 2005, p. 171-178.

[63] Klein, S. L., Wisniewski, A. B., Marson, A. L., Glass, G. E. et al. (2002) Early exposure to genistein exerts long-lasting effects on the endocrine and immune systems in rats. *Mol Med*, 8 (11), pp.742-9.

[64] Yellayi, S., Naaz, A., Szewczykowski, M. A., Sato, T., et al. (2002) The phytoestrogen genistein induces thymic and immune changes: a human health concern? *Proc Natl Acad Sci U S A*, 99 (11), pp.7616-21.

[65] Yellayi, S., Zakroczymski, M. A., Selvaraj, V., Valli, V. E., et al. (2003) The phytoestrogen genistein suppresses cell-mediated immunity in mice. *J Endocrinol*, 176 (2), pp.267-74.

[66] O'Connor, T. P., Liesen, D. A., Mann, P. C., Rolando, L. et al. (2002) A high isoflavone soy protein diet and intravenous genistein delay rejection of rat cardiac allografts. *J Nutr*, 132 (8), pp.2283-7.

[67] Verdrengh, M., Jonsson, I. M., Holmdahl, R. Tarkowski, A. (2003) Genistein as an anti-inflammatory agent. *Inflamm Res*, 52 (8), pp.341-6.

[68] Zhang, Y., Song, T. T., Cunnick, J. E., Murphy, P. A. et al. (1999) Daidzein and genistein glucuronides in vitro are weakly estrogenic and activate human natural killer cells at nutritionally relevant concentrations. *J Nutr*, 129 (2), pp.399-405.

[69] Guo, T. L., McCay, J. A., Zhang, L. X., Brown, R. D., et al. (2001) Genistein modulates immune responses and increases host resistance to B16F10 tumor in adult female B6C3F1 mice. *J Nutr*, 131 (12), pp.3251-8.

TABLE DES MATIERES

1. Introduction	8
2. Le régime végétarien	9
2.1. Définition	9
2.2. Différents types de végétarisme	9
2.3. Historique	10
2.4. Arguments avancés en faveur du végétarisme	12
2.5. Importance du végétarisme en France et à travers le monde	13
2.6. Mode de vie	14
3. Besoins nutritionnels chez le sujet sain	15
3.1. Besoins en énergie et macronutriments	15
3.1.1. Énergie	15
3.1.2. Les protéines	16
3.1.2.1 Structure	16
3.1.2.2. Rôle physiologique	16
3.1.2.3. Besoins nutritionnels	17
3.1.2.4. Sources alimentaires	19
3.1.3. Les lipides	24
3.1.3.1. Structure	24
3.1.3.2. Rôle physiologique	26
3.1.3.3. Besoins nutritionnels	27
3.1.3.4. Sources alimentaires	27
3.1.4. Les glucides	29
3.1.4.1. Structure	29
3.1.4.2. Rôle physiologique	30
3.1.4.3. Besoins nutritionnels	30
3.1.4.4. Sources alimentaires	31
3.1.5. Cas particulier des fibres alimentaires	32
3.1.5.1. Structure	32
3.1.5.2. Propriétés et besoins nutritionnels	32
3.1.5.3. Sources alimentaires	33
3.1.5.4. Fibres alimentaires et minéraux	33
3.2. Besoins en micronutriments	33

3.2.1. Les minéraux	33
3.2.1.1. Le sodium	34
3.2.1.2. Le potassium	35
3.2.1.3. Le calcium	36
3.2.1.4. Le phosphore	37
3.2.1.5. Le magnésium	38
3.2.2. Les oligo-éléments	39
3.2.2.1. Le fer	39
3.2.2.2. L'iode	40
3.2.2.3. Le zinc	41
3.2.2.4. Le cuivre	42
3.2.2.5. Le fluor	42
3.2.2.6. Le sélénium	43
3.2.3. Les vitamines	43
3.2.3.1. Les vitamines liposolubles	44
3.2.3.2. Les vitamines hydrosolubles	48
4. Risques et bénéfices d'une alimentation végétarienne	55
4.1. Situation physiologique normale chez l'adulte	55
4.1.1. Risques du régime végétarien	55
4.1.1.1. Risque de carence protéique	55
4.1.1.2. Risque de carence en calcium	56
4.1.1.3. Risque de carence en vitamine D	57
4.1.1.4. Risque de carence en fer	58
4.1.1.5. Risque de carence en vitamine B ₁₂	58
4.1.1.6. Risque de carence en sélénium	59
4.1.2. Bénéfices des régimes végétariens	60
4.1.2.1. Potentiel préventif dans les pathologies digestives	60
4.1.2.2. Potentiel préventif dans l'obésité et le diabète de type 2	61
4.1.2.3. Potentiel préventif dans les maladies cardiovasculaires	63
4.1.2.4. Potentiel préventif dans les cancers	68
4.2. Grossesse, allaitement et végétarisme	72
4.2.1. Besoins nutritionnels	72
4.2.1.1. Énergie et macronutriments	73

4.2.1.2. Calcium et vitamine D	74
4.2.1.3. Fer, folates et vitamine B ₁₂	75
4.2.1.4. Iode	77
4.2.2. Cas clinique	77
4.3. Enfants, adolescents et végétarisme	79
4.3.1. Besoins nutritionnels	79
4.3.1.1. Énergie, protéines et lipides	79
4.3.1.2. Calcium et Vitamine D	80
4.3.1.3. Fer et vitamine B ₁₂	81
4.3.2. Cas clinique	82
5. Régime végétarien équilibré et conseil à l'officine	84
5.1. Chez l'adulte en situation physiologique normale	84
5.1.1. Les recommandations générales : le PNNS	84
5.1.2. Adaptation aux régimes végétariens	86
5.1.2.1. Apports protéiques	87
5.1.2.2. Apports en calcium et en vitamine D	90
5.1.2.3. Apports en fer et en vitamine B ₁₂	92
5.1.2.4. Pyramide alimentaire végétarienne	93
5.1.3. Supplémentation médicamenteuse	96
5.1.3.1. Supplémentation en vitamine B ₁₂	96
5.1.3.2. Supplémentation en vitamine D	97
5.1.3.3. Supplémentation en fer	99
5.1.3.4. Supplémentation en calcium	100
5.1.3.5. Compléments alimentaires	101
5.2. Chez la femme enceinte et allaitante	103
5.2.1. Recommandations générales et adaptations	103
5.2.2. Adaptation du guide alimentaire végétarien	105
5.2.3. Complémentation médicamenteuse	105
5.3. Diversification alimentaire chez le nourrisson	108
5.3.1. Recommandations générales et adaptations	108
5.3.2. Préparations pour nourrissons et aliments de suite à base de protéines de soja	109
6. Conclusion	111

SERMENT DE GALIEN

Je jure en présence de mes Maîtres de la Faculté et de mes condisciples :

- d'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement ;
- d'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement ;
- de ne jamais oublier ma responsabilité, mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine, de respecter le secret professionnel.

En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser les actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères, si j'y manque.

BON A IMPRIMER N° 3339

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE

Vu, le Doyen de la Faculté

VU et PERMIS D'IMPRIMER

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ