



HAL
open science

Prise en charge des patients végétaliens à l'officine

Melissa Col

► **To cite this version:**

Melissa Col. Prise en charge des patients végétaliens à l'officine. Sciences pharmaceutiques. 2018. dumas-01961048

HAL Id: dumas-01961048

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01961048v1>

Submitted on 19 Dec 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il n'a pas été réévalué depuis la date de soutenance.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact au SID de Grenoble :
bump-theses@univ-grenoble-alpes.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

<http://www.cfcopies.com/juridique/droit-auteur>

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

Année : 2018

**PRISE EN CHARGE DES PATIENTS VÉGÉTALIENS À
L'OFFICINE**

**THÈSE
PRÉSENTÉE POUR L'OBTENTION DU TITRE DE DOCTEUR EN PHARMACIE
DIPLÔME D'ÉTAT**

Mélissa COL

[Données à caractère personnel]

**THÈSE SOUTENUE PUBLIQUEMENT À LA FACULTÉ DE PHARMACIE DE
GRENOBLE**

Le : 11/12/2018

DEVANT LE JURY COMPOSÉ DE

Président du jury :

Madame GILLY Catherine (Docteur en pharmacie, tutrice de thèse)

Membres :

Madame JACQUET Marine (Docteur en pharmacie, directrice de thèse)

Madame REY Muriel (Docteur en pharmacie)

Madame ROUX Christine (Naturopathe)

L'UFR de Pharmacie de Grenoble n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions sont considérées comme propres à leurs auteurs.

Doyen de la Faculté : **M. le Pr. Michel SEVE**

Vice-doyen et Directrice des Études :
Mme Christine DEMEILLIERS

Année 2018 - 2019

**ENSEIGNANTS -
 CHERCHEURS**

STATUT	NOM	PRENOM	LABORATOIRE
MCF	ALDEBERT	DELPHINE	TIMC-IMAG UMR 5525 CNRS, TheREx
PU-PH	ALLENET	BENOIT	TIMC-IMAG UMR 5525 CNRS, TheMAS
PU	BAKRI	ABDELAZIZ	TIMC-IMAG UMR 5525 CNRS
MAST	BARDET	JEAN-DIDIER	TIMC-IMAG UMR 5525 CNRS, TheMAS
MCF	BATANDIER	CECILE	LBFA – INSERM U1055
PU-PH	BEDOUCH	PIERRICK	TIMC-IMAG UMR 5525 CNRS, TheMAS
MCF	BELAIDI-CORSAT	ELISE	HP2, Inserm U1042
MAST	BELLET	BEATRICE	-
MCF	BOUCHERLE	BENJAMIN	DPM - UMR 5063 CNRS
PU	BOUMENDJEL	AHCENE	DPM – UMR 5063 CNRS
MCF	BOURGOIN	SANDRINE	IAB – CRI INSERM U823
MCF	BRETON	JEAN	LCIB – UMR E3 CEA
MCF	BRIANCON-MARJOLLET	ANNE	HP2 – INSERM U1042
PU	BURMEISTER	WILHEM	UVHCI- UMI 3265 EMBL CNRS
MCU-PH	BUSSER	BENOIT	Institute for Advanced Biosciences, UGA / Inserm U 1209 / CNRS 5309
Professeur Emerite	CALOP	JEAN	
MCF	CAVAILLES	PIERRE	TIMC-IMAG UMR 5525 CNRS
MCU-PH	CHANOINE	SEBASTIEN	CR UGA - INSERM U1209 - CNRS 5309
MCF	CHOISNARD	LUC	DPM – UMR 5063 CNRS
AHU	CHOVELON	BENOIT	DPM – UMR 5063 CNRS
PU-PH	CORNET	MURIEL	TIMC-IMAG UMR 5525 CNRS, TheREx
Professeur Émérite	DANEL	VINCENT	-
PU	DECOUT	JEAN-LUC	DPM – UMR 5063 CNRS
MCF Émérite	DELETRAZ-DELPORTE	MARTINE	LPSS – EAM 4129 LYON
MCF	DEMEILLERS	CHRISTINE	TIMC-IMAG UMR 5525 CNRS
PU-PH	DROUET	CHRISTIAN	GREPI EA7408

PU	DROUET	EMMANUEL	IBS – UMR 5075 CEA CNRS HIV & virus persistants Institut de Biologie Structurale
MCF	DURMORT	CLAIRE	IBS – UMR 5075 CEA CNRS
PU-PH	FAURE	PATRICE	HP2 – INSERM U1042
MCF	FAURE-JOYEUX	MARIE	HP2 – INSERM U1042
PRCE	FITE	ANDREE	-
MCU-PH	GARNAUD	CECILE	TIMC-IMAG UMR 5525 CNRS, TheReX
PRAG	GAUCHARD	PIERRE-ALEXIS	-
MCU-PH	GERMI	RAPHAELE	IBS – UMR 5075 CEA CNRS HIV & virus persistants Institut de Biologie Structurale
MCF	GEZE	ANNABELLE	DPM – UMR 5063 CNRS
MCF	GILLY	CATHERINE	DPM – UMR 5063 CNRS
PU	GODIN-RIBUOT	DIANE	HP2 – INSERM U1042
Professeure Émérite	GRILLOT	RENEE	-
MCF Émérite	GROSSET	CATHERINE	DPM – UMR 5063 CNRS
MCF	GUIEU	VALERIE	DPM – UMR 5063 CNRS
AHU	HENNEBIQUE	AURELIE	TIMC-IMAG UMR 5525 CNRS, TheReX
MCF	HININGER-FAVIER	ISABELLE	LBFA – INSERM U1055
MCF	KHALEF	NAWEL	TIMC-IMAG UMR 5525 CNRS
MCF	KOTZKI	SYLVAIN	HP2 – UMR S1042
MCF	KRIVOBOK	SERGE	DPM – UMR 5063 CNRS
PU	LENORMAND	JEAN-LUC	TIMC-IMAG UMR 5525 CNRS, TheReX
PU	MARTIN	DONALD	TIMC-IMAG UMR 5525 CNRS
PRCE	MATTHYS	LAURENCE	-
AHU	MAZET	ROSELINE	DPM – UMR 5063 CNRS
MCF	MELO DI LIMA	CHRISTELLE	LECA – UMR CNRS 5553
AHU	MINOVES	MELANIE	HP2 – INSERM U1042
PU	MOINARD	CHRISTOPHE	LBFA - INSERM U1055
PU-PH	MOSSUZ	PASCAL	IAB – INSERM U1209
MCF	MOUHAMADOU	BELLO	LECA – UMR 5553 CNRS
MCF	NICOLLE	EDWIGE	DPM – UMR 5063 CNRS
MCF	OUKACINE	FARID	DPM – UMR 5063 CNRS
MCF	PERES	BASILE	DPM – UMR 5063 CNRS
MCF	PEUCHMAUR	MARINE	DPM – UMR 5063 CNRS
PU	PEYRIN	ERIC	DPM – UMR 5063 CNRS
AHU	PLUCHART	HELENE	TIMC-IMAG – UMR 5525 CNRS, THEMAS
MCF	RACHIDI	WALID	LCIB – UMR E3 CEA

MCF	RAVELET	CORINNE	DPM – UMR 5063 CNRS
PU	RIBUOT	CHRISTOPHE	HP2 – INSERM U1042
PAST	RIEU	ISABELLE	-
Professeure Émérite	ROUSSEL	ANNE-MARIE	
PU-PH	SEVE	MICHEL	LBFA – INSERM U1055
MCF	SOUARD	FLORENCE	DPM – UMR 5063 CNRS
MCF	SPANO	MONIQUE	IBS – UMR 5075 CEA CNRS
MCF	TARBOURIECH	NICOLAS	IBS – UMR 5075 CEA CNRS
MCF	VANHAVERBEKE	CECILE	DPM – UMR 5063 CNRS
PU	WOUESSIDDJEWE	DENIS	DPM – UMR 5063 CNRS

AHU : Assistant Hospitalo-Universitaire

ATER : Attachés Temporaires d'Enseignement et de Recherches

BCI : Biologie du Cancer et de l'Infection

CHU : Centre Hospitalier Universitaire

CIB : Centre d'Innovation en Biologie

CRI : Centre de Recherche INSERM

CNRS : Centre National de Recherche Scientifique

DCE : Doctorants Contractuels Enseignement

DPM : Département de Pharmacochimie Moléculaire

HP2 : Hypoxie Physiopathologie Respiratoire et Cardiovasculaire

IAB : Institute for Advanced Biosciences

IBS : Institut de Biologie Structurale

LAPM : Laboratoire Adaptation et Pathogenèse des Microorganismes

LBFA : Laboratoire Bioénergétique Fondamentale et Appliquée

LCBM : Laboratoire Chimie et Biologie des Métaux

LCIB : Laboratoire de Chimie Inorganique et Biologie

LECA : Laboratoire d'Ecologie Alpine

LPSS : Laboratoire Parcours Santé Systémique

LR : Laboratoire des Radio pharmaceutiques

MAST : Maître de Conférences Associé à Temps Partiel

MCF : Maître de Conférences des Universités

MCU-PH : Maître de Conférences des Universités et Praticiens Hospitaliers

PAST : Professeur Associé à Temps Partiel

PRAG : Professeur Agrégé

PRCE : Professeur certifié affecté dans l'enseignement

PU : Professeur des Universités

PU-PH : Professeur des Universités et Praticiens Hospitaliers

SyMMES : Systèmes Moléculaires et nanoMatériaux pour l'Energie et la Santé

TIMC-IMAG : Laboratoire Technique de l'Imagerie, de la Modélisation

UMR: Unité Mixte de Recherche

UVHCI: Unit of Virus Host Cell Interactions

REMERCIEMENTS

Aux membres de mon jury,

À Madame Catherine GILLY, qui me fait l'honneur d'assurer la présidence du jury, pour son énergie et son professionnalisme qui m'ont particulièrement aidée.

À Madame Marine JACQUET, d'avoir accepté de prendre part à ce projet et tant que directrice de thèse, pour l'intérêt qu'elle a porté à mon travail, pour ses conseils et son aide.

À Madame Muriel REY, d'avoir accepté d'être dans ce jury, pour sa gentillesse, son soutien et ses encouragements tout au long de cette année, qui m'ont été une aide précieuse, surtout dans cette période éprouvante qu'est la dernière ligne droite.

À Madame ROUX Christine, pour son aide et pour avoir accepté avec beaucoup de gentillesse de participer à ce jury.

À Madame Maud JOFFRE et Madame Estelle GIMENEZ, pour m'avoir beaucoup appris et permis de consolider ma formation.

À ma famille, qui avec cette question récurrente (bien qu'angoissante) « quand est-ce que tu la soutiens cette thèse ? » m'a permis de ne jamais dévier de mon objectif final.

À mes parents et mes sœurs, pour m'avoir soutenue pendant ces sept années d'études et ces longues périodes de révisions.

À mes grands-parents adorés, pour leur présence et leur amour, leur soutien sans faille et leurs encouragements. Tout simplement, merci pour tout ce que vous faites.

À mes ami.es,

À ma meilleure amie Marjorie, pour m'avoir soutenue et encouragé (et surtout subie) tout au long de ce travail de thèse et de ces études, pour son amour et sa présence sur ce beau chemin qu'est la vie. Merci d'être là.

À Maud et Loulou, pour leur amour quotidien, leur créativité et nos longs débats. Merci d'être vous.

À mes meilleures amies de lycée, Laëtitia et Marie, pour leur joie de vivre, nos moments passés et nos retrouvailles futures.

Merci à mes amis et amies de fac, et notamment Nora, Léa, et Lyes pour nos séances de révisions, nos fous rires et l'amitié que l'on se porte au quotidien.

« Soyons reconnaissants aux personnes qui nous donnent du bonheur ; elles sont les charmants jardiniers par qui nos âmes sont fleuries. » Marcel Proust

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	5
TABLE DES MATIÈRES.....	6
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	8
LISTE DES ANNEXES	10
LISTE DES DÉFINITIONS	12
LISTE DES TABLEAUX.....	16
LISTES DES FIGURES	17
INTRODUCTION	18
I. LE RÉGIME VÉGÉTALIEN	19
I.1. DEFINITIONS.....	19
I.1.1. <i>Le végétarisme</i>	19
I.1.2. <i>Le végétalisme</i>	20
I.1.3. <i>Le véganisme</i>	20
I.1.4. <i>Motivations</i>	21
I.2. ÉPIDÉMIOLOGIE	21
I.2.1. <i>Au niveau international</i>	22
I.2.2. <i>En France</i>	22
I.3. CONSÉQUENCES DU VÉGÉTALISME SUR LA SANTÉ	23
I.3.1. <i>Bénéfices</i>	23
I.3.2. <i>Risques</i>	23
II. CONSIDÉRATIONS NUTRITIONNELLES, NUTRIMENTS ET MICRONUTRIMENTS	25
II.1. GÉNÉRALITÉS.....	25
II.1.1. <i>Les Apports Nutritionnels Conseillés (ANC)</i>	25
II.1.2. <i>Les besoins nutritionnels</i>	26
II.1.3. <i>Les micronutriments</i>	26
II.1.4. <i>Les « anti-nutriments » présents dans l'alimentation végétalienne</i>	27
III. CONSIDÉRATIONS NUTRITIONNELLES IDENTIQUES À LA POPULATION OMNIVORE	30
IV. CONSIDÉRATIONS NUTRITIONNELLES POTENTIELLEMENT À RISQUE DE CARENCES CHEZ LE PATIENT VÉGÉTALIEN	32
IV.1. LES PROTÉINES.....	32

IV.2.	LES ACIDES GRAS OMEGA 3.....	38
IV.3.	LE FER.....	44
IV.4.	LE ZINC.....	49
IV.5.	L'IODE.....	51
IV.6.	LE CALCIUM.....	56
IV.7.	LA VITAMINE D.....	62
IV.8.	LA VITAMINE B ₁₂	66
V.	LES SUPPLÉMENTS MÉDICAMENTEUX ET LES COMPLÉMENTS ALIMENTAIRES.....	73
V.1.	LES MÉDICAMENTS.....	73
V.1.1.	<i>Définition.....</i>	<i>73</i>
V.1.2.	<i>Les suppléments médicamenteux indiqués en prévention des carences des patients végétaliens.....</i>	<i>73</i>
V.2.	LES COMPLÉMENTS ALIMENTAIRES.....	76
V.2.1.	<i>Définition.....</i>	<i>76</i>
V.2.2.	<i>Législation et réglementation.....</i>	<i>77</i>
V.2.3.	<i>Les compléments alimentaires indiqués en prévention des carences des patients végétaliens.....</i>	<i>77</i>
VI.	LES POPULATIONS SPÉCIFIQUES VÉGÉTALIENNES – CONSEILS EN OFFICINE.....	78
VI.1.	LA FEMME ENCEINTE.....	79
VI.2.	LA FEMME ALLAITANTE.....	86
VI.3.	LE NOURRISSON ET LE TRÈS JEUNE ENFANT (1 A 3 ANS).....	88
VI.4.	LES ENFANTS ET LES ADOLESCENTS.....	98
VI.4.1.	<i>Les enfants de 3 ans à 10 ans.....</i>	<i>101</i>
VI.4.2.	<i>Les adolescents.....</i>	<i>102</i>
VI.5.	LES PERSONNES ÂGÉES.....	103
VII.	LIVRET D'ACCOMPAGNEMENT DESTINÉ À L'ÉQUIPE OFFICINALE ET AUX PATIENTS VÉGÉTALIENS.....	105
	CONCLUSION.....	127
	ANNEXES.....	129
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	152
	SERMENT DES APOTHICAIRES.....	163

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AA = Acide aminé.

AAr = Acide arachidonique.

AESA/AFSA = Autorité Européenne de Sécurité des Aliments.

AET = Apports Énergétiques Totaux.

AFSSA = Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments.

AG = Acide gras.

AGMI = Acide gras monoinsaturé.

AGPI = Acide gras polyinsaturé.

AGS = Acide gras saturé.

AJMT = Apport Journalier Maximum Tolérable.

AJR = Apport Journalier Recommandé.

AL = Acide linoléique.

ALA = Acide alpha-linolénique.

AMM = Autorisation de Mise sur le Marché.

ANC = Apports Nutritionnels Conseillés.

ANSES = Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'Environnement et du travail.

c.à.c = cuillère à café.

c.à.s = cuillère à soupe.

Ca = Calcium.

Ca-BP = *Calcium Binding Protein*.

CAR = Coefficient d'Absorption Réelle.

CSAH = Comité Scientifique pour l'Alimentation Humaine.

DGCCRF = Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes.

DHA = Acide docosahéaénoïque.

EFSA = *European Food Safety Authority*, Autorité européenne de sécurité des aliments.

EPA = Acide éicosapentaénoïque.

F = Femme.

Fe = Fer.

g = gramme.

H = Homme.

His = Histidine.

IMC = Indice de Masse Corporelle.

INCA = (étude) Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires.

LSS = Limite Supérieure de Sécurité.

Lys = Lysine.

Mg = milligramme.

Mmol = millimole

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

P = Phosphore.

RNP = Références Nutritionnelles pour la Population.

[Se] = Concentration dans le sérum.

[Sg] = Concentration dans le sang.

T3 = Tri-iodothyronine.

T4 = Tétr-iodothyronine.

Zn = Zinc.

µg = microgramme.

LISTE DES ANNEXES

<i>Annexe 1 : Contribution des différents macronutriments à l'apport énergétique total chez l'adulte.</i>	129
<i>Annexe 2 : Noms chimiques, unités usuelles, rôles physiologiques, pathologies carencielles, stockage et ANC des vitamines chez l'adulte.</i>	130
<i>Annexe 3 : Rôles physiologiques, carences et ANC des minéraux et des oligoéléments.</i>	131
<i>Annexe 4 : Micronutriments principaux dans divers aliments.</i>	132
<i>Annexe 5 : Principales sources alimentaires des micronutriments.</i>	134
<i>Annexe 6 : Les acides aminés essentiels et non essentiels.</i>	134
<i>Annexe 7 : Proportions des acides aminés indispensables dans le besoin protéique (en % de la somme des besoins ou des teneurs en acides aminés indispensables).</i>	135
<i>Annexe 8 : Teneur en protéines dans les légumineuses (en g/100g).</i>	136
<i>Annexe 9 : Teneur en protéines dans les céréales et assimilés (en g/100g).</i>	136
<i>Annexe 10 : Teneur en protéines dans les légumes et champignons (en g/100g).</i>	137
<i>Annexe 11 : Teneur en protéines dans les fruits (en g/100g).</i>	137
<i>Annexe 12 : Teneur en protéines dans les oléagineux (en g/100g).</i>	138
<i>Annexe 13 : Teneur en protéines dans les aliments d'origine animale (g/100g).</i>	139
<i>Annexe 14 : Teneur en fer de certains aliments (en mg/100g).</i>	140
<i>Annexe 15 : Aliments riches en fer - Taux moyens en mg/100g d'aliment.</i>	141
<i>Annexe 16 : Valeurs biologiques normales de la numération sanguine.</i>	142
<i>Annexe 17 : Principaux acides gras.</i>	142
<i>Annexe 18 : Composition en oméga 6 et oméga 3 des principales huiles alimentaires.</i>	143
<i>Annexe 19 : Teneur en zinc (en mg) dans les différentes classes d'aliments.</i>	144
<i>Annexe 20 : Teneur en iode des algues alimentaires (en µg/g de matière sèche).</i>	145
<i>Annexe 21 : Les sources de calcium alimentaire, comparées au lait.</i>	145
<i>Annexe 22 : Teneur en calcium de certains aliments (en mg/100g).</i>	146
<i>Annexe 23 : Teneur en calcium (en mg/L) des eaux en bouteille les plus riches en calcium.</i>	147
<i>Annexe 24 : Végétaux contenant approximativement la même quantité de calcium absorbé (96mg) qu'une cup américaine (240 ml) de lait de vache.</i>	147
<i>Annexe 25 : Pourcentage d'absorption de vitamine B₁₂ en fonction de la dose ingérée.</i>	148
<i>Annexe 26 : Teneur en vitamine B₁₂ des aliments (µg/100g).</i>	148
<i>Annexe 27 : Gain pondéral durant la grossesse selon l'IMC prégestationnel (IMC kg/m²).</i>	148
<i>Annexe 28 : Complémentations conseillées lors d'une grossesse végétalienne.</i>	149

<i>Annexe 29 : Composition moyenne des différents laits et préparations infantiles.....</i>	<i>149</i>
<i>Annexe 30 : Préparations pour nourrissons à base de soja ou de riz.</i>	<i>150</i>
<i>Annexe 31 : Complémentations conseillées chez l'enfant végétalien.</i>	<i>151</i>
<i>Annexe 32 : Teneur en différents nutriments du « lait » de soja enrichi en calcium.</i>	<i>151</i>

LISTE DES DÉFINITIONS

- **Accrétion** : agglomération d'éléments.
- **Antispéciste** : individu considérant que l'espèce n'est pas un critère suffisant pour déterminer de quelle manière on peut traiter un animal ni la façon dont on doit le considérer. S'oppose au spécisme : type de discrimination à l'instar du racisme ou du sexisme, basée sur la différence entre espèces vue comme un critère moral déterminant la manière de traiter un être autre que soi.
- **Apoferritine** : protéine présente dans l'intestin grêle, qui s'associe au fer pour former la ferritine, cette dernière ayant pour rôle d'assurer la régulation de l'absorption du fer dans le tractus intestinal.
- **Asthénie** : terme médical utilisé pour signifier une fatigue physique. Il s'agit plus précisément d'une diminution du pouvoir de fonctionnement, entraînant une faiblesse généralisée de l'organisme.
- **Cardiomyopathie** : maladie touchant le myocarde (muscle cardiaque) et responsable d'un dysfonctionnement de ce muscle.
- **Caséine** : protéines qui constituent la majeure partie des composants azotés du lait.
- **Cétogenèse** : processus métabolique par lequel les corps cétoniques sont produits suite au catabolisme des acides gras.
- **Cofacteur** : substance chimique participant aux transformations biochimiques.
- **Cuticule** : couche externe qui recouvre et protège les organes aériens des végétaux.
- **Dyserythropoïèse** : anomalie de la maturation des érythroblastes au niveau de la moelle osseuse, entraînant une insuffisance de production des globules rouges (érythrocytes) et une anémie (arégénérative).
- **Dyspnée** : trouble de la respiration accompagnant les affections respiratoires et cardiaques, se traduisant par une difficulté à respirer.
- **Endocytose** : mécanisme qui permet à des molécules de pénétrer dans certains types de cellules. Ce mécanisme de transport permet à des grosses molécules de pénétrer dans la cellule grâce à la formation d'une vésicule.
- **Érythroblaste** : forme jeune de globule rouge, qui possède encore son noyau cellulaire.
- **Euthyroïdie** : teneur normale d'hormone thyroïdienne dans le sang. Ce qualificatif s'oppose à la dysthyroïdie correspondant à un dysfonctionnement de sécrétion de la glande thyroïde, on distingue : l'hypothyroïdie (quantité insuffisante d'hormone thyroïdienne dans le sang) et l'hyperthyroïdie (quantité d'hormone thyroïdienne supérieure à la normale dans le sang).

- **Fente palatine** : malformation congénitale (de naissance) qui peut concerner la lèvre supérieure, le palais, ou les deux. On l'appelle aussi « bec de lièvre ».
- **Ferritine** : protéine qui assure le stockage du fer dans l'organisme (foie, rate, moelle osseuse).
- **Groupement prosthétique** : groupement d'une molécule qui n'est pas azoté (qui n'est pas un acide aminé) et qui est rattaché à la fraction protidique, soit chimiquement, soit physiquement et lui confère ses principales particularités.
- **Hématopoïèse** : processus physiologique qui assure le renouvellement des cellules sanguines et qui se produit quotidiennement dans l'organisme.
- **Hémochromatose** : maladie due à la surcharge de fer de divers tissus et organes, entraînant des lésions dégénératives.
- **Hémoglobine** : pigment protéique des globules rouges du sang, assurant le transport de l'oxygène entre l'appareil respiratoire et les cellules de l'organisme.
- **Hémosidérine** : protéine participant avec la ferritine à la fixation tissulaire du fer non lié à l'hème.
- **Homéostasie** : processus physiologique permettant de maintenir certaines constantes du milieu intérieur de l'organisme, nécessaires à son bon fonctionnement, entre les limites des valeurs normales.
- **Hydrosolubilité** : formé du préfixe "hydro-" (qui se rapporte à l'eau) et "soluble" (qui se dissout). En chimie, définit tout corps chimique qui peut se dissoudre dans l'eau.
- **Hypoplasie médullaire** : aussi appelée aplasie médullaire. Hémopathie (maladie du sang) caractérisée par la raréfaction (altération quantitative) de la moelle osseuse, dont la traduction est une diminution des trois lignées normales (globules rouges, globules blancs et plaquettes).
- **Kcal = kilocalorie** : unité de mesure de l'énergie, équivalant à mille calories. On parle de kilocalorie tant pour décrire la dépense énergétique en thermochimie qu'en diététique.
- **Limite supérieure de sécurité** : apport journalier chronique maximal d'une vitamine ou d'un minéral considéré comme peu susceptible de présenter un risque d'effets indésirables sur la santé de toute la population.
- **Lithiase** : formation de calculs à l'intérieur d'un appareil contenant des glandes (glandes salivaires) ou dans un réservoir (vessie, vésicule biliaire).
- **Lithogène** : ensemble des phénomènes qui produisent un calcul.
- **Mg = milligramme** : millième partie du gramme.
- **Mononuclée** : cellule qui n'a qu'un seul noyau.
- **Multinuclée** : cellule qui a plusieurs noyaux.

- **Myoglobine** : métalloprotéine contenant du fer, présente dans les muscles des vertébrés, et particulièrement des mammifères. Elle est apparentée structurellement à l'hémoglobine, mais a pour fonction de stocker l'oxygène O₂ plutôt que de le transporter.
- **Myxœdémateuse** : infiltration cutanée donnant un œdème jaune de la peau (accumulation d'eau dans la peau donnant un aspect « bouffi ») due à l'insuffisance ou à la suppression de la sécrétion thyroïdienne.
- **Néoglucogenèse** : processus hépatique, formation de glucose à partir des précurseurs non glucidiques (pyruvate, lactate, glycérol, acides aminés).
- **Néphrocalcinose** : trouble dans lequel il y a un excès de dépôts calcaires microscopiques disséminés dans le rein, et visibles radiologiquement.
- **Nori** : algue la plus consommée au monde, très riche en protéines. Les feuilles de nori sont utilisées pour concevoir les maki-sushi.
- **Ostéomalacie** : décalcification osseuse induite par un défaut de minéralisation (manque d'ions calcium et phosphate) de la trame protéique du squelette. C'est en quelque sorte l'équivalent chez l'adulte du rachitisme de l'enfant.
- **Ostéopénie** : état physiologique, précurseur de l'ostéoporose. On estime que jusqu'à 11 % de baisse de la densité osseuse, il s'agit d'ostéopénie, raréfaction osseuse, fragilisation du tissu osseux. Au-delà, il s'agit d'ostéoporose. L'ostéopénie est donc un état intermédiaire entre l'os normal et l'ostéoporose.
- **Paresthésie** : trouble de la sensibilité, désagréable et non douloureux, donnant l'impression de palper du coton, et pouvant s'accompagner d'une anesthésie. Le terme généralement employé est « fourmillement ».
- **Phyto-œstrogène** : composé naturel présent dans de nombreux végétaux, en particulier les légumineuses. On en distingue trois catégories : les isoflavones, les lignanes et les coumestanes. Du fait de la similarité de leur structure moléculaire avec l'estradiol, ils ont la capacité de provoquer des effets œstrogéniques ou anti-œstrogéniques.
- **Polydipsie** : augmentation exagérée de la sensation de soif.
- **Polyurie** : trouble urinaire caractérisé par une augmentation des quantités d'urines émises sur la journée (> 2.500 ml par jour).
- **Prophylaxie** : ensemble de moyens médicaux mis en œuvre pour empêcher l'apparition, l'aggravation ou l'extension des maladies.
- **Protéolyse** : fragmentation d'une protéine en plusieurs morceaux sous l'action d'une enzyme.
- **Rachitisme** : maladie de l'enfant, due généralement à une carence en vitamine D, caractérisée par une insuffisance de minéralisation des os et des déformations.

- **Références nutritionnelles pour la population (RNP)** : elles sont calculées de façon à couvrir les besoins de la quasi-totalité (97,5%) de la population concernée. À l'inverse, les Apports Journaliers Recommandés (AJR) sont des valeurs repères uniques qui servent de référence sur les étiquettes des aliments.
- **Sarcopénie** : pathologie résultant d'une perte progressive et élevée de la masse, de la force et de la fonction musculaires au cours du vieillissement.
- **Seitan** : préparation alimentaire à base de farine de blé complète, dont on enlève l'amidon pour ne conserver que le gluten. Le seitan est riche en protéines et pauvre en graisses.
- **Sidérémie** : taux de fer dans le sérum sanguin.
- **Substance chélatrice** : substance permettant la complexation d'un ion ou d'un atome métallique par un ligand, conduisant à un chélate.
- **Tempeh** : pâte à base de soja fermenté, spécialité d'Indonésie. Le tempeh a un goût qui évoque les arômes de champignon, de noix et de levure. Il est riche en protéines d'origine végétales, pauvre en lipides. Le tempeh est détaillé en tranches et généralement frit jusqu'à ce que sa surface devienne croustillante. Il peut également se préparer comme le tofu. Haché et rissolé, il est utilisé dans la composition de sauces (sauce bolognaise végétarienne). Bien qu'il soit parfois confondu avec le tofu, il diffère de celui-ci par le fait que le tofu n'est pas fermenté mais simplement soumis à coagulation.
- **Teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine** : paramètre sanguin donnant la masse moyenne d'hémoglobine contenue dans un globule rouge.
- **Tofu** : aliment d'origine chinoise, issu du caillage du « lait » de soja. C'est une pâte blanche, molle, peu odorante et au goût plutôt neutre, constituant une base importante de l'alimentation asiatique, et aussi consommé par des végétariens et végétaliens occidentaux. Le tofu existe sous de nombreuses formes (séché, fumé, en feuilles ou en blocs, poilu, soyeux, aux herbes...). Il se cuisine seul, coupé en dés, frit ou en mélange dans des salades, dans la soupe ou émietté dans des galettes avec des légumes et des céréales.
- **Transport passif paracellulaire** : transport de molécules entre les cellules, ne consommant pas d'énergie.
- **Trémulation** : synonyme de tremblement, agitation involontaire de tout ou d'une partie du corps, se caractérisant par de petits mouvements d'allure oscillatoire, rapides, qui n'empêchent pas l'exécution des mouvements volontaires, mais qui sont à l'origine d'une imprécision dans leur exécution.
- **µg = microgramme** : unité de mesure de masse du Système International SI, valant 10^{-6} grammes.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Apports nutritionnels conseillés en protéines (en g/kg/jour).	35
Tableau 2 : Temps de demi-vie et valeurs usuelles des protéines circulantes.	36
Tableau 3 : Besoins en acides gras chez l'adulte.	42
Tableau 4 : Apports nutritionnels conseillés en fer pour la population française (en mg).	46
Tableau 5 : Apports nutritionnels conseillés en iode ($\mu\text{g}/\text{jour}$).....	53
Tableau 6 : Apports conseillés en calcium (mg par jour).	58
Tableau 7 : Recommandations d'apport journalier en vitamine B ₁₂ ($\mu\text{g}/\text{jour}$).	68
Tableau 8 : Fréquence d'administration des compléments alimentaires en vitamine B ₁₂ pour satisfaire les besoins.	69
Tableau 9 : Les suppléments médicamenteux - les minéraux et oligoéléments.....	75
Tableau 10 : Les suppléments médicamenteux - les vitamines.	76
Tableau 11 : Les compléments alimentaires végétaliens disponibles en pharmacie.....	78
Tableau 12 : Apports nutritionnels conseillés pour les femmes enceintes.....	80
Tableau 13 : Apports nutritionnels conseillés pour les femmes qui allaitent.....	87
Tableau 14 : Apports nutritionnels conseillés en vitamines chez le nourrisson.....	89
Tableau 15 : Apports nutritionnels conseillés en minéraux et oligoéléments chez le nourrisson.	89
Tableau 16 : Quelques erreurs alimentaires lors de la diversification.	95
Tableau 17 : Apports souhaitables en énergie et en certains nutriments chez l'enfant, l'adolescent et l'adulte.....	99
Tableau 18 : Apports recommandés en protéines pour l'enfant omnivore et l'enfant végétalien (en g/jour).....	100
Tableau 19 : Apports nutritionnels conseillés en vitamines chez l'enfant et l'adolescent.	103

LISTES DES FIGURES

Figure 1 : Pourcentage de végétariens et végétaliens confondus, selon les pays.....	22
Figure 2 : Structures chimiques des différents types d'acides gras.	39
Figure 3 : Classification des acides gras.	39
Figure 4 : Structure chimique de l'acide linoléique.....	40
Figure 5 : Structure chimique de l'acide alpha-linolénique.....	41
Figure 6 : Résumé de la synthèse des acides gras oméga 3 et oméga 6.....	44

INTRODUCTION

L'alimentation végétalienne exclut tous les produits issus d'animaux et de l'exploitation animale. Il s'agit d'une alimentation qui bannit la viande, le poisson, les œufs, les produits laitiers et le miel. Ainsi, le végétalisme repose sur une alimentation composée uniquement d'aliments cultivés : légumes, fruits, oléagineux, légumineuses et graines.

Le véganisme est une extension du végétalisme au niveau du style de vie. C'est un mode de vie alliant une alimentation végétalienne et le refus de consommer tout produit issu des animaux ou de leur exploitation (vêtements, chaussures, cosmétiques, etc.).

Bien conçue et comportant une supplémentation adéquate, cette alimentation est bénéfique pour la santé, adaptée sur le plan nutritionnel, à tous les âges de la vie. De plus, elle peut jouer un rôle dans la prévention et le traitement de certaines maladies.

Cependant, elle peut devenir problématique en cas de non connaissance des besoins nutritionnels.

L'iode, le calcium, la vitamine B₁₂, le zinc, les acides gras oméga 3, les protéines, le fer et la vitamine D sont les nutriments à risque de carences dans l'alimentation végétalienne.

L'objectif de cette thèse est de servir de support aux pharmaciens d'officine et à l'équipe officinale.

D'une part en leur apportant les notions nécessaires concernant les nutriments à risque dans les différentes périodes de la vie des végétaliens, et d'autre part en mettant à disposition un livret comprenant des « fiches mémos » utilisables directement au comptoir par l'équipe officinale et pouvant être distribuées aux patients.

Ce livret a pour but de répondre aux attentes des patients et de former les équipes officinales au sujet de l'alimentation végétalienne.

Le pharmacien d'officine gagne ainsi la confiance de la patientèle végétalienne, tout en assurant un suivi sanitaire efficient.

I. LE RÉGIME VÉGÉTALIEN

I.1. Définitions

« *Tant que les hommes massacreront les animaux, les hommes aussi s'entretueront* ». Ces paroles du philosophe grec Pythagore (570 – 500 avant J.-C) sont à l'origine d'un mouvement qui a pris le nom de végétarisme, du latin *vegetus* : robuste, vigoureux, gaillard.

Le régime végétalien, succédant au régime végétarien, fait partie des régimes alimentaires en forte hausse. Une définition d'un régime alimentaire est donnée par le Docteur J-L Schlienger dans la revue « *Médecine des maladies métaboliques* » :

« Un modèle alimentaire est un système élaboré à partir d'un ensemble de règles, de choix et de pratiques d'ordre technique, social, et symbolique, accumulés de génération en génération et partagé par un groupe d'individus. Il incarne l'identité et les valeurs d'une société et des individus qui la composent. Les modèles alimentaires varient à travers l'espace et le temps. Leur élaboration progressive dépend, d'une part, de la maîtrise de la production et de la transformation alimentaire et, d'autre part, de traditions culturelles et de l'organisation sociale. Au service d'un acte alimentaire vital destiné à satisfaire les besoins en énergie et en nutriments afin de maintenir la meilleure santé possible, ils sont aussi un trait identitaire fort et évolutif. Leur diversité témoigne de la grande malléabilité des mécanismes biologiques et physiologiques de l'homme omnivore. » (1)

I.1.1. Le végétarisme

C'est au XIX^e siècle que le terme « végétarisme » apparaît, faisant suite notamment à des arguments moraux comme l'antispécisme (l'espèce à laquelle appartient un animal n'est pas un critère pertinent pour décider de la manière dont on doit le traiter et de la considération morale qu'on doit lui accorder) et l'émergence des droits des animaux.

Le végétarisme regroupe plusieurs modes d'alimentation, variant selon le degré de restriction des produits animaux, qu'ils soient carnés ou lactés. De façon générale, l'alimentation végétarienne est une alimentation qui exclut tout produit carné, tel que la viande, la volaille, les fruits de mer et le poisson. Cependant, elle peut inclure ou non des œufs et des produits laitiers, et il peut également y avoir des variations incluant le poisson. Ainsi, il existe différentes sous-catégories au végétarisme :

- L'alimentation lacto-ovo-végétarienne excluant la viande et incluant tout autre aliment d'origine animale tels que les œufs, les produits laitiers et le miel.
- L'alimentation lacto-végétarienne incluant les produits laitiers mais pas les œufs et aliments à base d'œufs, dits ovoproduits.
- L'alimentation ovo-végétarienne incluant les œufs et les ovoproduits mais excluant les produits laitiers.
- L'alimentation pesco-végétarienne incluant la consommation de poisson et de fruits de mer.
- L'alimentation flexitarienne qui est une alimentation principalement végétarienne ou végétalienne mais qui autorise la viande lors d'occasions particulières (restaurant, repas de fêtes, etc.). Globalement, un flexitarien est un omnivore qui a réduit sa consommation de produits animaux sans pour autant l'interdire totalement.

L'adoption de ce type d'alimentation peut réduire l'apport de certains nutriments comme les protéines ou le calcium par exemple, mais les carences peuvent être facilement évitées grâce une alimentation adaptée. (2,3)

I.1.2. Le végétalisme

L'alimentation végétalienne exclut tous les produits issus d'animaux et de l'exploitation animale. Il s'agit d'une alimentation qui bannit la viande, le poisson, les œufs, les produits laitiers, et le miel. Le végétalisme repose donc sur une alimentation composée uniquement d'aliments cultivés : légumes, fruits, oléagineux, légumineuses et graines.

I.1.3. Le véganisme

Le véganisme est une extension du végétalisme au niveau du style de vie. En effet, plus qu'une pratique alimentaire, il s'agit d'un mode de vie qui exclut toute utilisation de produits animaux, sur le plan alimentaire et dans la vie quotidienne. Par exemple, un adepte du véganisme, couramment appelé « vegan » ou « vegane », n'utilisera pas de cosmétiques testés sur les animaux, ne portera pas de vêtements à base de cuir, n'ira pas au zoo, etc. (3)

I.1.4. Motivations

Les motivations pour renoncer aux produits animaux évoluent. Dans la Grèce et la Rome antiques, l'opposition à la débauche était au premier plan, plus tard, il s'agissait plutôt d'aspects religieux et éthiques.

Aujourd'hui, les personnes qui décident d'adopter un régime végétalien peuvent le faire pour plusieurs raisons. Pour la majorité des cas, il s'agit de raisons éthiques (liées à l'élevage et à l'abattage des animaux), mais aussi écologiques (l'élevage étant la première cause de déforestation dans le monde, émettant plus de gaz à effet de serre que les émissions directes de tous les transports réunis, étant la plus grande source de polluants de l'eau, etc.) et enfin de santé. La prévention du risque de maladies chroniques ou l'amélioration de celles-ci peuvent aussi être des sources de motivation. Il existe aussi d'autres facteurs, moins répandus, tels que le prix des aliments, les croyances familiales, les influences parentales et religieuses. (4)

Ces différents modes alimentaires ont connu un regain d'intérêt suite à :

- des recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) incitant à éviter la consommation excessive de viande,
- des actions militantes des antispécistes contre l'utilisation de l'animal sous quelque forme que ce soit,
- une hausse de la prise de conscience pour une alimentation dans le respect de l'environnement.

Les végétariens qui le deviennent pour des raisons éthiques, affectives et philosophiques envers le bien-être animal, sont plus à même de transiter vers le végétalisme voire le véganisme, afin d'avoir une alimentation et un mode de vie cohérents avec leurs pensées. Cette transition est plus rare chez des végétariens pour qui les motivations sont plus de l'ordre de la santé ou d'une éthique religieuse.

I.2. Épidémiologie

Peu d'études ont été faites sur l'épidémiologie des végétaliens et il semble difficile à l'heure actuelle d'évaluer le nombre d'adeptes. Cependant, c'est un régime en plein essor, comme en témoigne la hausse des demandes et des offres de produits « vegans » sur le marché. Par exemple, les ventes de substituts de viande aux USA ont atteint 533 millions de dollars en 2012 représentant ainsi une augmentation de 8 % en 2 ans. (5)

I.2.1. Au niveau international

Selon de récents sondages, la prévalence mondiale des végétariens et végétaliens est comprise entre 1 % et 9 %, dont 8 % des Canadiens, 3,3 % des Américains (et parmi les végétariens, environ 46 % sont végétaliens), 3 % des Australiens, 1 à 2 % des Néo-Zélandais, 9 % des Allemands, 6 % des Irlandais et 11 à 12 % des Anglais. En Inde, la prévalence est bien plus élevée, 40 % des habitants seraient végétariens, cela est notamment dû à un fort impact religieux.

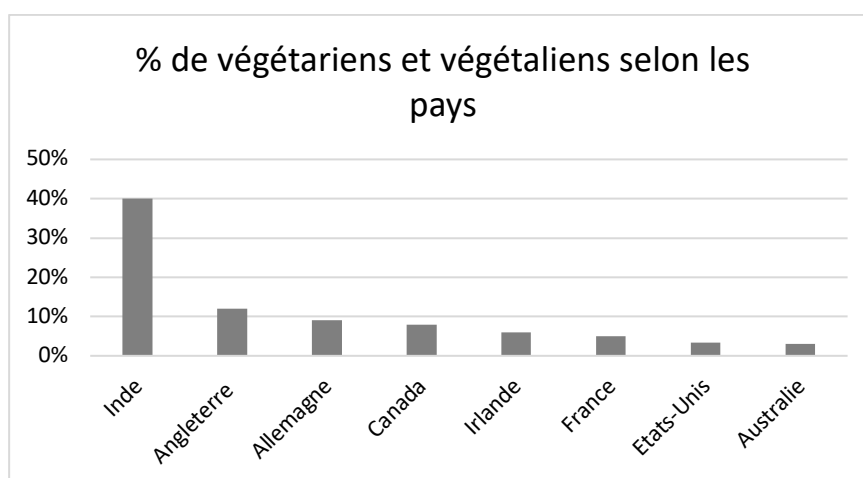


Figure 1 : Pourcentage de végétariens et végétaliens confondus, selon les pays.

De plus, 6% des jeunes adultes américains de 18 à 34 ans sont végétariens ou végétaliens alors que seulement 2 % des plus de 65 ans sont végétariens. (6,7)

Dans les études internationales, ce sont les individus qui se sont déterminés eux-mêmes végétariens, ceci comporte de fait une marge d'appréciation subjective, qui s'explique en partie par des caractéristiques individuelles et psychologiques, susceptible de biaiser les indicateurs. L'hétérogénéité dans les différents types d'alimentation rend difficile l'interprétation des résultats.

I.2.2. En France

Peu de données épidémiologiques sont disponibles, mais il était estimé depuis une dizaine d'années entre 2 % et 3 % de végétariens et végétaliens en France, ce qui représente 1,2 à 1,8 millions de personnes.

Une étude récente, menée en 2017 par l'institut Harris Interactive (études marketing et

sondages d'opinion), évalue à 5% la proportion de végétariens ou de vegan (et donc végétaliens) en France, ce qui représente plus de 3 millions de personnes. Parallèlement, cet institut évalue à 30% le nombre de flexitariens ayant radicalement réduit leur consommation de viande. (8)

I.3. Conséquences du végétalisme sur la santé

I.3.1. Bénéfices

Plusieurs études démontrent les effets bénéfiques sur la santé d'une alimentation végétalienne équilibrée. Ces derniers se manifestent notamment par :

- Une diminution de la concentration plasmatique en cholestérol,
- Une diminution du risque de développer un diabète (notamment de type 2),
- Une diminution des risques de maladies cardiovasculaires : maladies cardiaques, hypertension artérielle, etc.,
- Une diminution de l'indice de masse corporelle,
- Une augmentation de l'espérance de vie.

Différentes associations de nutritionnistes dans le monde, telles que l'« Academy of Nutrition and Dietetics » (l'Académie de Nutrition et de Diététique aux Etats-Unis), les « Dietitians of Canada » (Diététiciens du Canada), le « British National Health Service » (Service national de santé britannique), le « National Health and Medical Research Council » (Conseil National de la Santé et de la Recherche Médicale en Australie) etc., prônent le fait qu'une alimentation végétalienne bien conçue est bonne pour la santé, adaptée à tous les âges de la vie, adéquate sur le plan nutritionnel et peut être bénéfique pour la prévention et le traitement de certaines maladies. (2,9–11)

I.3.2. Risques

Les végétaliens renoncent à tous les produits animaux, avec, à l'inverse des végétariens, exclusion des produits laitiers comme source de protéines, de calcium, et de vitamine B₁₂.

Ainsi, l'iode, le calcium, la vitamine B₁₂, le zinc, les acides gras oméga 3, les protéines, le fer et la vitamine D sont les nutriments critiques de l'alimentation végétalienne. Néanmoins, on observe rarement des symptômes cliniques chez les végétaliens, bien qu'il existe des cas isolés d'enfants de mère végétalienne qui ont pu développer des symptômes de déficit en vitamine B₁₂. (9,12,13)

Le patient végétalien, risque une carence en vitamine B₁₂. Les réserves hépatiques font que cette carence peut avoir des conséquences cliniques plusieurs années après l'arrêt de consommation de produits animaux (au bout de 3 à 4 ans environ) mais avec de fortes variations interindividuelles. La supplémentation en vitamine B₁₂ est donc obligatoire chez les végétaliens.

Les apports limites peuvent être mis en évidence par les données de laboratoire, notions abordées dans les parties suivantes.

Cependant, en cas de non connaissance des besoins nutritionnels, l'alimentation végétalienne peut devenir problématique. Les besoins augmentant durant l'enfance, la grossesse et l'allaitement, ces périodes sont soumises à un risque de couverture insuffisante. Ceci d'autant plus que la nutrition est rarement mise en cause face à certains symptômes banals non spécifiques.

Le pharmacien, en tant que professionnel de santé, a un rôle clé dans la détection de potentielles carences et risques, ainsi que dans l'accompagnement et les conseils associés à ce type d'alimentation. Le rôle de la relation pharmacien – patient prend, une fois de plus, tout son sens. (12,14)

II. CONSIDÉRATIONS NUTRITIONNELLES, NUTRIMENTS ET MICRONUTRIMENTS

II.1. Généralités

II.1.1. Les Apports Nutritionnels Conseillés (ANC)

Les Apports Nutritionnels Conseillés sont des valeurs définies pour chaque nutriment (protéines, lipides, glucides, minéraux, vitamines, fibres, etc.) comme étant l'apport permettant de couvrir les besoins physiologiques de la plus grande partie de la population, soit 97,5 % des individus. Ils sont mesurés sur un groupe d'individus auquel est ajouté deux écarts types représentant conventionnellement 15% de la moyenne : c'est une marge de sécurité statistique qui prend en compte la variabilité interindividuelle et permet de couvrir les besoins de la plus grande partie de la population.

Ils prennent en compte les différentes sous-catégories pertinentes de la population et sont définis par l'ANSES (agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) au niveau national. Ils sont fixés pour chaque catégorie de la population française, en fonction du sexe et de l'âge et tiennent compte de la variabilité interindividuelle des besoins.

Ils servent ainsi de référence aux responsables de santé publique, de l'alimentation et des collectivités, aux chercheurs et aux industries agroalimentaires.

Il s'agit d'un outil pour mieux appréhender les problèmes nutritionnels en France, en sachant que la population n'est pas homogène face aux besoins. En effet, les carences surviennent pour des niveaux d'apport chroniquement bas, en dessous d'un seuil. Elles sont les seules maladies nutritionnelles existantes car elles sont dues à un déficit et guérissent si le déficit est corrigé.

Les besoins minima sont donc les apports nécessaires pour éviter la survenue d'une carence mais il faut prendre en compte le niveau des réserves, pouvant permettre de « tenir » (4 ans environ pour la vitamine B₁₂, 4 mois pour la vitamine B₉, 2 semaines pour le magnésium, etc.).

En dessous du niveau des ANC, on parle de risque de déficit, mais le besoin réel individuel peut être supérieur : en effet, pour 2,5 % des sujets, il peut être plus élevé. À l'inverse, ce

n'est pas parce qu'on a des apports inférieurs aux ANC pour un nutriment que l'on est en déficit (à fortiori en carence) : on est « seulement en risque de déficit ».

La référence à la journée doit être nuancée et elle peut être considérée comme une valeur moyenne. En effet, pour de nombreux nutriments, selon leur métabolisme et leur stockage, l'apport équilibré sur une période aussi courte n'est pas strictement nécessaire et peut être établie sur plusieurs jours voire plusieurs semaines.

À noter que les ANC des différents nutriments ont été publiés en 2001. Depuis, l'ANSES a révisé les ANC pour les protéines (en 2007) et pour les acides gras (en 2011). La réactualisation des ANC en glucides et sur la répartition énergétique entre les trois macronutriments est en cours. (15–18)

II.1.2. Les besoins nutritionnels

Les besoins d'un nutriment ou les besoins énergétiques sont définis comme la quantité nécessaire pour assurer l'entretien, le fonctionnement métabolique et physiologique d'un individu en bonne santé. Cela comprend les besoins liés à l'activité physique et à la thermorégulation, et les besoins supplémentaires lors de certaines périodes de la vie (croissance, gestation, lactation).

De plus, ils expriment une quantité de nutriment ou d'énergie qui doit être ingérée pour couvrir les besoins nets (qui comportent la quantité utilisée au niveau des tissus, la constitution, et le maintien des réserves) en tenant compte de la quantité réellement absorbée, qui est variable selon les nutriments, les individus et la nature du régime alimentaire. (18)

II.1.3. Les micronutriments

Ils sont l'ensemble des vitamines, minéraux et oligoéléments d'apport modeste par rapport aux nutriments représentés par les glucides, lipides et protides. Cependant, leurs rôles sont essentiels dans les processus métaboliques, en permettant leur bon déroulement, souvent en tant que cofacteurs. Ils sont indispensables pour permettre la libération d'énergie, bien qu'ils n'aient pas de rôle énergétique à proprement parler. Si les apports sont insuffisants, cela peut engendrer de nombreux symptômes, peu spécifiques (fatigue, troubles de la concentration, diminution de la résistance aux agents bactériens et viraux) ou plus importants (ostéomalacie ou rachitisme à cause d'un manque en vitamine D par exemple).

L'alimentation joue donc un rôle clé pour couvrir les besoins de l'organisme ; elle doit être

suffisamment diversifiée et bien orientée pour apporter l'ensemble des éléments nutritifs et micronutritifs. Les besoins dépendent des situations de vie : niveau d'activité physique, âge, pathologie, maternité, etc.

- Les minéraux et oligoéléments :

« Seuls les besoins quantitatifs quotidiens les différencient :

- Les minéraux sont représentés par le calcium, le sodium, le magnésium, le phosphore et le potassium (apport de plusieurs dizaines de mg).

- Les oligoéléments le sont par le cuivre, le zinc, le fluor, l'iode, le manganèse et le sélénium (apport inférieur à 10 - 20mg et en µg).

- Le fer a une position intermédiaire (apport de quelques mg à 30mg pour la femme enceinte). » (15)

- Les vitamines :

« Il existe deux grands groupes de vitamines :

- Les vitamines hydrosolubles : les vitamines du groupe B et la vitamine C.

- Les vitamines liposolubles : les vitamines A, D, E, K.

Les vitamines sont au nombre de treize. On les distingue en fonction de leur hydrosolubilité ou leur liposolubilité. Celles liposolubles (A, D, E, K) sont absorbées avec les autres graisses et stockées dans l'organisme. S'il y a un surdosage, l'accumulation peut être toxique (vitamines A et D). À l'inverse, les vitamines hydrosolubles sont plus facilement absorbées et éliminées dans les urines quand la concentration plasmatique s'élève. Il y a donc une réduction du stockage (sauf pour la vitamine B₁₂) et elles sont réputées non toxiques. » (19)

II.1.4. Les « anti-nutriments » présents dans l'alimentation végétalienne

- Les phytates :

Le phytate, sel de l'acide phytique, est largement répandu dans le règne végétal. Il sert de forme de stockage de phosphore et d'autres minéraux et contient environ 75% du phosphore total des noyaux des plantes. Les autres parties des plantes, telles que les racines et les tubercules, sont très pauvres en phytates (environ 0,1%).

Il est présent dans toutes les graines de plantes comestibles telles que les céréales, les légumineuses, les oléagineux et les noix, mais également en plus faible teneur dans les racines, les tubercules et les légumes. Pour la plupart des légumineuses, il existe de fortes variations de teneur, corrélées au grand nombre de variétés botaniques de semences, des

diverses conditions environnementales ou climatiques lors de la croissance, et également des différents stades de maturation des semences.

Le phytate a été considéré comme un « anti-nutriment », car il peut, lors du passage gastro-intestinal, inhiber l'absorption de certains oligoéléments et minéraux. Étant donné que l'acide phytique est fortement chargé négativement dans des conditions physiologiques, il présente un fort potentiel de complexation de cations chargés positivement, en particulier de fer, de zinc, de magnésium et de calcium. Ces complexes sont solubles dans les conditions acides de l'estomac et précipitent à un pH neutre dans l'intestin, entraînant une mauvaise absorption des minéraux et des oligoéléments. (20)

37 à 66 % du phytate alimentaire sont dégradés lors de la digestion dans l'estomac et l'intestin grêle, lorsque le régime est riche en phytases (enzymes hydrolysant les phytates). Comme la plupart des aliments végétaux, tels que les produits de grains entiers, les céréales et les légumineuses (les principales sources d'ingestion de phytates alimentaires) sont transformées ou soumises à un traitement thermique, d'une manière ou d'une autre, les phytases contenues dans les aliments préparés sont souvent inactivées.

Il existe toutefois un certain nombre de composants alimentaires qui neutralisent les effets inhibiteurs du phytate sur l'absorption minérale :

- La fermentation alimentaire neutralise les effets inhibiteurs du phytate et améliorent l'absorption du zinc.
- La présence de bêta-carotène et d'acide ascorbique dans l'alimentation améliore l'absorption du fer (ils arrêtent l'oxydation du fer ferreux en fer ferrique et empêchent ainsi la formation de Fe^{3+} très peu soluble). (20)

Les rapports phytate - minéraux dans les aliments et les régimes alimentaires semblent également jouer un rôle important dans l'inhibition par les phytates de l'absorption intestinale des minéraux et des oligoéléments. En effet, la concentration de phytates dans l'alimentation doit dépasser un certain seuil pour avoir un effet substantiel sur la biodisponibilité des minéraux et des oligoéléments. Il n'est pas fiable de prédire la biodisponibilité des minéraux provenant de régimes simplement basés sur la teneur en phytate dans les aliments, car tous les autres facteurs impliqués dans l'interaction acide phytique - minéral doivent être pris en compte.

Concernant les végétaliens, il n'est pas envisageable de supprimer les aliments contenant des phytates dans l'alimentation, mais la teneur en phytates des légumes secs et céréales est réduite (pouvant aller à une réduction de plus de 85% de phytates pour le seigle) en les faisant tremper plusieurs heures avant de les cuisiner. Concernant les oléagineux et les céréales, ils sont appauvris en phytates une fois grillés. Ces conseils sont donc importants à donner aux

patients végétaliens. (20)

- Les oxalates :

L'oxalate est une molécule diminuant l'absorption du calcium et ayant un rôle dans la formation des calculs rénaux.

Il se trouve dans de nombreux aliments d'origine végétale, à des concentrations variées (les épinards, les betteraves, les patates douces, les arachides, la rhubarbe et la blette à cardes en contiennent une forte teneur). Il ne se trouve généralement pas dans les produits d'origine animale.

Le corps humain fabrique aussi de l'oxalate, en tant que produit final du métabolisme mais ne l'utilise pas ni ne le dégrade, il est excrété dans les urines ou les selles. Même si l'apport en oxalate est nul, il sera excrété dans l'urine à la suite d'un métabolisme normal.

Il est composé de deux atomes de carbone et de quatre atomes d'oxygène ($C_2O_4H_2$) avec une charge de -2, donc attiré par les molécules avec une charge de +2 ; en particulier le calcium, et dans une moindre mesure le magnésium. Lorsque l'oxalate se combine au calcium dans l'urine, il devient insoluble et forme un solide. Si de nombreux cristaux d'oxalate de calcium se forment dans la vessie, des calculs rénaux peuvent se développer.

Cependant, les recherches semblent indiquer que si l'oxalate n'est pas supérieur à 300 mg et si l'apport en calcium est suffisant, les patients végétaliens ne devraient pas courir un risque plus élevé de calculs rénaux que les patients omnivores. (21)

III. CONSIDÉRATIONS NUTRITIONNELLES IDENTIQUES À LA POPULATION OMNIVORE

Chez l'homme, l'apport alimentaire est discontinu et varie quantitativement et qualitativement. L'organisme utilise en permanence des substrats énergétiques dans le but de maintenir ses fonctions vitales alors que l'apport de substrats exogènes par l'alimentation est périodique. Ainsi, durant la journée, le corps est soumis à des phases d'assimilation et de jeûne. Il faut environ 4 à 6 heures pour que l'absorption d'un repas soit complète, cette période se nomme la période absorptive postprandiale. Faire trois repas par jour (petit déjeuner, déjeuner, dîner) nous met en état de jeûne post-absorptif en fin de matinée, d'après-midi et au cours de la nuit. Cette période peut durer plus de 12 heures (jeûne nocturne) et doit maintenir un apport énergétique constant aux tissus. En conséquence, l'organisme a développé des processus d'adaptation métabolique, pour stocker l'énergie absorbée en excès au cours d'un repas, sous forme de glycogène et de triglycérides d'une part, et pour mobiliser ces réserves en période post-absorptive d'autre part. (22)

Les besoins énergétiques moyens sont estimés à 35 kcal/kg/j soit 2.450 kcal/24h pour un homme adulte de 70kg ayant une activité physique moyenne. Ces besoins sont couverts par les macronutriments apportés par l'alimentation : glucides, lipides et protéines.

Les glucides sont la principale source d'énergie (4 kcal/g) et doivent représenter 50 à 55 % des apports énergétiques totaux (AET). Les lipides, qui doivent contribuer à 30 à 35 % des AET détiennent une densité énergétique supérieure (9 kcal/g) à celle des glucides. Quant aux protéines, elles participent pour 8 à 12 % des AET (Annexe 1).

Les vitamines sont indispensables aux réactions métaboliques et à la vie. L'organisme est incapable de les synthétiser et il en a besoin à très faible dose. Elles sont considérées comme des « biocatalyseurs » et doivent être présentes dans l'alimentation. On les subdivise en vitamines liposolubles et hydrosolubles (Annexe 2).

Les minéraux et les oligoéléments sont des éléments nutritifs non énergétiques, non synthétisables par l'organisme, mais leur apport est essentiel au métabolisme et à la survie. Les nutriments minéraux sont le plus souvent subdivisés en macro-éléments et en micro-

éléments. Cette division est arbitraire et repose sur le fait que les stocks corporels ont des ordres de grandeurs très différents. En effet, les pools des macro-éléments minéraux sont de l'ordre du gramme voir du kilogramme et leurs besoins journaliers sont supérieurs à 100 mg. Les principaux minéraux sont : le potassium, le calcium, le phosphore et le magnésium. Les pools des micro-éléments minéraux (ou oligoéléments) sont inférieurs au gramme (voire au milligramme), et leurs besoins journaliers sont de l'ordre du microgramme. Les oligoéléments les plus importants sont le cuivre, le fer, le zinc, le manganèse, le sélénium et l'iode (Annexe 3).

Les vitamines D et B₁₂, ainsi que le calcium, le fer, le zinc et l'iode, présentant de plus forts risques de carence chez le patient végétalien, seront vus dans les prochaines parties.

La plupart des micronutriments sont présents dans une grande variété d'aliments, il est donc aisé de combler les besoins, autant dans une alimentation omnivore que végétalienne (Annexes 4 et 5).

Concernant les fibres alimentaires, elles sont les constituants des membranes des cellules végétales et se trouvent principalement dans les céréales, les légumes et les fruits. Elles sont constituées de résidus fibreux non hydrolysés par les enzymes digestives, mais dégradés en partie par la flore colique. La teneur en fibre des végétaux varie selon leur âge, leur provenance et le degré de maturation. Elles ont un grand pouvoir hydrophile, augmentant le poids et le volume des selles, elles accélèrent ainsi le transit intestinal, séquestrent les sels biliaires et le cholestérol et ralentissent l'absorption des glucides. Les apports conseillés sont de 25 à 30 g par jour. L'inconvénient est qu'elles réduisent l'absorption des minéraux et des vitamines B : la présence d'acide phytique dans la cuticule des céréales majore cette action. (23)

IV. CONSIDÉRATIONS NUTRITIONNELLES POTENTIELLEMENT À RISQUE DE CARENCES CHEZ LE PATIENT VÉGÉTALIEN

Les parties suivantes détaillent les données actuelles concernant les nutriments à risques pour les patients végétaliens : le fer, les protéines, les acides gras oméga 3, le zinc, l'iode, le calcium, la vitamine D et la vitamine B₁₂.

Elles seront abordées de manière systématique suivant le même schéma : généralités, rôles biologiques, besoins, sources, dosage, carence et excès.

Une alimentation végétalienne peut, le plus souvent, couvrir les apports conseillés pour tous ces nutriments. Dans certains cas, des suppléments ou des aliments enrichis peuvent apporter les quantités requises.

IV.1. Les protéines

Généralités :

Les protéines sont un ensemble d'acides aminés (dont chacun porte un radical azoté) reliés entre eux par des liaisons peptidiques. Les protéines apportent 4 kcal/g et ont le statut de macronutriment énergétique. Elles sont au nombre de 10.000 environ et jouent un rôle majeur dans la structure des tissus. En effet, le compartiment protéique représente 16 % de la masse d'un adulte, soit un peu plus de 11 kg pour un adulte de 70 kg par exemple.

Concernant la digestion des protéines, elles sont ingérées lors d'un repas puis digérées par des enzymes : la pepsine gastrique et la trypsine pancréatique. Elles sont par la suite transformées en peptides de seulement quelques acides aminés (AA), puis, sous l'action d'autres enzymes (dipeptidases, protéases pancréatiques et intestinales) dégradées en AA. Les AA absorbés parviennent au foie qui est leur principal site de catabolisme.

L'assimilation des protéines n'est pas faite de façon égale et dépend de la nature des AA qui les composent. Ceux-ci sont classés en deux groupes : les AA dits « essentiels » et les AA dits « non essentiels ».

Les acides aminés essentiels doivent être apportés par l'alimentation car le corps humain n'est pas capable de les synthétiser par voie endogène. Ils sont au nombre de 9 et doivent obligatoirement être présents pour permettre la synthèse d'autres peptides et protéines. Ce sont : l'histidine, l'isoleucine, la leucine, la lysine, la méthionine, la phénylalanine, la thréonine, le tryptophane et la valine. (24)

À l'inverse, **les AA dits non essentiels** peuvent se trouver dans l'alimentation, mais, au besoin, le corps peut les fabriquer à partir des acides aminés essentiels (Annexe 6).

La qualité d'une protéine dépend de sa composition en AA et est d'autant meilleure qu'elle comporte davantage d'AA essentiels, ce qui est le cas des protéines d'origine animale : elles sont de meilleure valeur nutritionnelle car elles contiennent l'ensemble des AA. Par exemple, l'ovalbumine, la protéine du blanc d'œuf a une valeur biologique arbitrairement fixée à 1.

À l'inverse, les protéines issues des végétaux n'apportent pas, ou en quantité insuffisante, tous les AA, qui sont dits AA « limitants ».

Pour combler ce manque et satisfaire les besoins, il est nécessaire pour les végétaliens d'associer plusieurs aliments végétaux différents et de réaliser des combinaisons alimentaires avec des céréales et des légumineuses. En effet, les protéines trouvées dans les céréales ont des teneurs assez faibles en lysine mais contiennent de la cystéine et de la méthionine (AA soufrés), alors que celles trouvées dans les légumineuses sont généralement assez pauvres en AA soufrés et contiennent de la lysine. (25,26)

Une autre notion importante à prendre en compte dans l'évaluation de l'aspect qualitatif des protéines est la digestibilité, qui correspond au degré d'assimilation des protéines. Les protéines d'origine animale ont une digestibilité élevée, entre 94 % et 98 %, alors que celle des végétaux est plus variable, pour la plupart, autour de 75 %.

Tous les AA essentiels doivent être présents pour la synthèse protéique mais ils peuvent être puisés, en cas de besoin, dans le pool protéique tissulaire. En revanche, tous les AA essentiels peuvent ne pas être contenus dans un même aliment protéique si celui-ci est associé à d'autres aliments compensant l'insuffisance d'un AA essentiel qui est dit « limitant ». La diversification alimentaire réduit ce risque. (27)

En résumé, tous les végétaux contiennent les 20 acides aminés, dont les 9 acides aminés essentiels. Une alimentation végétalienne variée peut donc suffire à couvrir tous les besoins en acides aminés. Pour consommer suffisamment de protéines, les végétaliens doivent manger à leur faim et avoir une alimentation variée, qui comprend des légumineuses, des céréales et des oléagineux.

Rôles biologiques :

Les protéines ont des rôles fonctionnels importants et variés. Certaines ont des rôles essentiellement structuraux (collagène, kératine) mais la plupart tirent leur fonction de leur capacité de reconnaissance et d'interaction avec d'autres molécules. Ainsi, elles servent de véhicule de transport pour les hormones, l'oxygène (hème), le calcium, les médicaments (albumine), les enzymes, les anticorps, les acides nucléiques, le régulateur de l'expression du génome (facteur de transcription), etc. Elles ont aussi un rôle sur l'homéostasie du milieu plasmatique grâce à la pression oncotique qu'elles exercent.

De plus, les fonctionnalités des protéines comportent la croissance, la fonction et l'entretien des tissus, des organes et du système de défense immunitaire. Les AA sont les substrats de toute synthèse protéique endogène mais ont également un rôle métabolique complémentaire dans la mesure où les protéines constituent une réserve énergétique de nécessité importante et que certains AA contribuent à l'homéostasie glucosée en participant à la néoglucogenèse hépatique, voire à la cétogénèse. (28)

Besoins :

Les estimations des besoins en protéines se rapportent aux besoins métaboliques sur une période de plusieurs jours. Bien que les besoins en protéines et en acides aminés soient habituellement exprimés en taux journaliers de consommation, rien n'indique que ces quantités doivent être consommées chaque jour. Par conséquent, il n'est pas essentiel, du moins chez les adultes, que les apports journaliers en protéines, ou vraisemblablement de chaque acide aminé indispensable, soient égaux ou supérieurs aux besoins physiologiques ; il suffit d'un apport moyen, sur plusieurs jours, pour atteindre cet objectif. Ce mode de consommation permettrait de maintenir un état nutritionnel adéquat en protéines. (26,28)

Les besoins protéiques sont estimés à partir des pertes. Celles-ci varient avec l'âge, le sexe, l'activité physique, l'état physiologique et l'état de santé. Ils font l'objet d'ANC qui tiennent compte de ces particularités. Les besoins protéiques minima sont ceux qui assurent une bonne santé chez l'adulte ou une croissance normale chez l'enfant, ils sont regroupés dans le tableau suivant :

Population	Besoins protéiques quotidiens en g/kg de poids corporel/jour
Enfant (1 à 2 ans)	1,0
Enfant (2 à 3 ans)	0,9
Adolescent (12 à 17 ans)	0,9
Adolescente (10 à 14 ans)	0,9
Homme adulte	0,8
Femme adulte	0,8
Femme enceinte	0,9
Femme allaitante	1,4
Personne âgée	1,0

(29)

Tableau 1 : Apports nutritionnels conseillés en protéines (en g/kg/jour).

Les proportions des AA indispensables dans le besoin protéique à différents âges et dans l'ensemble des protéines ingérées quotidiennement sont rassemblées dans l'Annexe 7. L'équilibre des besoins en chacun des AA indispensables (c'est à dire l'ensemble des pourcentages que représente le besoin de chacun d'entre eux dans la somme des besoins) est relativement constant quel que soit les périodes de la vie, du nouveau-né à l'adulte. Il y a certains écarts (notamment pour la phénylalanine et la tyrosine) qui peuvent résulter d'incertitudes sur les besoins. (28)

Ces valeurs de références, établies notamment par l'OMS et l'ANSES, sont largement dépassées dans les pays occidentaux. En effet, les omnivores consomment 170% des RNP en moyenne, 130 à 120% pour les végétariens et les végétaliens. Il n'est pas nécessaire de se préoccuper de la "qualité" et de la composition en acides aminés des protéines que consomment les patients végétaliens, la diversité des sources et la quantité suffisent amplement. (26)

Sources :

La protéolyse protéique est la source d'apport principale des AA (75%), mais l'apport alimentaire est incontournable puisqu'il compense le catabolisme protéique et maintient le

bilan protéique à l'équilibre.

Par ailleurs, les protéines se trouvent facilement dans les légumineuses telles que les lentilles, les haricots, les fèves, les pois, le soja et ses dérivés (tofu, protéines de soja texturée, tempeh). Les oléagineux (noix, noisettes, amandes), les céréales, le seitan et le quinoa sont aussi de bonnes sources en protéines (Annexes 8 à 13). Le fait de choisir de consommer des protéines végétales n'augmente pas les besoins en protéines. Leurs caractéristiques nutritionnelles sont en moyenne légèrement inférieures aux protéines d'origine animale mais surtout, relativement différentes d'une source à l'autre, et dépendent des traitements thermiques associés (conditionnements, cuissons, etc.). (28)

Comme vu précédemment, les céréales ont des teneurs basses en lysine mais élevées en acides aminés soufrés. À l'inverse, les légumineuses sont plutôt déficitaires en acides aminés soufrés mais relativement riches en lysine et présentent un profil complémentaire à celui des céréales. Contrairement à ce que l'on pensait il y a quelques années, il n'est pas nécessaire de combiner céréales et légumineuses à chaque repas, les apports peuvent être répartis dans la journée ou sur plusieurs jours. (26,28)

Dosage :

« La concentration des protéines circulantes est le reflet des réserves protéiques globales de l'organisme ; elle dépend des flux de synthèse et de dégradation des protéines. Le dosage des protéines plasmatiques lors d'un bilan nutritionnel constitue une évaluation globale de l'état nutritionnel, largement fonction de la disponibilité des acides aminés. En pratique, trois protéines sont intégrées au bilan nutritionnel : albumine, *retinol binding protein* (RBP) et transthyrétine. Elles se distinguent essentiellement par leur temps de demi-vie. » (30)

	Temps demi-vie	Valeurs usuelles
Albumine	20 jours	42 +/- 2 g/L
Transthyrétine (préalbumine)	48 h	310 +/- 35 mg/L
RBP	12 h	62 +/- 7 mg/L

Tableau 2 : Temps de demi-vie et valeurs usuelles des protéines circulantes.

Les valeurs varient selon la méthode utilisée et le laboratoire, de ce fait, il faut toujours se rapporter aux valeurs normales du laboratoire qui réalise le dosage.

Ces dosages permettent d'évaluer le degré de diminution de la synthèse hépatique secondaire

à un défaut d'apport en acides aminés. L'albumine est la plus utilisée dans les situations chroniques alors que la transthyréline (ou préalbumine) convient mieux aux situations aiguës et permet d'identifier les fluctuations rapides du statut nutritionnel. Les indications fournies par ces protéines peuvent être perturbées par l'inflammation ou l'insuffisance rénale. (31)

Carences :

Dans les pays développés, il est très rare de manquer de protéines, y compris chez les personnes végétaliennes. Cela peut éventuellement être le cas chez les personnes souffrant de carences alimentaires sévères ou ayant une alimentation très déséquilibrée, les personnes âgées, et les personnes dans diverses situations sociales et pathologiques (anorexie, alcoolisme, cancer, etc.). La carence chronique protéique a des conséquences redoutables : dénutrition, troubles de la croissance chez l'enfant, fragilité cutanée avec retard de cicatrisation, altération des défenses immunitaires avec un risque accru d'infection, catabolisme protéique avec sarcopénie et ostéopénie. Elle est particulièrement redoutée aux âges extrêmes de la vie.

Excès :

Un excès d'apport protéique n'est pas souhaitable non plus. D'abord, parce qu'il se fait le plus souvent au détriment des apports glucidiques qui constituent la source énergétique de préférence. Également parce que les aliments protéiques sont le plus souvent associés à des graisses où dominent les acides gras saturés (charcuterie, fromages).

De plus, il existe des arguments épidémiologiques et expérimentaux qui montrent qu'un régime hyperprotidique augmente la pression de perfusion glomérulaire, ce qui prédispose à l'insuffisance rénale chronique et à un effet lithogène urinaire.

L'étude menée par Robert A. Koeth en 2013 et publiée dans « *Nature Médecine* » montre qu'à partir d'une certaine dose, l'excès de protéines animales peut être statistiquement mis en lien avec une élévation du taux de mortalité qui serait due à d'autres éléments présents dans les produits animaux (fer héminique, partie brûlée des viandes grillées, sel des charcuteries et fromages). (32)

En conclusion de cette partie sur les protéines, principale interrogation des végétaliens, il est intéressant de citer le tableau « Mythes et réalités sur les protéines végétales dans l'alimentation humaine » du Dr Young et du Dr Pellett :

Mythe	Réalité
Les protéines issues des végétaux sont « incomplètes » (c'est-à-dire manquent de certains AA).	Les combinaisons alimentaires de protéines issues de végétaux sont complètes, bien que certaines protéines alimentaires puissent être faibles en certains AA.
Les protéines végétales ne sont pas aussi « bonnes » que les protéines animales.	La qualité dépend de la source et du mélange / de la combinaison alimentaire de différentes protéines végétales. Elle peut être équivalente à celle des protéines animales.
Les protéines provenant de différents aliments végétaux doivent être consommées ensemble dans le même repas pour atteindre une valeur nutritionnelle élevée.	Les protéines n'ont pas besoin d'être consommées en même temps, l'équilibre sur la journée est plus important.
Les protéines végétales ne sont pas bien digérées.	La digestibilité peut varier en fonction de la source et du mode de préparation des aliments. Elle peut être très bonne.
Les protéines végétales seules ne suffisent pas pour assurer un régime alimentaire adéquat (apport en protéines suffisant).	Les apports en AA essentiels et non essentiels peuvent être satisfaits par des sources de protéines végétales.

(26)

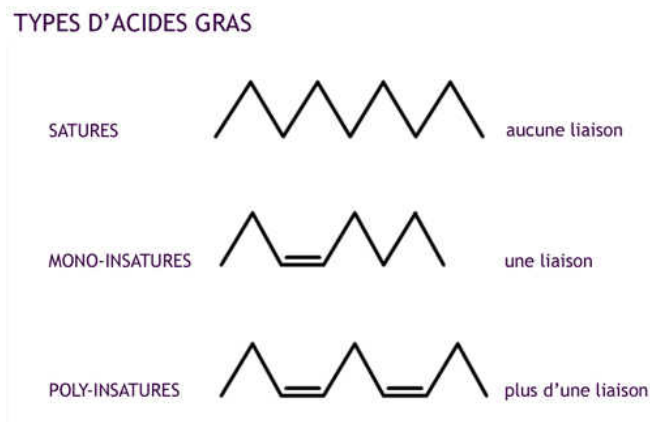
IV.2. Les acides gras oméga 3

Généralités :

Les lipides, ou corps gras, sont une source calorique importante, qu'on trouve dans les matières grasses et les oléagineux.

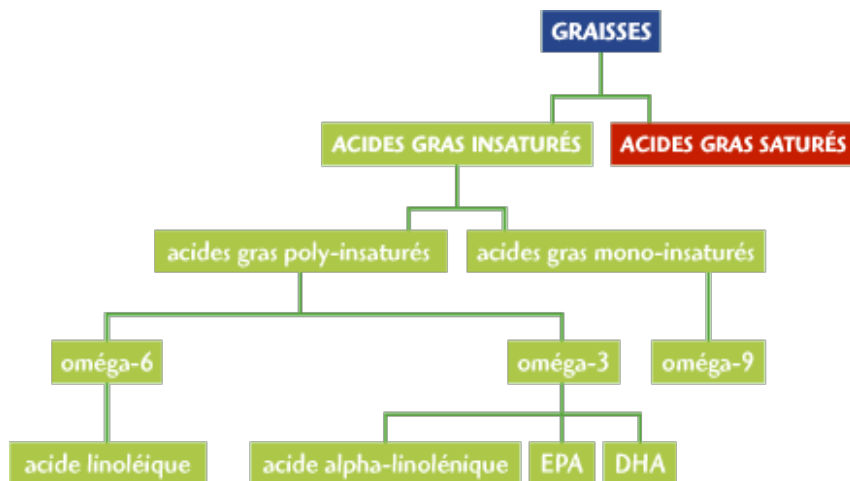
Il existe plusieurs types d'acides gras (AG) qui se différencient par la présence ou non de doubles liaisons (qui correspondent au nombre d'insaturation), leur position et la longueur des chaînes. Ce sont des molécules carbonées représentées par la formule $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_n\text{-COOH}$. Les propriétés physiques et chimiques des AG dépendent de la longueur de leur chaîne carbonée et du nombre de doubles liaisons. Ainsi, plus la chaîne carbonée est longue, plus la solubilité de ces molécules dans l'eau est faible ; de même, le degré d'insaturation entraîne une diminution du point de fusion (ce qui explique que les huiles sont riches en acides gras

polyinsaturés (AGPI), tandis que le beurre contient essentiellement des acides gras saturés (AGS)) (Annexe 17).



(33)

Figure 2 : Structures chimiques des différents types d'acides gras.



(34)

Figure 3 : Classification des acides gras.

Il existe deux familles d'AGPI essentiels, les AG oméga 3 et les AG oméga 6, sans transformation métabolique de l'une à l'autre, et sans substitution fonctionnelle possible de l'une à l'autre.

Les oméga 3 sont présents en grande quantité dans certains poissons gras, dans le lin, la noix, le colza. Les principaux acides gras de ce groupe sont :

- L'acide éicosapentaénoïque ($C_{20}H_{30}O_2$, EPA) ou acide timnodonique.
- L'acide docosahéxaénoïque ($C_{22}H_{32}O_2$, DHA) ou acide cervonique.
- L'acide alpha-linolénique ($C_{18}H_{30}O_2$, ALA), précurseur des deux autres ;

L'acide écosapentaénoïque (EPA) et l'acide docosahéxaénoïque (DHA) peuvent être synthétisés par l'organisme à partir d'acide alpha-linolénique (ALA), mais seulement en faible quantité. En pratique, le taux de DHA ne varie guère en cas d'apport augmenté en ALA. Le DHA et l'EPA sont des oméga 3 dits "à longue chaîne", à l'inverse des oméga 3 les plus courants appelés ALA. Les sources d'EPA et de DHA sont rares dans l'alimentation, que celle-ci soit végétalienne ou non.

Les oméga 6, pour leur part, jouent un rôle important dans la croissance des enfants, la coagulation du sang et l'imperméabilité de la peau.

Pour résumer, dans l'organisme, les acides gras issus de la série oméga 6 sont plutôt pro-inflammatoires, proagrégants plaquettaires et vaso-constricteurs. Ceux issus des oméga 3 sont plutôt anti-inflammatoires, antiagrégants plaquettaires et vaso-dilatateurs. (35)

La classe des AG essentiels comptent deux AG fondamentaux sur le plan nutritionnel, devant obligatoirement être apportés par la nourriture, l'organisme étant incapable de les synthétiser :

L'acide linoléique ou AL ($C_{18}H_{32}O_2$)

Appartenant à la famille des oméga 6 (ou n-6), une famille comportant deux doubles liaisons dont la première se situe entre C6 et C7 à partir du CH₃, il est surtout présent dans les huiles végétales comme l'huile de tournesol, de pépin de raisin, de maïs.

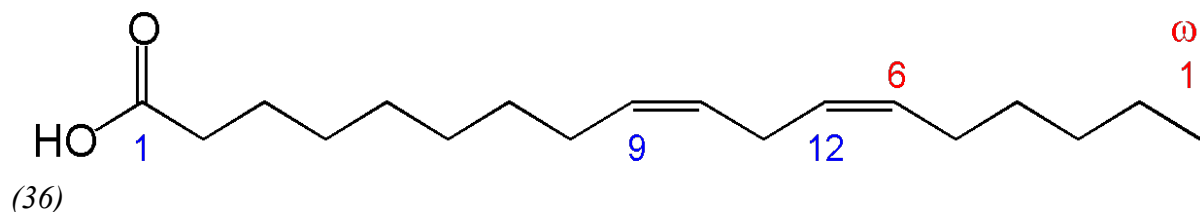


Figure 4 : Structure chimique de l'acide linoléique.

L'acide alpha-linolénique ou ALA ($C_{18}H_{30}O_2$)

Appartenant à la famille des oméga 3 ou n-3, il est constitué d'une première double liaison entre le C3 et le C4, on le trouve dans les poissons gras et les huiles végétales comme l'huile de colza, de soja ou de noix.

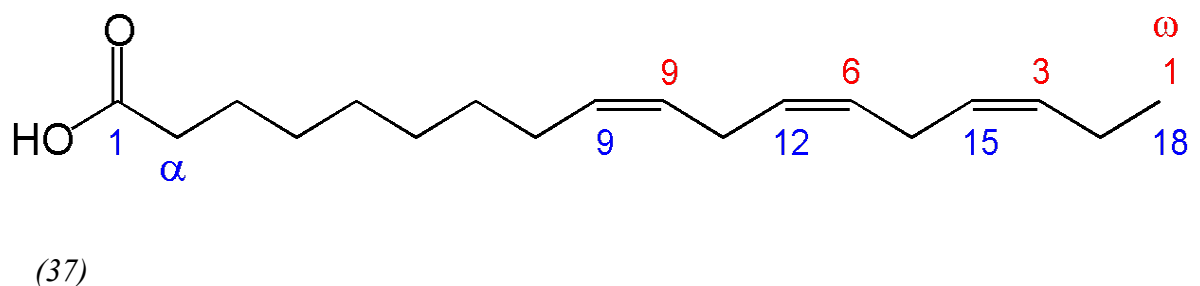


Figure 5 : Structure chimique de l'acide alpha-linolénique.

Sous l'action d'enzymes, principalement les désaturases et les élongases, et à partir de ces AG, l'organisme va synthétiser de nombreux autres acides gras. L'acide alpha-linolénique et l'acide linoléique entrent en compétition au niveau enzymatique pour leurs conversions en acides gras à longue chaîne (EPA, DHA et AAr), qui sont métaboliquement plus actifs. Étant donné que le rendement de conversion des oméga 6 est nettement supérieur à celui des oméga 3, une notion importante intervient : le rapport $\frac{\text{Oméga 6}}{\text{Oméga 3}}$.

Pour qu'une alimentation soit équilibrée, la proportion doit être : $\frac{\text{Oméga 6}}{\text{Oméga 3}} = 5$. Actuellement, en France, le rapport est plutôt de 10 à 15. Du fait que les oméga 6 ont un bon rendement de conversion en AG longues chaînes, le risque de déficit ou de carence en oméga 6 est quasiment nul, à condition que l'on apporte dans l'alimentation de bonnes sources végétales d'acide linoléique, ce qui est simple concernant le régime végétalien. Cependant, les végétaliens, tout en ayant une bonne consommation d'ALA, sont plus exposés aux risques de carence en oméga 3, étant donné qu'ils ne consomment pas ou très peu d'aliments riches en DHA et en EPA. (38)

Rôles biologiques :

Les oméga 3 ont un rôle essentiel dans l'organisme, notamment pour la composition de la paroi de toutes les cellules. Ils servent aussi dans la fabrication de médiateurs chimiques (hormones) et dans le stockage et la production d'énergie. Consommés au cours des repas, ils permettent de bien absorber certains nutriments comme la vitamine A, la vitamine D et la vitamine E.

Ils ont des rôles essentiels dans la prévention des maladies cardio-vasculaires, dans la diminution de l'agrégation plaquettaire, dans la lutte contre l'inflammation et ce sont des nutriments essentiels qui interviennent dans les structures et les fonctions de la rétine et du cerveau, y compris les fonctions cognitives.

Besoins :

Des recommandations particulières ont été établies en fonction des différents types d'acides gras concernés. Les Apports Nutritionnels Conseillés (ANC) pour les lipides sont limités à 30 à 35 % de l'apport énergétique total, notamment dû à l'incidence croissante de l'obésité dans la population française. Il est admis que la ration lipidique alimentaire devrait représenter 35 à 40 % de la ration énergétique avec une répartition théorique d'environ 8 à 12 % pour les

AGS, 15 à 20 % pour les Acides Gras Mono-Insaturés (AGMI) et 6 à 8 % pour les Acides Gras Poly-Insaturés (AGPI).

L'apport lipidique global minimum est fixé à 20 – 25 g/jour mais l'apport en AGPI oméga 3 devrait être d'au moins 2 g/jour.

En résumé, chez l'adulte, les ANC pour les AG sont les suivants :

Acides gras	% de l'apport énergétique total	g/jour – Homme adulte	g/jour – Femme adulte
AG saturés	8 - 12%	20 - 30	6 - 24
AG mono-insaturés	15 - 20 %	37,5 - 50	30 - 40
AG oméga 6 (acide linoléique)	4 %	10	8
AG oméga 3 (acide alpha-linolénique)	1 % dont 0,2 % d'AG polyinsaturés à longue chaîne (>18 carbones)	2,5	2
AG polyinsaturés longues chaînes n-3	0,2 %	500mg dont 250mg de DHA (le taux de conversion du précurseur ALA en DHA dans l'organisme est insuffisant pour satisfaire les besoins de ce dernier.)	

Tableau 3 : Besoins en acides gras chez l'adulte.

Un rapport entre AG oméga 6 et AG oméga 3 de 5 doit être respecté, pour pallier les problèmes de concurrence métabolique entre les 2 voies de conversion. (19,29)

Pour l'ANSES, l'Apport Satisfaisant (AS) est de 250 mg par jour pour le DHA. (39)

Sources :

Le patient végétalien trouvera ses oméga 3 et 6 dans les huiles végétales, contrairement au patient omnivore qui pourra également trouver des oméga 3 dans les poissons gras.

Composition des différentes huiles végétales :

Huiles riches en AG mono-insaturés :

La source la plus importante d'AG mono-insaturés (70 à 75 % des AG totaux) est l'**huile d'olive**. De plus, elle a une teneur en AG saturés et polyinsaturés faible. Elle peut être

cuisinée car elle est stable à la chaleur.

L'huile de colza présente aussi une forte teneur en AG mono-insaturés (60 à 65 % des AG totaux). Elle est peu riche en AG saturés mais riche en AG polyinsaturés et se distingue surtout par la présence de 8 % d'acide alpha-linolénique n-3, la rendant fragile à la chaleur et donc utilisable seulement pour les assaisonnements.

Huiles riches en AG polyinsaturés :

Les meilleures sources d'AG polyinsaturés sont les huiles de noix, pépins de raisin, tournesol, soja et maïs. Les huiles de soja et de noix sont composées respectivement de 7 % et de 12 % d'acide alpha-linolénique, ce qui implique une grande instabilité à la chaleur et une sensibilité à l'oxydation. Leur conservation est limitée et leur utilisation réservée à l'assaisonnement. Ces huiles sont naturellement riches en vitamine E (Annexe 18). (40)

Dosage :

Les dosages des oméga 3 et oméga 6 ne se font pas en pratique courante. Cependant, il est possible de réaliser une prise de sang dans un laboratoire classique qui l'envoie ensuite dans un laboratoire spécialisé. Celui-ci mesure les concentrations d'oméga 3 et d'oméga 6 dans les globules rouges. Ce rapport reflète assez fidèlement les proportions d'oméga 6 et d'oméga 3 présents dans le corps.

Carences :

Une carence sévère en oméga 3 pendant le développement entraîne des troubles de la croissance et des inflammations, notamment de la peau, mais ces déficits sont rarement observés. De nos jours le problème est plus discret et se manifestera au fil du temps avec une dégradation de l'état de santé. On sait qu'un déficit en oméga 3 expose à un risque de problèmes cardiaques plus élevé, de maladies auto-immunes plus fréquentes et probablement de dépression ou d'hypertension artérielle.

Excès :

Les oméga 3 ont la propriété de pouvoir fluidifier le sang. Cette particularité a poussé certaines personnes à s'inquiéter d'une consommation trop élevée d'oméga 3. Les études montrent que même si le temps de saignement est augmenté, cet accroissement n'influence pas de façon notable le risque hémorragique chez les personnes en bonne santé. Cet effet sur l'agrégation plaquettaire est d'ailleurs bien plus faible que celui observé chez des individus traités à l'aspirine. La prudence est néanmoins de mise chez les personnes souffrant de

problèmes de coagulation (hémophilie) et les personnes suivant un traitement anticoagulant. Dans tous les cas, il est recommandé de ne pas dépasser 3 g d'oméga 3 par jour. (41)

En résumé :

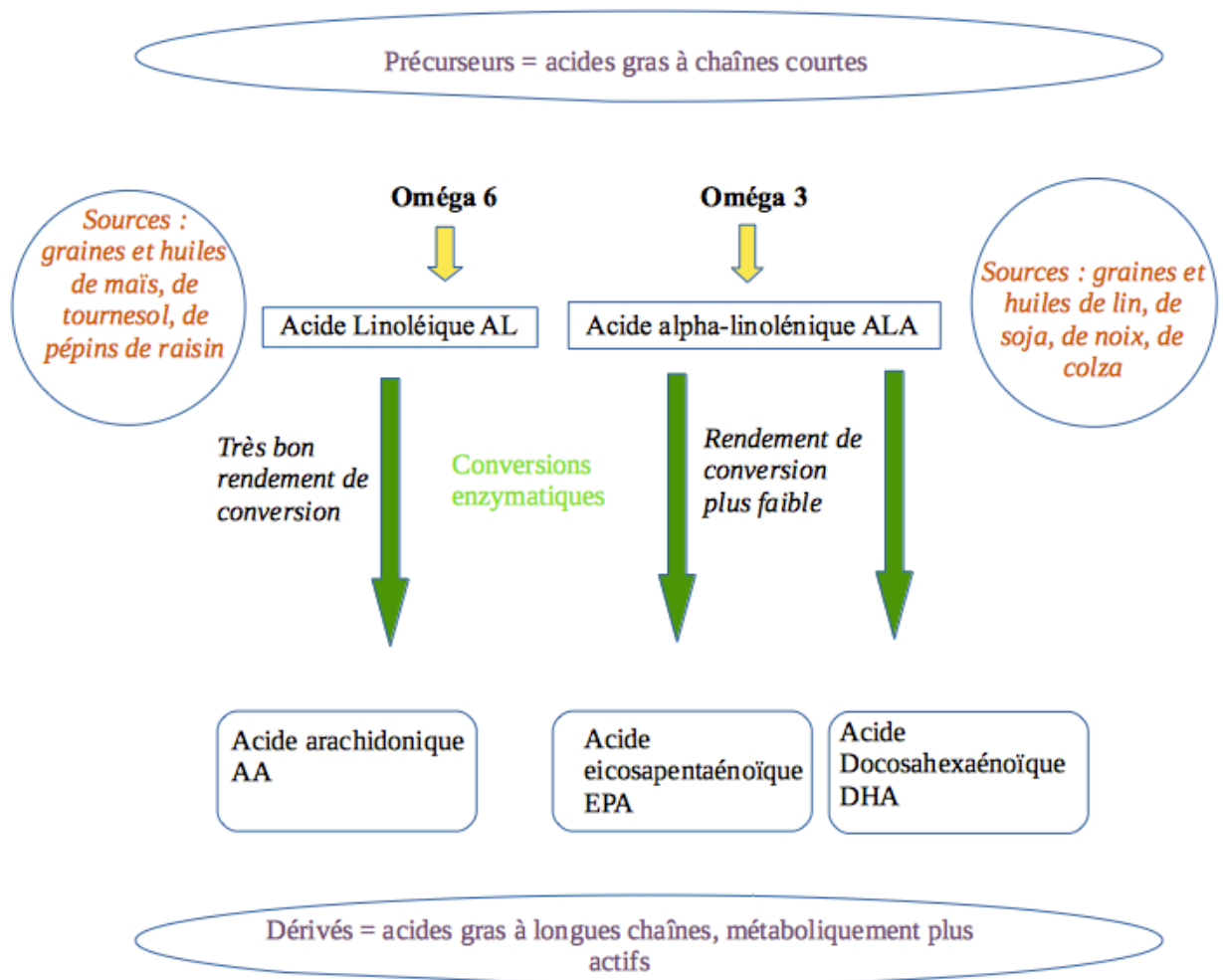


Figure 6 : Résumé de la synthèse des acides gras oméga 3 et oméga 6.

IV.3. Le fer

Généralités :

Le fer est l'oligo-élément le plus abondant dans notre organisme, environ de 3,5 à 4 g chez l'homme et de 2 à 2,5 g chez la femme et 60 % se trouve sous forme d'hémoglobine.

« 3,5 % du fer se trouvent sous forme de myoglobine musculaire, 1/3 est stocké sous forme d'hémosidérine et de ferritine, en particulier dans le foie, la rate et la moelle. [...] L'hémoglobinémie est de 7,5 à 11 mmol/L ». (42)

Les pertes de fer sont d'environ 1 mg/jour chez l'homme (desquamation des cellules

intestinales, de la peau, des phanères, la sueur) et de 2 mg/jour chez la femme car se surajoutent les pertes gynécologiques.

L'excrétion urinaire de fer est faible, de 0,1 à 0,5 mg/24h. L'excrétion fécale est constituée essentiellement de fer non capté par l'apoferritine ainsi que de fer issu de la desquamation intestinale ; ce sont donc des pertes par non-absorption plutôt que par excrétion.

Il faut remplacer les pertes journalières par des apports alimentaires, cependant, seule une faible fraction du fer consommé est réellement absorbée, et elle ne peut dépasser 7 à 8 mg/jour.

Le métabolisme du fer est original dans le fait qu'il s'effectue quasiment en circuit fermé : le pool du fer de l'organisme est en renouvellement permanent. En effet, le fer ayant servi à la synthèse de l'hémoglobine est récupéré après la destruction des globules rouges et réutilisé. Cette dépendance faible vis-à-vis du fer exogène est un facteur très important car en cas de non-compensation de ces pertes par des apports alimentaires, il y a un risque de déséquilibre du bilan du fer. (43)

Rôles biologiques :

Le fer joue un rôle essentiel dans de nombreuses fonctions de l'organisme, il intervient dans la constitution :

- De l'hémoglobine qui est le pigment respiratoire des globules rouges et qui assure les échanges gazeux avec le milieu extérieur ;
- De la myoglobine, qui est la forme de réserve de l'oxygène des muscles ;
- D'enzymes jouant un rôle capital dans de nombreuses réactions métaboliques, notamment la respiration cellulaire. (43)

Besoins :

Les besoins en fer sont chez l'homme de 5 à 10 mg par jour, et aucune différence n'a été retrouvée entre homme omnivore et végétalien dans la littérature. Concernant la femme, ils sont de 15 à 20 mg si elle consomme du fer d'origine animale, de 20 à 30 mg si son alimentation est à base de produits végétaux. Les besoins journaliers en fer sont plus élevés chez les enfants et les adolescents (notamment à cause d'une croissance rapide), chez les femmes (de la puberté à la ménopause) du fait des pertes sanguines dues aux menstruations. Concernant les femmes enceintes, à cause des besoins du fœtus et des transformations de l'organisme de la femme, une supplémentation en fer est souvent recommandée. Une carence chez celle-ci pourrait entraîner un petit poids à la naissance ainsi que des anomalies du développement intellectuel. De ce fait, les besoins en fer sont deux fois plus importants

pendant les six premiers mois de la grossesse afin de répondre à la hausse de la masse sanguine de la mère et du fœtus. (9,13,43,44)

Population	Apport journalier de fer en mg
Enfants de 1 à 6 ans	7
Enfants de 7 à 9 ans	8
Enfants de 10 à 12 ans	10
Adolescents de 13 à 16 ans	13
Adolescentes de 13 à 16 ans	16
Adolescents de 17 à 19 ans	13
Adolescentes de 17 à 19 ans	16
Hommes adultes	9
Femmes adultes (omnivores)	16
Femmes adultes (végétaliennes)	20 – 30
Femmes enceintes (3 ^e trimestre)	30
Femmes allaitantes (omnivores)	10
Femmes allaitantes (végétaliennes)	20 – 30
Hommes de plus de 65 ans	9
Femmes de plus de 55 ans	9
Personnes de plus de 75 ans	10

(9,13,43,44)

Tableau 4 : Apports nutritionnels conseillés en fer pour la population française (en mg).

Sources :

Le fer apporté par l'alimentation peut se trouver sous deux formes :

- Le fer apporté par la viande et le poisson (aliments où l'on trouve de l'hémoglobine ou de la myoglobine directement) est un fer héminique, qui a une biodisponibilité importante.
- Le fer non héminique, apporté par d'autres aliments, comme les céréales, les légumes secs, les fruits, les légumes, les œufs et les produits laitiers.

Les mécanismes d'absorption du fer sont différents selon la forme chimique du fer.

Le fer héminique est capté par les cellules intestinales, il est ensuite décomposé et soit transporté dans la circulation, soit stocké sous forme de ferritine.

Le fer non héminique forme un pool commun et est absorbé par des mécanismes actifs et passifs. Ainsi, le fer héminique a une biodisponibilité de 10 à 30 %, alors que celle du fer non héminique est très variable et dépend de la nature du repas, elle est souvent inférieure à 10 %.

Un autre facteur joue aussi sur l'absorption du fer, il s'agit des substances contenues dans les aliments : certaines favorisent l'absorption alors que d'autres la freinent.

L'acide ascorbique (vitamine C) présent dans les fruits et les légumes augmente l'absorption du fer car il est riche en substances réductrices qui transforment le fer ferrique en fer ferreux et permettent son absorption (seul le fer ferreux peut être absorbé).

À l'inverse le café, le thé, le vin et certaines fibres alimentaires comme le son, vont diminuer son absorption car ils sont riches en substances chélatrices (tannins, polyphénols, phytates, calcium, zinc).

Il est donc intéressant de conseiller aux patients d'associer les fruits et légumes frais avec de la vitamine C : arrosés de citron, accompagnés d'herbes aromatiques (persil, coriandre, etc.) par exemple.

L'absorption du fer non héminique est également influencée par le statut en fer du patient : des réserves faibles en fer contribuent à augmenter son absorption (ce phénomène compensatoire est limité). (42,43,45)

Les Annexes 6 et 7 regroupent divers aliments riches en fer, ceux en rouge ne pouvant pas être consommés par les patients végétaliens.

Dosage :

Pour mesurer les taux de fer chez un patient, il faut réaliser une numération sanguine (Annexe 8). (46)

Un taux effondré de ferritine sérique traduit l'absence des réserves de fer, en dehors des états inflammatoires ou de pathologies entraînant une augmentation des taux sériques de ferritine indépendamment de l'état des réserves en fer.

Si le patient souffre d'une carence martiale, elle sera visible à la numération sanguine. Il sera observé une diminution du nombre d'érythrocytes (anémie), de l'hémoglobine (hypochromie), du volume globulaire moyen (microcytose) et de la teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine. Les plaquettes sont souvent augmentées alors que les leucocytes restent normaux. La diminution de la ferritine sérique (hypoferritinémie) est caractéristique d'une carence martiale, le coefficient de saturation de la transferrine et le fer sérique sont diminués aussi. (24,32,33)

Carences :

Une carence chez l'adulte et l'enfant se traduit par une anémie, diagnostiquée par une réduction du taux d'hémoglobine, avec pour signes cliniques une pâleur, une fatigue et un essoufflement avec tachycardie. Le patient anémié peut aussi éprouver une réduction de la capacité physique à l'effort, une diminution des performances intellectuelles et une moindre résistance aux infections. À côté du tableau de l'anémie ferriprive, il existe des éventuels effets néfastes de la carence modérée en fer, avec essentiellement un retentissement sur l'hématopoïèse (le fer participant à de nombreux processus biochimiques).

Il existe deux types de carences, une carence d'apport (alimentation pauvre en fer) et une carence par pertes excessives : saignements digestifs chroniques (ulcères gastriques, hémorragies intestinales ou rectales), saignements gynécologiques, etc.

Une carence martiale en fer, qui correspond à une perte sanguine, est plus fréquente chez la femme que chez l'homme, du fait des pertes menstruelles et des grossesses, et est de l'ordre de plusieurs mg de fer par jour lors des règles par exemple.

De plus, il existe des maladies chroniques qui exposent soit à des carences, soit à des surcharges en fer, mais elles ne seront pas abordées dans cette thèse. (42,45,46)

Excès :

Les surcharges en fer sont rares et sont majoritairement dues à la transfusion (dans le cadre du traitement des anémies), à des origines génétiques comme les hémochromatoses primaires (hyperabsorption digestive), à des maladies hépatiques. Elles peuvent aussi être secondaires à d'autres pathologies (dysérythropoïèse, anémies hémolytiques chroniques, etc.).

Les surcharges en fer sont rarement d'ordre nutritionnel, même si des apports élevés réguliers et prolongés peut en induire. Elles ont notamment été observées chez des coureurs cyclistes professionnels ayant abusé de suppléments.

Le foie est le premier organe touché par une surcharge en fer et cela peut induire une hépatomégalie qui peut évoluer vers une fibrose avec parfois une cirrhose et un cancer hépatocellulaire. Le fer peut aussi s'accumuler dans les fibres myocardiques (pouvant entraîner un décès), et dans les glandes endocrines à l'origine d'un hypogonadisme par atteinte hypophysaire ou une hypothyroïdie.

L'excès de fer, surtout en présence de vitamine C, peut augmenter le stress oxydatif en raison de la réactivité du fer dans la propagation des radicaux libres. (42,43,45)

IV.4. Le zinc

Généralités :

Le zinc (ou Zn) fait partie de la constitution de nombreuses protéines, appelées « protéines à zinc », qui ont la plupart du temps des activités hormonales (insuline, thymuline, hormones de croissance). « Le Zn est un cation essentiellement intracellulaire. Le stock corporel de l'homme adulte est de 2,5 à 3 g. La fraction intracellulaire (99 %) est principalement sous forme liée à des protéines de stockage (les organothionéines) localisées dans les os (30 %), les muscles (60 %) et les organes (9 %) : foie, peau, prostate. La fraction extracellulaire (1 %) est sous forme liée à des protéines de transport circulantes et sous forme libre ionisée dans le plasma (10 - 20 $\mu\text{mol/L}$). [...]. L'absorption du Zn est favorisée par les protéines alimentaires riches en histidine (His), en lysine (Lys) et en AA soufrés, par le lactose et le glucose, par les AG polyinsaturés et par l'hypo-zincémie. Elle est ralentie par les autres métaux (le fer notamment), par les phytates, les AG saturés, l'alcool, les folates, le vieillissement cellulaire et les macroglobulines du lait de vache. [...] Le Zn est distribué principalement sous forme liée aux érythrocytes (20 %), à l' α 2-globuline (70 – 80 %), à l'albumine (1 %) et à la transferrine. L'excrétion de la fraction non absorbée se fait par voie fécale. La fraction circulante est éliminée par voie urinaire (5 %) et par la sécrétion lactée. » (47)

Le cuivre et le fer ont un effet compétitif sur l'absorption du zinc. Concernant les suppléments, l'absorption est plus élevée à jeun que pendant un repas et la forme galénique intervient peu. (48)

Rôles biologiques :

Le zinc intervient dans l'activité de plus de 200 enzymes, que ce soit comme antioxydant, comme co-substrat enzymatique, comme régulateur de gènes, etc. Il participe à la lutte anti radicalaire :

- Il protège des effets toxiques des radicaux libres,
- Il stabilise la conformation spatiale,
- Il favorise l'expression des gènes et active plus de 300 systèmes enzymatiques (oxydoréductase, transférases, hydrolases, lyases),
- Il participe à l'activation des récepteurs nucléaires hormonaux (rétinoïdes, stéroïdes) et à l'expression des gènes.

Le Zn est impliqué dans le métabolisme des glucides, des protéines, des lipides et des acides

nucléiques. Concernant les rôles physiologiques, il participe :

- À la cicatrisation des plaies,
- À la lutte contre les affections de la peau (acné) et des phanères,
- À la lutte contre le vieillissement cellulaire et est un activateur du métabolisme oxydatif,
- À la lutte contre le stress et les allergies,
- Au renforcement des défenses immunitaires et de la prolifération lymphocytaire,
- Au métabolisme phosphocalcique,
- À la synthèse des hormones thyroïdiennes,
- À la spermatogenèse,
- À la synthèse des androgènes,
- À la production d'insuline.

(47,49)

Besoins :

Les besoins sont estimés à 12 - 15 mg/jour chez l'adulte, à 3 - 5 mg/jour chez le nourrisson au cours de la première année et à 10 mg chez l'enfant entre 1 et 10 ans. Concernant la femme enceinte et allaitante, la plupart des pays recommandent un apport quotidien de 25 mg et les ANC en France sont de 15 mg/jour. (44,49)

La biodisponibilité du zinc est inférieure dans l'alimentation végétalienne, principalement due au taux plus élevé d'acide phytique dans cette alimentation. (50) Les besoins en zinc chez les végétaliens, qui ont donc une alimentation plus riche en légumineuses (qui contiennent des phytates) et en céréales non raffinées, peuvent donc être supérieurs aux Apports Nutritionnels Conseillés. Ainsi, une augmentation des apports jusqu'à 13,1 mg/jour chez la femme adulte et 18,7 mg/jour chez l'homme adulte sera nécessaire. (48)

Sources :

On trouve du zinc notamment dans les viandes et le poisson, les fruits de mer et les céréales complètes (Annexe 19). Le raffinage et la conservation des aliments entraînent une perte de zinc mais peuvent augmenter sa biodisponibilité. De ce fait, le pain complet est plus riche en zinc que le pain blanc mais il est mieux assimilé à partir du pain blanc qui contient moins de phytates.

Dosage :

La concentration en zinc du sérum ou du plasma est l'indicateur le plus fiable et le plus utilisé

pour évaluer le statut nutritionnel. Il faut cependant tenir compte du fait qu'il est soumis à des variations circadiennes, hormonales, et qu'il est abaissé lors d'un syndrome inflammatoire. Les femmes ont des valeurs plus faibles que les hommes et la limite habituelle admise pour une carence biologique est de 10,7 $\mu\text{mol/L}$. Il est toutefois assez difficile de doser le zinc dans la mesure où son taux varie de façon importante en fonction des aliments consommés.

Carences :

Les carences sont perçues par une hypoguesie (diminution du goût), une hypoosmie (diminution de l'olfaction) des troubles de la vision et des troubles cutanéomuqueux avec un retard de cicatrisation et une chute de cheveux. Si l'apport en zinc est insuffisant, la morbidité foëto-maternelle est augmentée, l'immunité cellulaire est affaiblie, l'appétit peut être diminué avec un ralentissement de la croissance, et cet apport déficitaire en zinc pourrait être un facteur de risques des maladies cardiovasculaires. (48,49)

Excès :

Toutefois, à haute dose, un excès de zinc peut entraîner des troubles comme des problèmes digestifs, des problèmes cardiovasculaires (cholestérol), des troubles immunitaires, des risques de cancérisation (prostate en particulier), des dommages au système nerveux, etc. De plus, un excès de zinc réduit l'absorption d'autres minéraux essentiels (fer et cuivre notamment) entraînant par conséquent des problèmes supplémentaires. L'Apport Journalier Maximum Tolérable (AJMT) de l'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments (AESA/AFSA) est de 25 mg par jour, soit une dose proche des ANC. (51)

IV.5. L'iode

Généralités :

L'iode est un oligo-élément impliqué dans la synthèse des hormones thyroïdiennes. Il est apporté principalement par les aliments solides (> 95 %) et par les eaux de boissons (< 5 %) sous forme d'iodures inorganiques (dépourvus de carbone) et organiques. Il existe une très faible fraction digestive non absorbée qui est éliminée par les fèces. Chez le sujet euthyroïdien, la glande thyroïde capte 30 à 40 % des iodures absorbés par l'intestin et les 2/3 résiduels sont excrétés après filtration glomérulaire dans les urines. Ainsi, le dosage de l'iode dans les urines est le fidèle reflet du stock de la glande thyroïde, ainsi que de la richesse en iode des apports alimentaires et de l'environnement. Chez l'homme adulte euthyroïdien, le

pool d'iode corporel est estimé à 50 mg, dont 80 % est intra-thyroïdien.

Quasiment la totalité de l'iode se trouve dans la thyroïde sous forme d'iodures et d'hormones, seulement une faible partie est captée par l'os et les globules rouges. Dans le plasma, l'iode est surtout sous forme d'hormone thyroïdienne, l'iode plasmatique inorganique a une concentration inférieure à 1 microgramme pour 100 ml.

Rôles biologiques :

La fonction biologique de l'iode est liée à sa présence dans les hormones thyroïdiennes : il est indispensable à la synthèse des hormones T3 (tri-iodothyronine) et T4 (tétra-iodothyronine). Ces hormones jouent un rôle crucial dans les processus de croissance et de maturation cellulaire, dans l'homéostasie glucidique et lipidique, dans la thermogénèse et dans la modulation transcriptionnelle de la synthèse protéique.

Concernant la femme enceinte, l'iode est fondamental dans le développement cérébral du fœtus au cours des premiers mois de la grossesse. Ainsi, dès le stade fœtus, cette sécrétion endocrine contrôle l'ensemble des processus de croissance, de maturation cellulaire, et des grandes fonctions vitales (homéostasie lipidique et glucidique, thermogénèse, modulation transcriptionnelle des synthèses protéiques). (51,52)

Besoins :

Les apports journaliers sont très variables alors que le besoin est évalué à 150 à 200 µg/jour (ils sont légèrement accrus chez la femme enceinte et allaitante). Ils sont variables selon l'âge, le sexe, les situations physiologiques. Selon l'OMS, il est fixé un apport satisfaisant à 150 µg/j pour les hommes et les femmes adultes, correspondant à une iodurie médiane supérieure ou égale à 100 µg/L. Une concentration plasmatique supérieure ou égale à 1 µg/L, seuils au-dessous desquels on observe une augmentation du risque de goitre et une altération possible de la synthèse d'hormones thyroïdiennes. Concernant les enfants de 6 mois à 3 ans, la référence nutritionnelle est de 80 µg/j, chez les enfants de 4-6 ans de 90 µg/j, chez les enfants de 7-9 ans de 120 µg/j et de 150 µg/j à partir de 10 ans. Chez la femme enceinte, les ANC tiennent compte de l'augmentation de la clairance rénale de l'iode pendant la grossesse ainsi que des besoins propres du fœtus. Concernant la femme allaitante, les ANC compensent les pertes journalières moyennes qui sont de l'ordre de 30 à 50 µg d'iode dans le lait maternel. (52-54)

Age	ANC en iode ($\mu\text{g}/\text{j}$)
6 - 12 mois	80
1 – 3 ans	80
4 – 6 ans	90
7 – 10	120
Adolescents et adultes	150
Femmes enceintes	200
Femmes allaitantes	200

(53)

Tableau 5 : Apports nutritionnels conseillés en iode ($\mu\text{g}/\text{jour}$)

Les limites de sécurité établies par le Comité Scientifique pour l’Alimentation Humaine (CSAH) ont été endossées par l’EFSA (*European Food Safety Authority* ou autorité européenne de sécurité des aliments) en 2006. La valeur de 500 $\mu\text{g}/\text{j}$ chez l’adulte adoptée par l’AFSSA a été considérée comme pertinente pour éviter le développement d’hyperthyroïdie dans les pays qui ont une longue histoire d’insuffisance d’apport iodé. Dans son avis de 2014, l’EFSA confirme la limite supérieure de sécurité (LSS) de 600 $\mu\text{g}/\text{j}$. (39,52,53)

Sources :

L’iode est surtout trouvé dans le poisson de mer, les crustacés et les algues, qui en apportent de 0,2 à 0,5 mg pour 100 g de l’aliment. Cependant, certains légumes (soja, haricots, oignons) en apportent de 0,02 à 0,1 mg mais cette teneur dépend de la richesse du sol.

En outre, les régions du monde où le sol et l’eau sont pauvres en iode et où on ne consomme pas de poisson (cas des végétariens et végétaliens), il y a risque de carence, y compris dans le lait maternel. Dans ces régions, la consommation de sel de cuisine supplémenté à raison de 15 à 20 mg d’iodure de sodium ou de potassium par kg de sel a un rôle majeur dans la réduction du risque de goitre iodoprive.

En France, les animaux d’élevage sont massivement supplémentés en iode et, de ce fait, la plupart des personnes a un apport suffisant avec le lait, la viande et les poissons consommés. Cependant, le sel est insuffisamment iodé, 1860 $\mu\text{g}/100\text{g}$ contre 1,8 $\mu\text{g}/100\text{g}$ pour du sel non iodé (le sel en Amérique est concentré à 4600 à 7600 $\mu\text{g}/100\text{g}$). Sa consommation représente un apport d’iode mais ne couvre pas les besoins. La diminution de la concentration d’iode

dans le sel a d'ailleurs été décidée à la suite de l'augmentation de la teneur en iode dans le lait, du fait de la désinfection des pis avec des produits iodés. (55)

En raison de ces arbitrages en faveur des produits laitiers, le fait d'habiter en France et d'avoir une alimentation strictement végétale sur de longues années (sans algues marines, ni compléments) peut induire une carence en iode. Les végétaliens français, de ce fait, doivent consommer des algues et/ou se supplémenter en iode.

Selon l'étude individuelle nationale des consommations alimentaires (INCA 2) réalisée par l'ANSES, les apports moyens en iode en France se situent à 126 µg/j pour les adultes et 106 µg/j pour les enfants. Globalement, chez l'adulte, les apports en iode sont représentés pour 22 % par les produits à base de viandes et d'œufs, 9,2 % par les poissons. Les produits laitiers apportent aussi une part importante d'iode, à hauteur de 20 %. Les fruits et les légumes 12 % (dont 6,9 % pour les soupes et les bouillons), les produits céréaliers 12 %, les condiments, herbes, épices et sauces 6,8 %. (52,53,55)

La teneur des aliments dépend de la présence d'iode dans les milieux agricoles. Or, en raison des lessivages pluviaux, il est principalement concentré dans les océans. Par conséquent, on trouve de l'iode dans les algues, aliments qui peuvent aider les végétaliens à satisfaire leurs apports. Leurs teneurs sont extrêmement variables, allant du simple au triple selon les variétés et surtout la richesse des eaux dans lesquelles elles sont cultivées (il est possible de vérifier la teneur en iode sur les étiquettes). La teneur en iode des algues françaises est donnée par gramme d'algue séchée. Certains mélanges d'algues marines séchées à saupoudrer sur les salades ou dans les plats peuvent aussi être une bonne source d'apport (Annexe 20). (56)

Concernant les compléments alimentaires, la réglementation française (arrêté du 9 mai 2006) a fixé la dose journalière maximale d'iode (dans les compléments alimentaires) à 150µg. (53)

Dosage :

L'iode peut être dosé dans le sang ou les urines. Cependant, comme l'iode peut se trouver sous différentes formes (iodures ou composés organiques), l'iode urinaire est le plus souvent dosé car le dosage dans le sérum nécessite une minéralisation. L'iode peut aussi être mesuré par des techniques colorimétriques et en chromatographie liquide en phase inversée, donnant des résultats plus fiables. Or, ces techniques sont délicates à mettre en œuvre en raison des conditions opératoires (utilisation de réactifs corrosifs et d'arsenic, minéralisation à chaud) et se font donc plus rarement. (57)

Les valeurs de référence peuvent varier selon la technique utilisée, mais elles sont globalement égales à :

- iodurie : 100 à 300 µg/24h soit 800 à 2400 nmol/24h (« ces valeurs de référence ont été obtenues à partir d'un échantillon de la population, cependant l'OMS estime que la couverture des besoins en iode d'une population d'adulte et d'enfants en âge scolaire est satisfaisante lorsque la médiane des taux en iode urinaire est supérieure ou égale à la concentration de 100µg/L soit 787nmol/L »).
- iodémie : 34 à 80 µg/L soit 267 à 629 nmol/L. *

L'iodurie comporte de nombreuses variations intra individuelles, les urines sont donc analysées sur 24 heures afin de donner une meilleure estimation. Pour ce qui est de l'iodémie, il est à noter que l'iode sérique total (ou iode protéique) est la somme de l'iode contenu dans l'hormone T4 (part la plus importante) et de l'iodure apporté par l'alimentation. Il est donc important de connaître l'état fonctionnel thyroïdien du patient pour interpréter le résultat d'iode sérique. (58)

Carences :

La carence en iode, d'origine alimentaire, provoquait fréquemment un crétinisme myxœdémateux dans les régions montagneuses loin de la mer. À l'échelle de la population, l'apport alimentaire de l'iode est estimé par l'excrétion journalière urinaire d'iode. De nos jours, une carence peut être à l'origine d'anomalies mentales et de troubles psychomoteurs. Il peut y avoir développement d'un goitre (augmentation du volume de la glande thyroïde) ainsi que des altérations sévères ou retardées du développement psycho-neuro-intellectuel de l'enfant. Lors de la grossesse, même une carence légère en iode (iodurie < 100µg/L) peut induire des effets délétères sur le développement de la thyroïde du fœtus, mais aussi affecter son développement neurologique de manière irréversible. Selon l'OMS, il n'y a pas de carence si la valeur médiane de l'iodurie est supérieure à 100µg/L. Il s'agit de carences légères quand les valeurs médianes sont comprises entre 55 et 99 µg/L, de carences modérées lorsque les valeurs sont comprises entre 20 et 49 µg/L et de carences sévères lorsque les valeurs sont < 20µg/L. Comme vu précédemment, les carences sévères en iode entraînent des anomalies de la fonction thyroïdienne (crétinisme, retard mental, goitre), une baisse de la fertilité, une augmentation de la mortalité périnatale et des fausses couches.

Excès :

Une valeur urinaire supérieure à 400 µg/24h met en évidence une surcharge iodée aussi appelée hyperiodémie. Elle est le plus souvent secondaire à une prise médicamenteuse de produits riches en iode (10 % chez les patients traités par amiodarone) et aux produits de contraste iodés. Elle peut entraîner des dysthyroïdies biologiques ou cliniques ou révéler une

pathologie thyroïdienne sous-jacente.

Un apport excessif et régulier en iode peut entraîner des dysfonctionnements de la thyroïde ainsi que des effets au niveau cardiaque ou rénal. (58,59)

* facteur de conversion : $1\mu\text{g/L} = 7,88\text{nmol/L}$.

IV.6. Le calcium

Généralités :

Le calcium est le minéral le plus abondant du corps humain.

Le calcium et le phosphore sont deux cations étroitement liés dans l'organisme et leurs taux plasmatiques respectifs, formant le rapport phosphocalcique (Ca/P), est compris entre 1,2 et 2. Le pool corporel de calcium est d'environ 25 g chez le nouveau-né et de 900 à 1400 g chez l'adulte.

La matrice organique de l'os, le tissu ostéoïde, est synthétisée par des cellules mononucléées, les ostéoblastes, qui assurent aussi sa calcification. À l'inverse, les ostéoclastes, cellules multinucléées, détruisent le tissu osseux (résorption osseuse) et libèrent les minéraux dans le milieu extracellulaire. L'os est donc un organe vivant, en constant renouvellement et fait fonction de réservoir de calcium, disponible pour les tissus mous. (60)

Le calcium corporel est localisé pour 99 % dans le cristal osseux, et seulement 0,9 % est situé dans les dents. Il y a approximativement 1 kg de calcium dans les os, 85 % étant sous forme de phosphate tricalcique, le reste étant sous forme de carbonate de calcium. Le calcium constitue 25 % du poids de l'os sec.

Le taux plasmatique est très finement régulé : $100\text{ mg } (+/-5)/\text{L}$, un tiers étant sous forme de calcium non diffusable lié aux protéines et deux tiers étant sous forme ionisée. (24)

Seul ce calcium libre ionisé est physiologiquement actif et son taux est de $1,12\text{ à }1,23\text{mmol/L}$ (soit $44,8\text{ à }49,2\text{mg/L}$).

Le taux de calcium dans le plasma sanguin, ou calcémie, est maintenu dans d'étroites limites grâce à un jeu très complexe de régulations hormonales (parathormone, calcitonine, $1,25$ dihydroxyvitamine D_3 ou calcitriol), cette homéostasie est prioritaire et se maintient aux dépens du calcium osseux.

La concentration en calcium dans le sang est finement régulée, au détriment des réserves osseuses. Ainsi, l'impact d'un régime insuffisamment riche en calcium n'est apparent que lorsque surviennent des modifications au niveau osseux, par exemple une décalcification chez l'adulte et la personne âgée et une mauvaise constitution osseuse chez le jeune. L'activité de

formation osseuse est plus élevée que celle de dégradation durant les 20 premières années de vie, ce qui conduit à la construction et à la consolidation du capital osseux. Ensuite, vers 30 ans, on observe une perte osseuse physiologique, la formation étant insuffisante pour compenser la dégradation. Ce phénomène s'amplifie à partir de 50 ans chez la femme et 60 ans chez l'homme, créant ainsi un terrain favorable pour le développement de l'ostéoporose. (61)

Rôles biologiques :

Les ostéoblastes absorbent le calcium sous la forme de complexe d'hydroxyapatite qui sont sécrétés et déposés dans le tissu osseux, ce phénomène est nommé l'accrétion calcique. Cette sécrétion active favorise la croissance et la minéralisation de l'os et des dents. Par la suite, le tissu osseux sert de réservoir de stockage au calcium et au phosphore, qui peuvent repasser en solution sous l'action des systèmes régulateurs de l'homéostasie plasmatique, c'est ce que l'on appelle la résorption phosphocalcique.

Le calcium et le phosphore font également partie de la structure des nucléotides, des nucléoprotéines, des acides nucléiques et des phospholipides membranaires (ils participent à la cohésion cellulaire).

La faible fraction (1%) de calcium corporel extra-osseux est tout aussi importante que la réserve squelettique. En effet, elle intervient, par sa fraction ionisée libre, dans de nombreuses fonctions telles que :

- La conduction nerveuse, la contraction musculaire et l'excitabilité neuromusculaire (le flux de calcium à travers les membranes permet de régulariser le rythme des battements du muscle cardiaque, de l'excitabilité neuromusculaire et des muscles),
- La coagulation sanguine (le calcium se fixe sur les protéines vitamines K dépendantes et active certaines d'entre elles, par exemple la prothrombine),
- La perméabilité membranaire,
- La libération d'hormones et l'activation d'enzymes, etc.

Il aiderait aussi à l'assimilation de la vitamine B12 et à la sécrétion de neurotransmetteurs et d'hormones. (60,62)

Besoins :

Les besoins sont de l'ordre de 400 mg à 1 g/jour pour un adulte jeune, un apport supérieur à 1 g étant un facteur de protection contre l'ostéoporose postménopausique.

Selon l'ANSES : « Les ANC en calcium sont de 500 mg chez le nourrisson, de 700 mg chez l'enfant de 4 à 6 ans, de 900 mg chez l'enfant de 7 à 9 ans et de 1.200 mg jusqu'à 18 ans.

Chez l'adulte, les ANC sont de 900 mg. Chez la femme de plus de 55 ans (soit après la ménopause) et chez les personnes âgées les besoins sont de 1.200 mg par jour. Les apports moyens de la population française se situent à 930 mg/jour chez les adultes de 18 à 79 ans et 838 mg/jour chez les enfants de 3 à 17 ans (Données INCA2). » (61)

	Entretien (pertes minimales inévitables par les voies urinaire, endogène fécale, et sudorale)	Rétention (quantités optimales retenues pour la croissance, le fœtus ou le lait)	Coefficient d'Absorption réelle (en % de la quantité ingérée) (CAR)	ANC (mg/jour)
Enfant 1 – 3 ans	50	90	40	500
Enfant 4 – 9 ans	100	140	40	800
Adolescent 10 – 14 ans	170	250	45	1200
Adolescent 15 – 18 ans	260	100	40	1200
Adulte > 18 ans	260	-	38	900
Femme > 55 ans	280	-	30	1200
Homme > 65 ans	280	-	30	1200
Femme enceinte (dernier trimestre)	200	220	55	1000
Femme allaitante	200	250	45	1000

(60)

Tableau 6 : Apports conseillés en calcium (mg par jour).

Le coefficient d'absorption réelle (CAR) augmente quand la quantité ingérée diminue. Le CAR potentiel moyen est de l'ordre de 35 à 40 % chez l'adulte, soit 38 % en moyenne. Il est augmenté à 45 % pour les adolescents (de 10 à 14 ans) et à 55 % pour les femmes enceintes. La lactation ne semble pas améliorer nettement l'efficacité d'absorption du calcium (45 %). En revanche, la valeur moyenne du CAR est de 30 % chez les femmes après la ménopause et chez les personnes âgées, tenant compte d'une diminution de la production de calcitriol et donc d'une plus faible absorption active du calcium.

Des apports supérieurs aux ANC peuvent être légitimement prescrits de façon individuelle, mais cela relève de la thérapeutique et non de l'alimentation courante. De plus, sachant que

l'apport calcique n'est que l'un des facteurs de prévention de l'ostéoporose, il conviendrait de mettre l'accent sur les autres moyens dont l'efficacité préventive est reconnue : traitement hormonal substitutif de la ménopause, vitamine D, activité physique, etc.

Sources :

Le calcium est apporté par l'alimentation (de 200 à 1.500 mg par 24h pour un omnivore) et est absorbé au niveau de l'entérocyte soit par un transport actif transcellulaire (saturable) au niveau du duodénum et de la partie haute du jéjunum ; soit par un transport passif paracellulaire tout le long du grêle (n'étant pas sensible à la vitamine D et non saturable). Le transport actif est régulé en fonction des besoins et des apports et est assuré par une protéine liant le calcium (la *Calcium Binding Protein* ou *Ca-BP*), dont la biosynthèse est induite par le 1,2 dihydroxycholécalférol (ou calcitriol), forme hormonale active de la vitamine D. L'absorption active de calcium est plus faible lorsque l'activité de la 1-alpha-hydroxylase rénale est diminuée, ce qui est le cas pour les personnes âgées. L'absorption passive suit un gradient électrochimique et dépend moins de la vitamine D et de l'âge. (60)

Le calcium et le phosphore provenant d'une alimentation végétale sont, en général, moins disponibles que ceux des produits laitiers et des sels organiques ou minéraux.

Certains aliments contiennent des phytates et des oxalates gênant l'absorption calcique par formation de sels insolubles. Une partie du calcium est insolubilisée par les phytates, présents dans les céréales, le son, le soja et les haricots, et par les oxalates, présents quant à lui dans les épinards, l'oseille, la betterave et le cacao. La fermentation des aliments permet d'annuler cette réaction.

Les fibres proprement dites, telles que la cellulose et la lignine, ne diminuent pas la disponibilité du calcium.

Ainsi, certains végétaux, comme le chou, riches en fibre mais pauvres en phytates et oxalates, fournissent du calcium de très bonne disponibilité (Annexe 21 et 22). (60,63,64)

Il est à noter qu'une des sources d'apport de calcium peut aussi être l'eau de boisson (Annexe 23).

Les aliments de l'Annexe 24 contiennent approximativement la même quantité de calcium absorbée (96mg) que 240 ml (une « cup » américaine) de lait de vache.

Chez l'adulte, le calcium absorbé (environ 300 mg/j) n'est pratiquement pas retenu dans l'os et est excrété à parts presque égales par les voies fécales (150 mg/j) et urinaires (150 mg/j), et par la sueur dans une moindre mesure. L'accrétion et la résorption osseuse ont quasiment la même valeur (environ 400 mg/j) chez l'adulte, le bilan étant nul ou faiblement négatif.

À l'inverse, la différence entre l'accrétion et la résorption (rétention) peut dépasser 300 mg/j

chez l'enfant (surtout pendant la puberté) et devient négative chez la femme ménopausée et la personne âgée.

De plus, l'effet repas semble important dans le cas d'une supplémentation de calcium sous forme insoluble (carbonate de calcium par exemple). Une dose de carbonate de calcium est moins bien absorbée si elle est administrée à distance du repas, notamment à jeun. Cela résulterait d'une meilleure solubilisation du calcium due aux sécrétions digestives et à un étalement de la vidange gastrique.

Par ailleurs, l'excès de protéines conduit le plus souvent à une hausse de la perte urinaire de calcium.

De plus, la perte rénale de sodium est corrélée à celle du calcium et l'effet d'un excès de sodium sur la calciurie est démontré : chaque augmentation de 2 g de sodium alimentaire augmente la calciurie de 30 g.

Ainsi, plus que l'absorption intestinale, la perte urinaire due à des facteurs alimentaires serait bien le déterminant majeur de la biodisponibilité réelle du calcium et donc du bilan calcique. (60)

Dosage :

Le taux de calcium dans le sang, ou calcémie, peut être dosé lors d'une prise de sang. Il est de 2,20 à 2,60 mmol/L.

La calciurie peut aussi être mesurée, elle correspond au calcium qui est éliminé dans les urines sur une période de 24 h. Elle est comprise entre 2,5 et 8,0 mmol/24h. (65)

Étant donné que le calcium est très majoritairement stocké dans les os, les mesures sanguine et urinaire ne révèlent pas directement quelles sont les réserves en calcium. Généralement, une carence en calcium se découvre à la suite d'une fracture spontanée ou d'un diagnostic d'ostéoporose. Celui-ci se pose le plus souvent à la suite d'un examen d'ostéodensitométrie qui permet de connaître la densité de la masse osseuse (un résultat du T-score < -2,5 pose le diagnostic d'une ostéoporose) et il est conseillé aux personnes de plus de 55 ans ayant des antécédents d'ostéoporose dans leur famille ou ayant des fractures (tassements vertébraux) inexpliquées.

Carences :

Comme la constance de la calcémie se fait aux dépens des importantes réserves calciques osseuses, il n'existe pas de signes évidents de carence calcique modérée à court terme, sauf en cas de carence alimentaire très sévère en calcium et/ou vitamine D, ou de dysfonctionnement hormonal (pouvant conduire à l'hypocalcémie et à diverses formes de tétanie).

Les déficiences en calcium ne sont visibles que lorsque surviennent (souvent à moyen et long terme) des modifications au niveau de l'os. Cela peut être des troubles liés à des défauts de minéralisation (provoquant un rachitisme chez l'enfant et une ostéomalacie chez l'adulte), ou bien à une perte excessive de substance osseuse comme dans l'ostéoporose chez le sujet âgé. L'ostéoporose est une accentuation pathologique du vieillissement physiologique de l'os qui est caractérisée par une masse osseuse faible et une dégradation de la structure de l'os. Elle se manifeste le plus souvent par des fractures du poignet et des hanches (col du fémur) et des tassements vertébraux. Elle touche 3 fois plus les femmes que les hommes. En effet, entre 30 et 80 ans, les femmes perdent en moyenne 45 % de leur capital initial, à contrario des hommes qui n'en perdent « que » 15 à 20 %. Bien que les principales causes de l'ostéoporose soient la prédisposition génétique, le manque d'exercice physique et la carence œstrogénique chez la femme, le rôle des facteurs nutritionnels, notamment du calcium et de la vitamine D, est considérable. En effet, ils agissent d'abord chez l'adolescent et le jeune adulte en permettant d'obtenir le pic maximum (génétiquement possible) de masse osseuse, puis, en freinant la résorption osseuse chez la personne âgée. (60,61,63)

Excès :

Des apports très élevés de calcium, jusqu'à 2 g/jour ne semblent pas exercer d'effet défavorable chez le sujet sain. Cependant, de tels apports peuvent conduire, de manière prolongée et chez des sujets sensibles, à une hypercalciurie et par conséquent à une lithiase urinaire et une néphrocalcinose, ce risque étant aggravé en cas d'hypervitaminose D. L'hypercalcémie, qui est exceptionnelle et résulte d'un très gros apport calcique, se manifeste par une polyurie avec polydipsie, acidurie et kaliurie, des troubles digestifs spécifiques, une asthénie avec présence de somnolence, une tachycardie, des calcifications diffuses, notamment rénales, de la média des artères et des tissus périarticulaires.

De plus, un excès de calcium alimentaire peut inhiber l'absorption intestinale d'autres éléments comme le magnésium, le zinc, et surtout le fer.

Une supplémentation élevée est probablement associée au risque accru d'infarctus du myocarde, chaque supplémentation devrait être adaptée à l'apport nutritionnel pour rester dans le domaine de la recommandation.

Le *Scientific Committee on Food*, qui est le principal comité fournissant des avis scientifiques sur la sécurité alimentaire à la Commission Européenne, a fixé une limite de sécurité de 2.500 mg/j de calcium. (60,61,63,66)

IV.7. La vitamine D

Généralités :

Proposer des ANC pour la vitamine D est difficile car elle a une double origine, à la fois alimentaire et endogène : l'épiderme est capable d'en produire de grandes quantités à la suite d'une exposition à une irradiation solaire ou ultraviolette. (67)

Dans l'alimentation, il existe deux formes de vitamine D :

- La vitamine D₂, ou ergocalciférol, produite par les végétaux,
- La vitamine D₃, ou cholécalciférol, d'origine animale le plus souvent.

Ces deux vitamines ont un métabolisme dépendant des mêmes enzymes et ont une activité biologique équivalente, elles sont pour ces raisons regroupées dans la suite de cette partie sous le terme de « vitamine D ». Elles sont peu sensibles à la chaleur (au moins jusqu'à 40°C) et elles sont stables si elles sont conservées à l'abri de la lumière et sans oxygène. Elles doivent donc être conservées dans des flacons opaques, hermétiquement fermés, d'où l'air a été chassé par un gaz inerte (l'azote le plus souvent). (68)

La vitamine D agit seulement après conversion en son principal métabolique actif, la 1,25-dihydroxyvitamine D (ou 1-25 dihydroxycolécalciférol). Les fonctions des autres métabolites de la vitamine D (principalement la 24,25-dihydroxyvitamine D) restent controversées. (67)

Le 7-déhydrocholestérol est synthétisé au niveau cutané sous l'influence des rayonnements ultraviolets, puis est transformé en vitamine D₃. C'est sous cette forme que l'on trouve le précurseur de la vitamine D dans les produits animaux.

L'ergostérol, précurseur de la vitamine D₂, est trouvé dans les levures, les champignons et les céréales. L'exposition des aliments aux rayons ultraviolets mène à la transformation des précurseurs en vitamine D. (68,69)

Leur quantité est exprimée de deux manières : soit en poids, soit en unités internationales (UI) d'activité antirachitique. Ainsi, 1 mg de vitamine D₃ ou D₂ = 2,6 μmol = 40.000 UI et 1 μg = 40 UI.

Rôles biologiques :

La 1,25-dihydroxyvitamine D a deux rôles essentiels : assurer une minéralisation optimale des tissus minéralisés (os, cartilage de croissance, dents) pendant et après la croissance, et contribuer au maintien de l'homéostasie calcique. Cela se fait notamment grâce à son action sur l'intestin, la 1,25-dihydroxyvitamine D étant le principal facteur augmentant la capacité de l'intestin à absorber le calcium et le phosphate.

De plus, elle agit au niveau du rein : elle favorise l'homéostasie calcique en réabsorbant le calcium et en excréant du phosphore dans les tubules rénaux distaux.

D'autres rôles lui sont aussi attribués :

- Elle est capable d'influencer la différenciation, le métabolisme et les activités des cellules immunitaires.
- Elle semble être impliquée dans le contrôle de certaines sécrétions hormonales comme l'insuline, et dans la production de régulateurs locaux du système nerveux central.
- Elle favorise la différenciation d'autres types cellulaires, tels que certaines lignées tumorales et les kératinocytes de l'épiderme. (67,69,70)

Besoins :

En raison de la double origine de la vitamine D et des fluctuations saisonnières de la production cutanée de vitamine D, il est difficile de déterminer un apport nutritionnel à conseiller pour les populations s'exposant normalement au soleil.

Selon certaines sources, si l'alimentation est riche en stérols précurseurs de la vitamine D et si l'exposition solaire est suffisante, la peau synthétisant la vitamine D₃, le besoin en vitamine D est nul. (68)

Deux attitudes peuvent être adoptées pour calculer les ANC :

- Soit les ANC couvrent l'ensemble des individus, incluant ceux ne s'exposant pas au soleil, les apports conseillés sont alors équivalents aux besoins : 10 µg/jour (400 UI). Cependant, de tels apports peuvent être excessifs chez les patients très exposés au soleil.
- Soit les ANC compensent les seules carences alimentaires en vitamine D des populations normalement exposées au soleil (en sachant que la production endogène couvre en moyenne 50 à 70 % des besoins quotidiens en vitamine D, c'est à dire 5 à 7 µg/jour), dans ce cas les apports nutritionnels optimaux en vitamine D sont de l'ordre de 3 à 5 µg/jour.

Ainsi, lorsque l'exposition est insuffisante (faible ensoleillement, patient très couvert, patiente portant le voile, etc.), le besoin exogène en vitamine D est de l'ordre de 400 UI/jour, soit 10 µg/jour. Cette valeur est aussi valable pour les nourrissons, les femmes enceintes et les personnes âgées, dont les ANC sont équivalents aux besoins. (67,68)

Un apport régulier de vitamine D exogène chez le nourrisson est primordial. Sachant que le lait maternel contient une teneur en vitamine D qui ne peut pas garantir les besoins en période non ensoleillée, la prophylaxie en vitamine D est fortement recommandée. Tous les laits maternisés sont enrichis de 400 UI, soit 10 mg de vitamine D₃ par ration journalière. De plus,

il est recommandé, pendant la première année, de rajouter 400 UI par jour sous la forme de complément.

Sources :

Source endogène :

La principale source de vitamine D est endogène. Pour les français (ou les populations vivant à une latitude du globe comparable), la vitamine D provient (pour environ 2/3) de sa synthèse endogène par les cellules des couches profondes de l'épiderme. Elle dépend de l'intensité du rayonnement solaire (optimum entre les mois de juin et octobre et lorsque le soleil est au zénith), de la durée de l'exposition, de la région exposée de l'épiderme, de son épaisseur et de sa surface. Ainsi, une exposition du visage et des bras pendant 15 à 30 min par jour semble être suffisante si l'intensité du rayonnement UV dans la lumière solaire est optimale. (68)

Sources alimentaires :

Seuls 30 à 40 % de la vitamine D sont apportés par les aliments. Les sources alimentaires sont essentiellement les poissons gras de mer, saumon, hareng, truite, sardine, anchois (10 à 20 µg par portion de 100 g). Elle est aussi présente en faible quantité (0,2 – 2 µg par 100 g) dans certaines viandes, abats, pâtés, œufs et champignons. L'absorption est lente, seulement 16 à 40% de la dose administrée est retrouvée dans le sang après 6 à 12 heures.

Cependant, elle est importante : seuls 20% de la vitamine D sont retrouvés dans les fèces pendant les 3 premiers jours suivant son ingestion, même en cas d'apports aussi élevés que 1 mg (soit 100 fois les besoins quotidiens). (67,70)

Concernant les végétaliens, la quantité de vitamine D contenue dans les végétaux étant quasiment nulle, elle doit donc être apportée par des aliments fortifiés (laits de soja, céréales pour petit déjeuner, jus d'orange, etc.) ou des compléments alimentaires.

Compléments alimentaires :

Les compléments alimentaires se déclinent sous deux formes : la vitamine D₂ ou D₃, n'ayant pas la même origine. La vitamine D₂ (ergocalciférol) est toujours végétalienne. Elle est produite à partir de levures ou de champignons, plus rarement à partir de céréales. La vitamine D₃ (cholécalférol) que l'on trouvait avant uniquement dans les poissons gras, existe désormais aussi sous forme de vitamine D₃ végétalienne dérivée de lichens. La vitamine D₃ disponible habituellement dans le commerce est en effet le plus souvent tirée de la lanoline (graisse qui couvre la laine des moutons).

Le renouvellement du stock de vitamine D est très lent : une charge unique massive empêche la carence pendant 2 à 3 mois environ. Elle est surtout stockée dans le tissu adipeux. (68)

Dosage :

Le dosage de la 25-hydroxyvitamine D plasmatique donne une appréciation de l'état des réserves en vitamine D. Les valeurs normales sont de 10 à 30 ng/ml. (68)

Cette valeur circulante, forme de réserve de la vitamine D, est un indicateur nécessaire mais non suffisant pour détecter un état de carence ou d'intoxication. Dans les populations à risque de carence (femmes enceintes, nourrissons, personnes âgées), des valeurs circulantes de 25-hydroxyvitamine D inférieures à 10 - 12 ng/ml (25 - 30 nmol/l) témoignent, la plupart du temps, d'un statut vitaminique D insuffisant. Dans les autres populations, des valeurs inférieures à 5 ng/ml (12 nmol/l) signalent un état de carence. De plus, dans ces mêmes populations, des valeurs modérément abaissées, entre 5 et 12 ng/ml (12 - 30 nmol/l) indiquent une carence seulement en présence de troubles associés de l'homéostasie calcique comme l'hypocalcémie et/ou l'hypocalciurie. Si ces troubles ne sont pas présents, ces valeurs faibles reflètent un niveau faible de réserve en vitamine D à un moment donné, comme par exemple à la fin de l'hiver, sans qu'il soit actuellement possible d'affirmer que cet état puisse avoir des effets délétères sur la santé, à court ou long terme. (67,69)

Carences :

Les signes de carence sont variés (liste non exhaustive) :

- Défaut de minéralisation du squelette, pouvant entraîner une ostéomalacie chez l'adulte et un rachitisme chez l'enfant ;
- Hypocalcémie et hypocalciurie ;
- Troubles cliniques résultant de l'hypocalcémie : convulsions, crise tétanique, signes d'hyperexcitabilité neuromusculaire (trémulations), paresthésies, cardiomyopathie avec tachycardie et troubles du rythme ;
- Hypotonie musculaire ;
- Exceptionnellement troubles hématologiques plus sévères avec anémie, hyperleucocytose, hypoplasie médullaire, hépatosplénomégalie. (67,68)

Bien que la vitamine D ait un effet immunomodulateur, une carence ne s'accompagne pas de troubles cliniques ou biologiques majeurs des fonctions immunitaires. (67)

La carence en vitamine D est retrouvée en particulier chez des personnes cumulant plusieurs facteurs de risques : une faible exposition au soleil, un défaut d'apport nutritionnel, des besoins augmentés (nouveau-nés, nourrissons, femmes enceintes, personnes âgées), une faible

capacité de l'épiderme à produire de la vitamine D. Les personnes végétaliennes sont ainsi plus à risque d'être en carence, notamment à cause d'un régime alimentaire pauvre en vitamine D. Les personnes à peau fortement pigmentée nécessitent un apport plus important que les autres, et ce, à tous les âges de la vie.

Excès :

Le risque de surdosage par exposition solaire n'existe pas : la peau cesse de la synthétiser lorsque le taux de vitamine D atteint une valeur suffisante.

On évoque une surcharge vitaminique D pour des valeurs sériques de 25-hydroxyvitamine D supérieures à 80 - 100 ng/mL (200 - 250 nmol/L). Si les valeurs sont élevées (mais plus proches des valeurs usuelles) et comprises entre 40 et 80 ng/mL (100 - 125 nmol/L), on parle de surcharge pathologique en vitamine D seulement si elles sont associées à une hypercalcémie et/ou une hypercalciurie. Ces quantités ne peuvent pas être obtenues par l'exposition (même intense) ou l'alimentation seules. (67)

Les principaux signes cliniques d'une surcharge en vitamine D sont :

- Une anorexie, nausées, perte de poids, irritabilité, asthénie et hypertension résultant de l'hypercalcémie, arrêt de la croissance chez l'enfant ;
- Un dépôt de calcium dans les tissus mous (reins, voies urinaires, muscles et tendons,) si l'intoxication est sévère et prolongée ;
- Une polyurie et polydipsie, déshydratation, insuffisance rénale fonctionnelle, qui sont le résultat de l'hypercalciurie ;
- Des altérations fœtales et hypercalcémie chez le nouveau-né si l'intoxication a lieu pendant la grossesse.

La limite de sécurité a été établie à 1000 UI/jour (25 µg/jour), en plus des apports endogènes et exogènes spontanés, pour les enfants et les adultes vivant en France. Chez les nourrissons d'un âge inférieur à 2 ans, le seuil maximal est plus élevé : 2000 UI/jour (50 µg/jour). (67,69)

IV.8. La vitamine B₁₂

Généralités :

La vitamine B₁₂, ou cobalamine, se présente sous la forme d'un composé cristallin rouge, lui valant le surnom de « vitamine rouge ». Le nom cobalamine fait référence à sa teneur en cobalt, unique parmi les vitamines. Elle est exclusivement synthétisée par des bactéries et

présente dans les aliments d'origine animale.

Elle se fixe dans la muqueuse intestinale à une protéine, la transcobalamine II ou holotranscobalamine. Ce complexe est la forme de transport dans le sang, et est par la suite absorbé par les cellules par endocytose. Les formes biologiques actives sont le méthylcobalamine et l'adénosylcobalamine. (71–73)

60% de la totalité de la vitamine B₁₂ (2 à 5 mg) est stockée dans le foie et une partie est éliminée en permanence par la bile. La capacité d'absorption de la vitamine B₁₂ est très limitée et le maximum d'absorption de cobalamine active est de 10 µg pour une dose unique. (72)

La vitamine B₁₂ non absorbée est éliminée par les fèces, et les différents métabolites sont éliminés par les urines après filtration glomérulaire, réabsorption et sécrétion tubulaire.

Il existe deux formes de vitamine B₁₂ : la cyanocobalamine, forme synthétique qui n'est pas retrouvée à l'état naturel, et la méthylcobalamine, forme naturelle qui peut être obtenue par des suppléments et des sources alimentaires (viande, œufs, lait). Une fois la cyanocobalamine absorbée, elle est transformée en méthylcobalamine ou en adénosylcobalamine, deux formes actives.

Les suppléments de vitamine B₁₂ proviennent de deux sources : la cyanocobalamine ou la méthylcobalamine.

Les compléments de méthylcobalamine sont plus coûteux et moins stables. Plus encore que la cyanocobalamine, il convient de les stocker à l'abri de la lumière dans un endroit frais et sec. En raison de leur instabilité, mieux vaut éviter de consommer des doses faibles. Les doses fortes semblent présenter une meilleure garantie. La cyanocobalamine reste celle qui a été la plus étudiée et dont l'efficacité est la plus irréfutable. (73)

Rôles biologiques :

La vitamine B₁₂ est essentielle à la croissance, à la division cellulaire et est impliquée dans plusieurs processus dont :

- La formation des globules rouges ;
- La réparation et la synthèse de l'ADN, de l'ARN et des protéines ;
- La protection du système nerveux, notamment car elle est nécessaire à la formation de la gaine de myéline qui protège et enrobe le système nerveux ;
- Un rôle dans le métabolisme des glucides et des lipides. (71,72)

Dans la suite de cette thèse, le terme de vitamine B₁₂ fera référence à la cyanocobalamine.

Besoins :

D'un pays à l'autre, les recommandations nationales d'apport en vitamine B₁₂ varient beaucoup.

Chez un adulte, les besoins journaliers sont de 2,5 µg/jour.

Population	µg de vitamine B ₁₂ / jour
Nourrissons	0,5
1 – 3 ans	0,8
4 – 6 ans	1,1
7 – 9 ans	1,4
10 – 12 ans	1,9
13 – 14 ans	2,3 – 2,4
Adulte	2,5
Grossesse	2,6
Allaitement	2,8
55 ans et plus	2,5

(71,72)

Tableau 7 : Recommandations d'apport journalier en vitamine B₁₂ (µg/jour).

Les apports réels chez les patients omnivores sont de 4 µg/jour chez la femme et de plus de 6 µg/jour chez l'homme. Chez la femme enceinte et allaitante, les pertes existent mais elles sont en quantité négligeable si les stocks sont remplis (2 à 5 mg). De ce fait, la vitamine B₁₂ ne représente aucun problème chez ce type de population. En cas d'alimentation végétarienne, l'apport est globalement bien assuré (œufs et produits laitiers), bien que certaines études démontrent une carence, c'est pour cela qu'une complémentation peut être conseillée. (72)

Chez les patients végétaliens, la carence est plus fréquente, surtout chez les enfants dont les mères ont suivi un régime végétalien strict au long cours sans supplémentation, ainsi que les personnes âgées atteintes d'une maladie du tractus gastro-intestinal (absorption diminuée).

Les apports journaliers recommandés ont été calculés pour garantir les apports nécessaires et maintenir les réserves des personnes qui consomment des produits d'origine animale tout au long de la journée. Les végétaliens présentent une caractéristique technique différente de la population générale, du fait que les apports par compléments alimentaires ne sont, la plupart du temps, pas répartis sur toute la journée.

La fréquence des prises a une influence considérable sur la quantité de B₁₂ absorbée. Il ne suffit pas de prendre 2,5 µg en une fois chaque jour, ni de multiplier cette dose par 7 pour calculer une prise hebdomadaire. Les Apports Journaliers Recommandés (AJR) ne tiennent absolument pas compte des phénomènes d'absorption qui entrent en jeu dans la prise de compléments alimentaires de vitamine B₁₂.

Le taux d'absorption varie en fonction de la dose absorbée. Pour une dose de 1 µg de vitamine B₁₂, l'absorption est de 50 % alors que pour une dose de 1mg (ou plus) d'un seul coup, l'absorption chute à 0,5 %. Ainsi, plus les prises sont espacées, plus la dose doit être élevée pour compenser cette chute d'absorption afin que l'organisme dispose de la quantité adéquate. (74)

Si un patient végétalien souhaite garantir son apport en vitamine B₁₂ en utilisant seulement des produits enrichis, il doit nécessairement consulter attentivement les étiquettes et calculer minutieusement les volumes et les fréquences des prises. L'élaboration de tels systèmes est fastidieuse et à risque d'erreurs, c'est pour cela qu'il est recommandé d'utiliser des compléments alimentaires.

Ainsi, les valeurs estimées pour la population générale (omnivore) ne tiennent pas compte d'un apport quotidien unique, tel que celui des populations végétaliennes quand elles prennent un complément quotidien. En raison des phénomènes d'absorption, les ANC ne sont pas adaptés à la prise de complément, c'est vraiment la notion d'absorption qui va compter (Annexe 25).

De ce fait, pour les patients végétaliens, il est possible de dresser le tableau suivant :

Quantité en vitamine B ₁₂ (source)	Fréquence
3 µg (aliments enrichis)	En deux ou trois repas avec des aliments enrichis
10 – 250 µg	Une fois par jour
1000 µg	Une fois tous les 4 jours
2000 µg	Une fois par semaine
5000 µg	Une fois toutes les deux semaines

(74,75)

Tableau 8 : Fréquence d'administration des compléments alimentaires en vitamine B₁₂ pour satisfaire les besoins.

Un patient qui ne prend de la vitamine B₁₂ qu'à travers des aliments enrichis, doit obligatoirement contrôler les étiquettes pour s'assurer l'absorption de la dose minimale requise. Par exemple, la consommation d'un lait végétal qui contient 1 µg de vitamine B₁₂ par portion, devra être pris en trois portions au cours de la journée. Cependant, il est plus pratique et rassurant de se supplémenter par des compléments de vitamine B₁₂.

Sans source alimentaire, les manifestations d'une carence sont variables. Un adulte développe généralement les symptômes d'une carence au bout de 4 à 5 ans. D'autres commencent à éprouver des problèmes au bout d'un an seulement. Ainsi, un régime végétalien, bien que varié, n'est pas une source fiable de vitamine B₁₂ : il est reconnu que c'est la seule vitamine qui fasse défaut à ce régime alimentaire. (72,74)

Sources :

La vitamine B₁₂ se trouve dans les aliments d'origine animale (Annexe 26). En effet, de nombreux animaux, en particulier les ruminants, absorbent la vitamine B₁₂ produite par des bactéries présentes dans leur propre système digestif. Certains aliments fermentés (choucroute, bière) contiennent également des traces de vitamine B₁₂. (72)

On peut trouver de la vitamine B₁₂ dans le sol et les plantes (en quantités très faibles), ce qui a conduit certains végétaliens à suggérer qu'il était inutile de se préoccuper de cette vitamine. Une autre croyance était de prétendre que la spiruline, le nori, le tempeh ou l'orge germée étaient des sources fiables et suffisantes de vitamine B₁₂, ce qui n'est pas le cas. (74)

Concernant les végétaliens, les seules sources fiables sont les produits alimentaires enrichis (certains laits végétaux, produits à base de soja et céréales pour le petit déjeuner, mais encore rares en France) et les compléments de vitamine B₁₂. Il est donc très important que tous les patients végétaliens s'assurent d'avoir un apport adéquat en cette vitamine.

Dans tous les cas, qu'elle provienne de produits enrichis, de compléments alimentaires ou de produits d'origine animale, elle est produite par des micro-organismes. Concernant les compléments alimentaires, *Propionibacterium freudenreichii* est la bactérie la plus utilisée car c'est elle qui donne le meilleur rendement et ne produit pas de toxines.

Tous les élevages n'ont pas recours à la supplémentation en B₁₂, mais la grande majorité de la production mondiale est destinée à l'alimentation des animaux d'élevage. En d'autres termes, au lieu de consommer la vitamine B₁₂ qui a été donnée aux animaux, les végétaliens doivent la consommer directement sans intermédiaire, sous forme de supplément. Des ampoules de vitamine B₁₂ sont disponibles en pharmacie (sans ordonnance) et des compléments se trouvent facilement dans les magasins biologiques et diététiques, ainsi que dans les magasins vegan.

Dosage :

La concentration sérique en vitamine B₁₂ ne constitue pas un indicateur fiable d'une carence. Notamment chez les patients végétaliens qui consomment des algues : elles contiennent des analogues de la vitamine B₁₂ que les analyses sanguines comptabilisent comme de la vitamine B₁₂. La détermination de la fraction de vitamine B₁₂ sérique, liée à la transcobalamine est théoriquement un meilleur indicateur que la concentration totale en vitamine B₁₂. (71,74)

L'acide méthylmalonique est un autre marqueur dont le dosage est réalisé dans le sérum plasmatique et les urines. Une carence en vitamine B₁₂ provoque une élévation de l'acide méthylmalonique. Si la concentration en acide méthylmalonique sérique est inférieure à 370 nmol/L, l'organisme a suffisamment de vitamine B₁₂. Au niveau urinaire, la valeur doit être inférieure à 4 µg/mg de créatinine. (72,76)

Carences :

La carence en B₁₂ est rare dans la population générale, d'autant plus que les réserves de l'organisme ne s'épuisent généralement qu'en plusieurs années. Des carences au cours de la grossesse ont été décrites dans les populations végétaliennes qui ne se supplémentaient pas. Une attention toute particulière doit être portée aux femmes végétaliennes qui doivent absolument recevoir une complémentation en vitamine B₁₂ pendant la période de la grossesse et de l'allaitement. (71)

Une carence peut être la cause d'une anémie et occasionner une dégradation du système nerveux.

Chez l'adulte, une carence en vitamine B₁₂ se traduit par une perte d'énergie, des engourdissements, des fourmillements, une diminution de la sensibilité à la douleur et à la pression, une vision floue, des pertes de mémoire, une confusion, des hallucinations et un changement de personnalité. Ces symptômes se développent sur plusieurs mois, voire sur une année, avant d'être identifiés comme une carence en vitamine B₁₂. Cette carence peut aussi entraîner une augmentation de la concentration sanguine en homocystéine et en acide méthylmalonique, qui est associée à de nombreux risques, dont une augmentation de la mortalité, toutes causes confondues (avec une spécificité pour les thromboses, crises cardiaques et AVC), un amoindrissement des facultés cognitives, et des problèmes liés à la grossesse et à l'allaitement (infertilité, fausse couche, prééclampsie, faible poids de naissance, malformations congénitales, etc.). Chez le nourrisson, les symptômes se développent plus rapidement et peuvent conduire à une perte d'énergie, d'appétit et à un arrêt de la croissance. Si cette carence n'est pas immédiatement corrigée, cet état peut évoluer vers un coma et

entraîner la mort. (73,77)

Excès :

Les autorités sanitaires du monde entier considèrent que la toxicité de la vitamine B₁₂ n'existe pas, qu'il s'agisse de l'ANSES (France), de l'*European Food Safety Authority* (Europe), ou de l'Organisation Mondiale de la Santé. La dose maximale recommandée correspond à la dose maximale utilisable par l'organisme, soit 5.000 µg/jour. Cette dose peut être consommée sans risque, en effet, cette vitamine étant hydrosoluble, l'organisme éliminera l'excès dans les urines. Cela concerne seulement les injections de vitamine B₁₂ car l'administration orale n'atteint généralement pas cette valeur. Les mécanismes d'absorption du système digestif constituent une barrière significative. (78–80)

V. LES SUPPLÉMENTS MÉDICAMENTEUX ET LES COMPLÉMENTS ALIMENTAIRES

V.1. Les médicaments

V.1.1. Définition

Selon l'ANSM : « Un produit est qualifié de médicament s'il est présenté comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies humaines ou animales, ou s'il peut être utilisé ou administré en vue d'établir un diagnostic médical. Dans le développement d'un médicament, l'ANSM intervient dès la phase des essais cliniques. Elle autorise ensuite, au niveau national, sa mise sur le marché (AMM) en fonction de l'évaluation de son bénéfice et de ses risques. L'ANSM poursuit son action en assurant la surveillance de sa sécurité d'emploi. C'est elle également qui contrôle la publicité auprès du public et des professionnels de santé. » (81)

V.1.2. Les suppléments médicamenteux indiqués en prévention des carences des patients végétaliens

Les suppléments médicamenteux sont considérés comme des médicaments, à l'inverse des compléments alimentaires.

Les tableaux suivants regroupent les suppléments médicamenteux disponibles en pharmacie (liste non exhaustive) pouvant éviter certaines carences chez les patients végétaliens. Une distinction est faite entre les médicaments végétaliens et les médicaments contenant une partie d'origine animale.

Molécule	Médicament	Forme galénique	Dosage	Remboursement	Liste	Végétalien ?
FER						
Sodium férédétate	FERROSTRANE 0,68 %®	Sirop	34 mg/5ml	65%	Liste 2	✓
Fumarate ferreux	FUMAFER®	Poudre orale	33mg/1g	NR	NL	✓
		Comprimé pelliculé	66 mg	65 %	NL	✓

Sulfate ferreux et acide ascorbique	FERO-GRAD VITAMINE C®	Comprimé enrobé	500 mg	65 %	NL	Contient du lactose
Ascorbate ferreux	ASCOFER®	Gélule	33 mg	65 %	NL	Contient de la gélatine
Sulfate ferreux	TARDYFERON®	Comprimé enrobé	50 mg	65 %	NL	Contient des excipients d'origine aviaire
		Comprimé pelliculé	80 mg	65 %	NL	✓
Acide folique et sulfate ferreux	TARDYFERON B9®	Comprimé pelliculé	0,35 mg / 50 mg	NR	NL	✓
CALCIUM						
Carbonate de calcium	OROCAL®	Comprimé à sucer	500 mg	65%	NL	✓
	DENSICAL®	Comprimé à sucer	600mg	65%	NL	✓
	CACIT®	Comprimé effervescent	1.000 mg ou 500mg	65 %	NL	✓
	CALCIDOSE®	Suspension buvable en sachet	500 mg	65%	NL	✓
	CALCIPRAT®	Comprimé à sucer	1g	65%	NL	Contient du lactose
			750 mg			✓
CALTRATE®	Comprimé pelliculé	600mg	65%	NL	✓	
Carbonate de calcium + cholécalciférol	OROCAL VITAMINE D3®	Comprimé à sucer	500mg/200UI	65%	NL	✓
			500mg/400UI			✓
	DENSICAL VITAMINE D3®	Comprimé à croquer/sucer	500mg/400UI	65%	NL	✓
	CACIT VITAMINE D3®	Granulés effervescents en sachet	1000mg/880UI	65%	NL	✓
			500mg/440UI			✓
		Comprimé à croquer ou sucer	500/440			✓
CALCIDOSE VITAMINE D3®	Poudre pour solution buvable en sachet	500mg/400 UI	65 %	NL	✓	

ZINC						
Zinc gluconate	GRANIONS DE ZINC®	Solution buvable en ampoule	15 mg/2ml	15 %	NL	✓
	OLIGOSOL ZINC®	Solution buvable en ampoule	67,4 µg/2ml	NR	NL	✓
	RUBOZINC®	Gélule	15 mg	30 %	NL	Contient de la gélatine d'origine animale et du lactose
	EFFIZINC®	Gélule	15 mg	30 %	NL	Contient de la gélatine d'origine animale

Tableau 9 : Les suppléments médicamenteux - les minéraux et oligoéléments.

Molécule	Médicament	Forme galénique	Dosage	Remboursement	Liste	Végétalien ?
VITAMINE B9						
Acide folique	SPECIAFOLDINE®	Comprimé	0,4 mg	65 %	NL	✓
			5 mg			
VITAMINE B12						
Cyano-cobalamine	DELAGRANGE®	Solution buvable	1.000 µg/2ml	65 %	NL	✓
	GERDA®	Solution buvable	1.000 µg/4ml	65 %	NL	✓
		Comprimé sécable	250 µg	NR	NL	Contient du lactose
VITAMINE D						
Vitamine D3 cholécalciférol	ADRIGYL®	Solution buvable en gouttes	10.000UI/ml	65%	NL	✓
	DEDROGYL®	Solution buvable en gouttes	15mg/100ml	30%	Liste 2	✓
	ROCALTROL®	Capsule molle	0,25µg	65%	Liste 1	Contient de la gélatine d'origine animale
	UVEDOSE®	Solution buvable	100.000UI/2ml	65	Liste 2	✓
	ZYMA D®	Solution buvable en goutte	10.000UI/ml	65%	NL	✓
		Solution buvable en ampoule	200.000/2ml	65%	Liste 2	✓
		Solution buvable en ampoule	80.000UI/2ml	65%	Liste 2	✓

Vitamine D2 ergocalciférol	STÉROGYL®	Solution buvable en ampoule	600.000UI/1,5ml	65%	Liste 2	✓
		Solution buvable en gouttes	2.000.000/100ml	65%	NL	✓

Tableau 10 : Les suppléments médicamenteux - les vitamines.

Il est à noter que la plupart des vitamines D₃ provient de la lanoline extraite de la laine de mouton et n'est donc pas vegan. Certains patients végétaliens accepteraient cependant d'en prendre, une dispensation personnalisée est nécessaire.

V.2. Les compléments alimentaires

V.2.1. Définition

La notion de complément alimentaire est assez récente puisqu'elle a été définie par la directive 2002/46/CE du Parlement européen, transposée par le décret du 20 mars 2006 :

« On entend par compléments alimentaires les denrées alimentaires dont le but est de compléter le régime alimentaire normal et qui constituent une source concentrée de nutriments ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique seuls ou combinés, commercialisés sous forme de doses, à savoir les formes de présentation telles que les gélules, les pastilles, les comprimés, les pilules et autres formes similaires, ainsi que les sachets de poudre, les ampoules de liquide, les flacons munis d'un compte-gouttes et les autres formes analogues de préparations liquides ou en poudre destinées à être prises en unités mesurées de faible quantité. »

Les compléments alimentaires peuvent être composés de minéraux et de vitamines, de plantes ou d'autres substances utilisées dans les domaines de la nutrition, de la digestion, de la beauté, et ne peut avoir, ni revendiquer d'effets thérapeutiques.

Pour une grande majorité de la population, une alimentation équilibrée ne nécessite pas de supplémentation car elle permet d'apporter tous les nutriments nécessaires pour couvrir les besoins. Cependant, pour certains groupes de population spécifiques, comme par exemple les femmes enceintes, les personnes âgées, les populations en situation de grande précarité, etc., il peut être intéressant, voire indispensable, d'ajouter des apports supplémentaires en vitamines, minéraux, et autres nutriments par le biais des compléments alimentaires. (82)

V.2.2. Législation et réglementation

Les compléments alimentaires dépendent du code de la consommation, par conséquent, ils font l'objet de déclaration auprès de la Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes (DGCCRF). Comme pour les autres denrées alimentaires, la DGCCRF doit examiner leur composition et réaliser des contrôles.

Contrairement aux médicaments, les compléments alimentaires n'ont pas besoin d'avoir une Autorisation de Mise sur le Marché pour être mis en vente. C'est l'industriel qui est responsable de la conformité des produits qu'il met sur le marché, selon les réglementations en vigueur, que ce soit au niveau de la sécurité et de l'information du consommateur (non-tromperie du consommateur).

Les compléments alimentaires ne sont pas pour autant sans dangers, et il peut exister un risque de dépassement des limites de sécurité, c'est pour cela qu'il existe des allégations nutritionnelles de santé, qui sont susceptibles d'être indiquées sur les produits, et qui sont strictement encadrées par la réglementation européenne.

L'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) rend régulièrement des avis sur l'évaluation de l'innocuité de substances dont l'introduction dans les compléments alimentaires est envisagée, ainsi que sur l'impact des projets de réglementation nationale et communautaire au sujet des compléments alimentaires.

(82)

V.2.3. Les compléments alimentaires indiqués en prévention des carences des patients végétaliens

Le tableau suivant regroupe les compléments alimentaires végétaliens disponibles en pharmacie, et pouvant être utilisés afin de combler les besoins en iode et en oméga 3 des patients végétaliens.

Complément alimentaire	Forme galénique	Dosage	Végétalien ?
IODE (extrait d'algues)			
ARKOGELULES® fucus	Gélule	75 µg	✓
I-BIANE®	Comprimé	150 µg	✓
SOLGAR® kelp	Comprimé	200 µg	✓
OMEGA 3 (extrait d'algues)			
BIOCYTE Oméga 3 VEGAN®	Capsule	500 mg	✓
NUTRANAT® Oméalgue	Capsule	250 mg	✓
YSOMEGA®	Capsule	1 g	✓

Tableau 11 : Les compléments alimentaires végétaliens disponibles en pharmacie.

VI. LES POPULATIONS SPÉCIFIQUES VÉGÉTALIENNES – CONSEILS EN OFFICINE

L'alimentation végétalienne bien planifiée est appropriée : elle satisfait les besoins nutritionnels et favorise une croissance normale à tous les stades de la vie, dont la petite enfance, l'enfance, l'adolescence, la grossesse et l'allaitement, ainsi que le troisième âge et les sportifs. (2)

Cette partie aborde les notions propres aux femmes enceintes, aux femmes allaitantes, aux nourrissons, aux enfants, aux adolescents et aux personnes âgées végétaliennes. La population adulte n'est pas abordée ici afin d'éviter une redondance des parties précédentes. Cependant, une fiche spéciale lui est accordée dans la partie VII : « Livret d'accompagnement destiné à l'équipe officinale et aux patients végétaliens ».

Concernant les compléments alimentaires, il est à noter que certains contiennent des excipients d'origine animale (gélatine, rouge de cochenille, lactose, cire d'abeille, miel, etc.) ou des principes actifs d'origine animale (certaines vitamines D₃, des oméga 3 provenant de poissons, etc.). Selon les patients, certains végétaliens pourront alors les refuser, l'analyse doit être faite au cas par cas. De même, certains végétaliens peuvent rejeter des médicaments fabriqués dans un laboratoire réalisant des tests sur les animaux, etc.

VI.1. La femme enceinte

La première moitié de la grossesse est marquée par la formation des réserves maternelles destinées à être utilisées pendant la deuxième moitié, lors de la croissance fœtale rapide. Il y a une augmentation de la capacité d'absorption intestinale pour divers micronutriments (notamment le fer et le calcium) qui protège la mère d'une déperdition excessive lors du transfert vers l'unité fœtoplacentaire des acides aminés, des minéraux et des vitamines. Ces transferts sont en partie indépendants de l'état nutritionnel de la mère (il en est ainsi du fer, du calcium, et de la vitamine A). (83)

La pratique d'un régime végétalien bien équilibré pendant la grossesse ne présente pas de risques aggravés de développer des effets indésirables sur la santé de l'enfant à naître ni de malformations chez le nouveau-né, à condition que les femmes végétaliennes soient informées et se supplémentent en divers minéraux et vitamines. (9)

En effet, selon les dernières études réalisées, un régime végétalien peut être poursuivi pendant la grossesse et l'allaitement et ne présente pas de problème particulier. Comme lors de toutes les grossesses, il est important de prendre certaines précautions. (2,13)

À l'instar de toutes les femmes enceintes, la supplémentation est nécessaire pour assurer des apports suffisants. De ce fait, la prise d'un complément en vitamine B₉ (acide folique), en vitamine B₁₂, en iode, en fer et en vitamine D est fortement conseillé ainsi qu'une consommation plus accrue d'aliments riches en protéines.

La prise pondérale est un paramètre important du suivi de la grossesse et dépend pour une large part du poids prégestationnel (Annexe 27).

Une prise de poids très insuffisante semble augmenter le risque de grossesse arrêtée, à l'inverse, une prise de poids excessive ainsi que le surpoids maternel est un facteur de risques materno-fœtaux : hypertension artérielle, hausse de la fréquence du diabète gestationnel, du taux de déclenchement, d'anomalies fœtales et de prématurité. (44)

Les besoins nutritionnels de la femme enceinte sont regroupés dans le tableau suivant :

Nutriment	Apports recommandés / jour
Énergie (kcal)	2.700
Protéines (g)	65
Minéraux et oligoéléments	
Calcium (mg)	1.000
Phosphore (mg)	800
Magnésium (mg)	400
Fer (mg)	30
Zinc (mg)	15
Cuivre (mg)	2
Iode (µg)	200
Fluor (mg)	2
Sélénium (µg)	60
Chrome (µg)	60
Vitamines	
A – rétinol (µg)	700
D – calciférol (µg)	10
E – tocophérol (mg)	12
C – acide ascorbique (mg)	120
B ₁ – thiamine (mg)	1,8
B ₂ – riboflavine (mg)	1,6
B ₃ – niacine (mg)	16
B ₅ – acide pantothénique (mg)	5
B ₆ – pyridoxine (mg)	2
B ₈ – biotine (µg)	50
B ₉ – acide folique (µg)	400
B ₁₂ – cobalamine (µg)	2,6

(44)

Tableau 12 : Apports nutritionnels conseillés pour les femmes enceintes.

« Les recommandations nutritionnelles pour les femmes enceintes ont été estimées à partir des quantités des nutriments déposées dans l'organisme fœtal, et des coûts énergétiques fonctionnels de l'unité fœto-placentaire, qui s'ajoutent aux besoins de maintenance de la mère. Ces besoins ne prennent pas en considération les capacités d'adaptation qui se

développent lors de la grossesse et sont, de ce fait, probablement surestimés pour certains d'entre eux ». (44)

Comme pour le reste de la population, les apports énergétiques sont assurés par les macronutriments. Ils sont recommandés dans des proportions comparables à celles pour la population générale : 55 % de la ration doit être sous forme de glucides et 30 à 35 % sous forme de lipides. (44,83,84)

Une attention particulière doit être apportée sur la qualité des lipides : le besoin en acide linoléique (oméga 6) est d'environ 2 g/jour en plus du besoin de base, soit 10 g/jour, et le besoin en acide linoléique (oméga 3) est estimé à 0,2 g/jour en plus, soit 2,2 g/jour.

Il faut donc conseiller aux femmes enceintes végétaliennes de privilégier une alimentation riche en acides gras oméga 3 (huiles de lin, de colza, etc.) afin de substituer un de leurs apports en acides gras saturés par des acides gras polyinsaturés de la série oméga 3. De plus, les ANC fixent les besoins à 250 mg d'EPA et 500 mg de DHA, correspondant environ à 2 g d'acides gras oméga 3.

Une supplémentation de 200 à 400 mg de DHA par jour est un plus et peut être proposée pour les patientes végétaliennes. (44,83,84)

Les besoins protéiques augmentent, entre 0,9 et 1 g/kg/jour soit 15 % de la ration énergétique. Cette augmentation des besoins est comblée par une augmentation spontanée des apports alimentaires en nutriments énergétiques et ne nécessite pas de manipulation diététique particulière à partir du moment où le gain pondéral est en adéquation avec les objectifs. (44,83,84)

L'apport en fibres de 25 g/jour doit aussi être encouragé afin d'améliorer le transit intestinal et pour moduler favorablement l'index glycémique des aliments.

Chez la population omnivore, l'intérêt d'une supplémentation pour certains micronutriments est discuté mais la seule qui s'impose est l'acide folique. (44,83,84)

La carence alimentaire la plus identifiée pendant la grossesse et la lactation chez les femmes végétaliennes non supplémentées est la carence en vitamine B₁₂, sachant qu'il y a également d'autres carences potentielles : fer, zinc, calcium, et protéines. Plusieurs cas ont été rapportés de carences en vitamine B₁₂ (la plus fréquente) et en vitamine D chez des nourrissons allaités, engageant un pronostic neurologique. (9,13,85,86)

Un régime végétalien strict et non complétement chez la femme enceinte puis allaitante peut engendrer différentes carences (calcium, vitamines, protéines) et de nombreuses conséquences maternelles et fœtales, néonatales et infantiles : anémies, retards de croissance intra-utérins, troubles neurologiques, altérations de la croissance staturo-pondérale, retards mentaux à long terme, etc. Des carences protéiques, calciques, vitaminiques et martiales chez l'enfant allaité ont aussi été rapportés.

Il est important et nécessaire de dépister précocement un régime végétalien et de débiter le plus vite possible une supplémentation vitaminique afin d'éviter des séquelles neuropsychologiques chez l'enfant. Une information complète de la mère sur les besoins nutritionnels spécifiques au cours de la grossesse et de l'allaitement est indispensable pour prévenir la survenue de telles carences. (9,85–88)

À cet égard, le rôle du pharmacien d'officine est important du fait de sa proximité avec les femmes enceintes, les femmes allaitantes et les nouveau-nés.

- La vitamine B₉

La vitamine B₉, acide folique ou folate, en participant au métabolisme des acides aminés et nucléiques, contribue à la multiplication cellulaire de l'embryon, à l'hématopoïèse de la mère et à la croissance globale du fœtus. Il y a une baisse des folates sériques tout au long de la grossesse.

L'alimentation ne couvre que partiellement les besoins, fixés à 400 µg par jour. Or, une carence en début de grossesse, période de l'organogenèse, accroît le risque d'anomalie de la fermeture du tube neural, de fentes palatines, et d'autres malformations, cardiaques notamment.

Une supplémentation en vitamine B₉ est ainsi recommandée dès la phase préconceptionnelle : l'augmentation des fruits et légumes, principales sources de folates, ne suffit pas à majorer les apports de l'ensemble des femmes.

Ainsi, une supplémentation systématique de 400 µg par jour est recommandée en période préconceptionnelle (au moins un mois avant). Concernant la France, il est recommandé de prescrire 5 mg de folates par jour (Spéciafoldine® comprimés, acide folique 5 mg) chez les femmes ayant des antécédents obstétricaux d'anomalies de la fermeture du tube neural dès qu'elles envisagent une grossesse, puis pendant le premier trimestre, une supplémentation de 2 mg par jour peut être poursuivie par la suite. L'OMS recommande de poursuivre cette supplémentation jusqu'à 3 mois après l'accouchement. (83,84)

- La vitamine B₁₂

La carence en vitamine B₁₂ est la plus fréquente, étant donné que c'est une vitamine présente exclusivement dans des produits d'origine animale.

En cas de carence, elle engendre de nombreuses conséquences maternelles, fœtales et néonatales : anémie macrocytaire maternelle, fœtale et néonatale, accouchements prématurés, fausses couches à répétition, hypertension artérielle gravidique, retard de croissance intra-utérin et altération de la croissance néonatale, défaut de fermeture du tube neural, ainsi que des atteintes du développement et du fonctionnement des processus neurologiques en période néonatale (retard de développement, absence de myélinisation, etc.).

Lors de la grossesse, les taux sériques de vitamine B₁₂ diminuent. Ce risque peut être majoré chez les femmes enceintes végétaliennes qui ne se supplémentent pas, leurs réserves étant inférieures à celles des omnivores, diminuent progressivement tout au long de la grossesse.

La supplémentation en vitamine B₁₂ pendant la grossesse et lors de l'allaitement agit directement sur les concentrations plasmatiques maternelles, fœtales et néo-natales. De nombreux articles montrent l'intérêt d'une supplémentation en vitamine B₁₂ en prévention des carences entraînées par l'alimentation végétalienne. (9)

L'ANC est de 2,6 µg/jour chez la femme enceinte. La prise de compléments alimentaires est identique à celle de la population générale végétalienne : consommation deux ou trois fois par jour de produits enrichis pour obtenir 3 µg quotidien, ou prise d'un supplément de 10 µg à 25 µg quotidiennement, ou de 2000 µg une fois par semaine. (9)

- Le fer

Pendant la grossesse, les besoins maternels en fer augmentent considérablement : le besoin supplémentaire est d'environ 400 mg, les ANC passent à 30 mg par jour pendant la grossesse contre 20 mg en dehors de la grossesse. Cette augmentation est palliée par l'importante augmentation des capacités d'absorption intestinale du fer, portant aussi bien sur le fer hémérique que non hémérique, au cours de la grossesse. Au cours des derniers mois, cette augmentation atteint des valeurs 5 à 9 fois plus élevées qu'en début de grossesse. Dans la population générale, les carences maternelles sont plus fréquentes pendant la grossesse chez une femme ne modifiant pas son alimentation. Chez la population végétalienne, il y a une majoration du risque de carence si les femmes ne compensent pas ce régime sans viande par de nombreuses autres sources végétales de fer. Une carence maternelle a un impact limité car le fœtus constitue un stock martial indépendamment des réserves de la mère. Les besoins sont théoriquement couverts si la ration alimentaire atteint au moins 2.000 kcal par jour. Les conséquences d'une carence martiale chez la mère sont notamment une asthénie, une anémie

ferriprive (qui peut éventuellement être aussi fœtale), une tachycardie, une dyspnée, une pâleur cutanéomuqueuse, et une susceptibilité aux infections. (9,44,83,84)

Du fait de la possibilité d'apports inadaptés et des effets indésirables d'une carence en fer chez la patiente enceinte végétalienne, un complément de fer à dose de 30 mg/jour est recommandé dès le début de la grossesse. Cette dose peut être administrée par un complément prénatal, un complément de fer séparé ou une combinaison des deux. En cas d'anémie préexistante chez la mère, une supplémentation de 60 mg/jour doit être proposée. Les troubles digestifs, tels que les nausées ou la constipation, sont étroitement tributaires de doses trop élevées : les prises effectuées au cours des repas diminuent la fréquence de ces effets. (2,44,84)

- L'iode

Les besoins en iode sont majorés du fait d'une augmentation physiologique de la clairance rénale de l'iode chez la mère, du transfert de l'iode à travers le placenta, et d'une séquestration de l'iode par augmentation du pool hormonal thyroïdien. Les besoins sont ainsi estimés à 200 - 250 µg par jour au cours de la grossesse. Une carence pourrait avoir des effets néfastes sur le développement cérébral du fœtus, qui dépend totalement des apports hormonaux thyroïdiens de la mère jusqu'à la 15^e semaine. Cette carence peut aussi être responsable d'une diminution des capacités intellectuelles chez les enfants. Une carence iodée profonde est associée à une augmentation des avortements spontanés, de la mortalité périnatale, et d'une hypothyroïdie néonatale.

La consommation d'iode à travers l'alimentation ne suffit pas à combler les besoins pendant la grossesse, et plus particulièrement chez la femme enceinte végétalienne, il est donc souhaitable d'instaurer une supplémentation iodée prophylactique. L'administration de comprimés d'iodure de potassium de 150 à 200 (voire 300) µg par jour permet de pallier les inconvénients d'une subcarence iodée. (44,83)

- Le calcium

Les besoins calciques maternels sont augmentés du fait de la minéralisation du squelette fœtal. Cet accroissement est, en général, couvert par la hausse de l'absorption intestinale de calcium et son impact est limité par une adaptation du métabolisme osseux. En effet, le pourcentage absorbé (de l'ordre de 33 % avant) atteint 54 % durant le troisième trimestre de gestation. Il y a une majoration de l'accrétion osseuse maternelle au cours du premier trimestre, permettant de fournir ultérieurement au fœtus un flux calcique conséquent à partir de la mobilisation de ces réserves. Un apport calcique supérieur à 1 g par jour doit être atteint,

moyennant quoi il n'y a pas lieu de préconiser une supplémentation calcique systématique. En cas d'apport insuffisant, un complément de 1 g/jour doit être proposé. (44,83,84)

- La vitamine D

Une diminution de la concentration plasmatique de la vitamine D est courante chez la femme enceinte, surtout en fin de grossesse et quand celle-ci se situe en hiver ou au début de printemps. En France, la faible teneur des aliments en vitamine D et le faible niveau d'ensoleillement, même dans les villes aussi ensoleillées que Marseille ou Nice, justifient des mesures de supplémentation systématique. Même si l'ensoleillement a un rôle essentiel, les conditions variables de climat, de vie, de latitude et de pollution atmosphérique empêchent de compter sur la seule exposition aux UV solaires.

Un déficit maternel en vitamine D peut entraîner la survenue d'une hypocalcémie néonatale ou d'un rachitisme carenciel.

Ainsi, les apports recommandés sont de 400 UI par jour dès le début de la grossesse, puis de 1.000 UI par jour pendant la seconde moitié de la grossesse. Si la supplémentation n'est faite qu'au troisième trimestre, 1000 UI par jour sont alors nécessaires. Les mêmes résultats sont obtenus en prenant une prise unique de 200.000 UI au début du 7^e mois. Certains végétaliens voudront s'assurer que la vitamine D utilisée n'est pas d'origine animale (étiquette, renseignement auprès du pharmacien, etc.). (83,84)

- Le zinc

82 % des femmes enceintes dans la population générale ont un apport insuffisant en zinc. Chez les végétaliennes, la prévalence de cette carence semble plus élevée étant donné l'origine des principaux aliments contenant du zinc : huître, jaune d'œuf, hareng, foie de veau, viande de bœuf, etc.

Les principales conséquences, lors de la grossesse, d'une carence en zinc sont le risque de fausse couche spontanée, de mort in utéro, de retard de croissance intra-utérin, de prématurité, de complications du travail et de l'accouchement avec notamment un allongement du temps de travail. Des malformations fœtales, notamment une malformation du tube neural sont aussi retrouvées. Lors de la lactation, une carence maternelle et néonatale peut entraîner des anomalies du développement neurologique chez le nouveau-né, une perte d'appétit, une perturbation de la fonction immune, ainsi qu'un retard de croissance et psychomoteur.

Ainsi, les ANC sont de 15 mg au cours de la grossesse. (44)

Les légumes secs, les noix et les graines, les céréales complètes telles que le pain complet et les germes de blé sont des sources importantes de zinc dans l'alimentation végétalienne, ainsi

que les graines de courge, qui représentent l'une des sources végétales les plus concentrées en zinc. Les patientes végétaliennes enceintes doivent donc veiller à consommer régulièrement ces aliments.

Les études actuelles montrent que la supplémentation isolée en zinc ne semble pas avoir d'impact significatif sur la prévention de cette carence, tout du moins, dans les populations omnivores. Les efforts doivent donc être faits pour prévenir l'apparition de ces carences par l'adoption d'habitudes alimentaires équilibrées et variées. (9)

Cependant, un apport complémentaire en zinc peut être justifié chez les femmes végétaliennes. (84)

- Les autres vitamines

Il y a une augmentation des besoins vitaminiques (en particulier des vitamines du groupe B) au cours d'une grossesse, mais une alimentation suffisante et variée pourvoit *à priori* à l'ensemble des besoins. La prescription de compléments alimentaires polyvitaminés, souvent enrichis en acides gras oméga 3, en zinc et en iode, et comprenant habituellement de l'acide folique, se justifient dans une alimentation végétalienne (Annexe 28). (83)

VI.2. La femme allaitante

L'allaitement est recommandé pour la mère et l'enfant, idéalement jusqu'au sixième mois du nourrisson. L'OMS recommande de poursuivre un allaitement fréquent jusqu'à l'âge de deux ans, si possible.

Avant toute chose, il est à noter que les recommandations valables pour la grossesse le sont aussi pour la période de lactation, et qu'il est recommandé de continuer la supplémentation en acide folique jusqu'à 3 mois après l'accouchement.

À l'instar de la période de grossesse, l'appétit des femmes allaitantes augmente proportionnellement aux besoins (environ 300 kcal/jour pendant l'allaitement). Le lait maternel est un aliment complet pour le nourrisson, de sa naissance jusqu'à ses six mois.

La sécrétion lactée est assez peu affectée par les conditions nutritionnelles. Le coût énergétique global pour la mère est assez modeste, malgré le fait qu'une partie des précurseurs du lait (principalement lipidiques) provient des réserves maternelles.

Cependant, la composition du lait reflète l'alimentation de la mère, il est donc nécessaire que celle-ci fournisse les acides gras indispensables au développement du nourrisson, la teneur en acides gras oméga 3 et 6 est particulièrement importante. Les recommandations sont de 11 g/jour pour l'acide linoléique et de 2,2 g/jour pour l'acide alpha-linolénique. (83,84)

Les besoins de la femme allaitante prennent en compte la compensation des pertes nutritionnelles en nutriments excrétés dans le lait et sont regroupés dans le tableau suivant :

Nutriment	Femme allaitante Apports recommandés / jour
Énergie (kcal)	2.700
Protéines (g)	65
Minéraux et oligoéléments	
Calcium (mg)	1.000
Phosphore (mg)	800
Magnésium (mg)	390
Fer (mg)	20 - 30
Zinc (mg)	19
Cuivre (mg)	2
Iode (µg)	200
Fluor (mg)	2
Sélénium (µg)	60
Chrome (µg)	55
Vitamines	
A – rétinol (µg)	950
D – calciférol (µg)	10
E – tocophérol (mg)	1
C – acide ascorbique (mg)	130
B ₁ – thiamine (mg)	1,8
B ₂ – riboflavine (mg)	1,8
B ₃ – niacine (mg)	15
B ₅ – acide pantothénique (mg)	7
B ₆ – pyridoxine (mg)	2
B ₈ – biotine (µg)	50
B ₉ – acide folique (µg)	300
B ₁₂ – cobalamine (µg)	2,8

(44)

Tableau 13 : Apports nutritionnels conseillés pour les femmes qui allaitent.

Les besoins énergétiques supplémentaires pour l'allaitement dépendent du gain de poids de la

mère lors de la grossesse, mais ne devrait pas dépasser 500 kcal/jour.

Concernant le calcium, l'administration d'un supplément calcique n'a guère d'effet sur la densité osseuse ou sur la teneur en calcium du lait : les besoins calciques nécessaires à la lactation sont couverts par la mobilisation du calcium osseux et la réduction des pertes urinaires.

Les besoins en acides gras, en protéines, en vitamine D et B₁₂ sont les mêmes pendant l'allaitement et la grossesse.

Les besoins en fer diminuent lors de l'allaitement et sont compensés par l'augmentation de l'absorption qui accompagne la lactation. La concentration de fer dans le lait ne semble pas être affectée par le statut maternel en fer ni par l'administration de supplément. Il n'est donc pas nécessaire de supplémenter en fer les femmes allaitantes végétaliennes non anémiées. Du fait de la biodisponibilité de cet élément, il est recommandé de consommer entre 20 et 30 mg/jour de fer.

Les situations de carence en vitamine D sont fréquentes en fin de grossesse, le nourrisson devra bénéficier d'une supplémentation car elles ne permettent pas de satisfaire ses besoins.

Les besoins en zinc et en iode sont légèrement supérieurs.

Il est à noter que l'alimentation de la mère n'a pas d'influence sur la teneur en lait en lipides, protéines, vitamine K, sels minéraux et cholestérol. Cependant, elle aura une influence sur la teneur en vitamines A, C, D, en vitamines du groupe B et sur la composition en acides gras et en certaines enzymes à base de sélénium. De plus, le lait des femmes végétaliennes présente une concentration plus faible de polluants environnementaux (pesticides et métaux lourds) et il est particulièrement riche en antioxydants.

(9,83,84,87,89)

VI.3. Le nourrisson et le très jeune enfant (1 à 3 ans)

L'alimentation est un facteur clé de la bonne santé d'un nourrisson. Les nourrissons végétaliens se nourrissant en quantité adéquate avec du lait maternel ou avec une formule commerciale de lait pour nourrissons ont une croissance normale. Lors de l'introduction des aliments solides, un apport satisfaisant de sources d'énergie et de nutriments permettent d'assurer une croissance normale de l'enfant végétalien. En effet, leur alimentation doit être correctement supplémentée, plus grasse et comporter moins de fibres que celle des adultes. (2)

- Besoins

Lors des deux premières années, les nourrissons ont une croissance rapide nécessitant d'importants besoins énergétiques : environ 100 kcal/kg par jour de la naissance jusqu'à 1 an, et de 80 kcal/kg par jour après 2 ans.

Durant les premiers mois, les apports en protéines sont élevés et doivent être d'environ 1,5 à 2 g/kg pour satisfaire ces besoins liés à la croissance rapide.

Les glucides doivent apporter 50 à 55 % de la ration énergétique. Concernant les lipides, ils fournissant les AGPI nécessaires à la constitution des membranes et du tissu cérébrale : 3,5 à 5 % de l'AET doit provenir de l'acide linoléique (oméga 6) et 0,5 à 1,5 % de l'acide alpha-linoléique (oméga 3). Le besoin de DHA est de 70 mg par jour jusqu'à 2 ans (la masse du cerveau étant multipliée par 3). (83,90)

Jusqu'à 4 mois, le lait constitue le seul aliment du nourrisson. L'allaitement maternel est l'alimentation idéale durant les 6 premiers mois de la vie, puis, à partir de cet âge, les besoins en zinc, en acides gras essentiels et en fer ne sont plus couverts totalement par la lactation. (90)

De plus, une supplémentation en vitamine D est recommandée jusqu'à l'âge de 2 ans, chez la population omnivore et végétalienne. (91)

Les apports nutritionnels conseillés en vitamines, en minéraux et oligoéléments chez le nourrisson sont regroupés dans les tableaux suivants :

Vitamines	C (mg)	B1 (mg)	B2 (mg)	B3 – PP (mg)	B5 (mg)	B6 (mg)	B8 (µg)	B9 (µg)	B12 (µg)	A (µg)	E (mg)	D (µg)	K (µg)
Apports conseillés journalier	50	0,2	0,4	3	2	0,3	6	70	0,5	350	4	20 - 25	5 - 10

(91)

Tableau 14 : Apports nutritionnels conseillés en vitamines chez le nourrisson.

Minéraux et oligoéléments	Calcium (mg)	Fer (mg)	Zinc (mg)	Iode (µg)
0 – 6 mois	400	6 - 10	5	40
6 – 12 mois	500	6 - 10	5	50

(91)

Tableau 15 : Apports nutritionnels conseillés en minéraux et oligoéléments chez le nourrisson.

- Les laits infantiles végétaliens

Si l'allaitement est impossible ou non désiré, les laits infantiles, aussi appelés « artificiels » ou « maternisés », ont une composition adaptée, bien qu'ils restent une imitation imparfaite du lait maternel malgré les progrès technologiques.

Les préparations pour nourrissons à base de soja ou de riz sont les seules options pour les nourrissons végétaliens non allaités : les autres préparations (« lait » de soja, de riz, de noisette, etc.) ne doivent pas être utilisées comme substitut du lait maternel ou des préparations du commerce pour nourrissons.

Les préparations pour nourrissons et les préparations de suite à base de soja ou de riz sont des produits sans lactose, sans saccharose, sans gluten et sans protéines de lait de vache. Les laits trouvés en France ont une composition conforme aux directives de la Commission des Communautés Européennes concernant leurs teneurs en protéines, glucides, lipides, sels minéraux et vitamines.

Cependant, les « laits » issus du soja contiennent des quantités élevées de phyto-œstrogènes dont les effets potentiels sont encore mal connus chez l'enfant, bien que ces préparations soient utilisées depuis plus de 30 ans et qu'aucun trouble de la croissance, d'anomalies pubertaires ou de la fertilité à l'âge adulte n'ait été rapporté (mis à part une discrète hausse de la durée et de la douleur des règles). Des progrès technologiques sont en cours pour réduire, voire éliminer totalement les phyto-œstrogènes de ces laits. (92)

Globalement, le lait maternel contient moins de minéraux et d'oligoéléments que les laits infantiles et que le lait de vache (Annexe 29). Les teneurs inférieures en calcium, en fer et en zinc sont justifiées par une meilleure absorption de ces minéraux dans le lait de femme (jusqu'à 50 % pour le fer contre 5 à 10 % pour le lait de vache par exemple). De plus, les concentrations en vitamines A, E et C sont supérieures et celles des vitamines D et K inférieures aux laits infantiles : il est recommandé de compléter les enfants allaités au sein par 2 à 5 mg par semaine de vitamine K et 1.000 à 1.200 UI/jour en vitamine D.

De la naissance à environ 4 mois, les besoins en fer sont couverts quel que soit le mode d'allaitement. Ensuite, les réserves de fer dépendent directement de l'alimentation. Au-delà de 18 mois, la vitesse de croissance étant moins grande, le risque de carence martiale devient plus faible. La diversification de l'alimentation tient alors une place importante pour subvenir aux besoins en fer de l'érythropoïèse. (93)

Lait de premier âge (naissance – 4 / 6 mois) :

Ce lait peut être commencé dès la naissance et est poursuivi jusqu'à la diversification alimentaire. Dans le lait infantile, il y a la présence des vitamines D, E, et C alors que le lait

maternel ne contient que de la vitamine E et C, ce qui explique la supplémentation en vitamine D des enfants allaités. (83)

Lait de deuxième âge (4 / 6 mois – 1 an) :

Ce lait fait suite au lait de premier âge, il est conseillé à partir de 4 à 6 mois et jusqu'à 1 an. Il est plus riche en acides gras, en vitamines D, E et en fer que le lait de premier âge. Une carence en fer à cet âge-là peut perturber l'érythropoïèse, diminuer la résistance aux infections et altérer le développement psychomoteur. (90,93)

Lait de croissance (1 an – 3 ans) :

Il est conseillé de débiter le lait de croissance quand l'enfant a 1 an.

Il améliore quantitativement les apports lipidiques à un âge où les graisses doivent apporter 45 à 50% des calories. Ce lait est conseillé à tous les enfants jusqu'à l'âge de 3 ans, à hauteur de 600 ml par jour environ. Pour les enfants omnivores, il est préférable au lait de vache entier qui est moins riche en vitamine D, en acides gras essentiels et en fer. (93,94)

Les enfants végétaliens, s'ils ne sont pas allaités, doivent être nourris avec des préparations pour nourrissons à base de végétaux (Annexe 30). Au niveau de la composition, le lactose est remplacé par un autre sucre (le plus souvent de la maltodextrine ou du sirop de glucose), et les protéines du lait de vache par des protéines d'origine végétale comme des protéines de riz ou de soja. Ces préparations sont ensuite complétées en acides aminés. Le reste des ingrédients est semblables aux produits infantiles à base de lait de vache : minéraux, vitamines (dont la vitamine B₁₂) et acides gras essentiels afin de se rapprocher le plus possible du lait maternel. Ces préparations infantiles sont utilisées depuis de nombreuses années, notamment chez les nourrissons allergiques aux protéines de lait de vache.

Les nourrissons et enfants se portent aussi bien, qu'ils soient nourris avec des préparations à base de végétaux ou à base de lait de vache.

Comme de nombreux laits infantiles classiques, ces laits infantiles végétaux ne sont pas enrichis en EPA et DHA, il est donc recommandé de donner aux nourrissons une supplémentation en oméga 3, la conversion de l'ALA en EPA et DHA étant limitée pendant la petite enfance. (93–95)

Seules les marques Prémiriz[®] et Bébé Mandorle[®] sont totalement végétaliens (Annexe 30) : la vitamine D₃ est d'origine végétale (extraite de champignons et lichens), contrairement aux autres laits qui utilisent de la vitamine D₃ d'origine animale, extraite de la lanoline tirée de la laine de mouton. Modilac soja[®] et Gallia soja[®] ne se font plus.

Un arrêt de cette alimentation lactée, parfois remplacée par un « lait » végétal (qui est en fait un jus de soja, de châtaigne, de noisette, d'orge ou de riz) est totalement inadapté et entraîne un tableau de dénutrition, pouvant être sévère et mener au décès ou laisser des séquelles cérébrales graves (l'ANSES a recensé 13 cas entre 2008 et 2011). Une attention particulière doit être portée sur ces « laits » végétaux car ils sont totalement inadaptés aux besoins nutritionnels des jeunes enfants, notamment du fait d'apports énergétiques insuffisants et de protéines inadéquates. Les carences portent aussi sur les lipides, les glucides, le calcium, les vitamines A, B, D, etc. Les cas de bébés végétaliens dénutris que l'on rencontre dans la littérature médicale proviennent de familles ou de communautés ayant soumis leurs enfants à des régimes déséquilibrés, en achetant ou en essayant de fabriquer eux-mêmes des « laits » végétaux en remplacement du lait maternel. En réalité, ce n'est pas là le végétalisme qui est en cause, mais le manque d'information des parents. (85,88,96)

- La diversification alimentaire

Après 6 mois, l'alimentation lactée n'est plus suffisante pour combler les besoins, la diversification alimentaire devient une étape nécessaire. Cette diversification correspond à l'introduction progressive d'aliments pour tendre vers une alimentation diversifiée vers l'âge de 2 ans. Cette période expose le nourrisson à un risque de déséquilibre nutritionnel par carence ou excès.

Il convient d'introduire des aliments solides au même rythme que pour les enfants non végétaliens, en remplaçant la viande hachée par du tofu écrasé (ou mixé), des légumineuses mixées ou hachées si nécessaire, en introduisant du yaourt au soja ou à la noix de coco, etc.

Ainsi, les aliments d'origine végétale doivent être judicieusement couplés afin de contenir tous les acides aminés nécessaires : légumineuses (riches en lysine et pauvres en acides aminés soufrés) et céréales (riches en méthionine et thréonine et pauvres en lysine) doivent être associés. (2,91,93)

Au prix de précautions assez simples afin d'éviter un apport protéique inadapté et des carences en fer ou en vitamines, la croissance des enfants végétaliens n'est pas différente de celle des enfants omnivores. (91)

La diversification alimentaire peut commencer vers l'âge de 4 mois, quand la maturation des fonctions digestives est acquise. Elle contribue à la maturation du système digestif, notamment immunitaire, qui dépend en partie des aliments ingérés. Aux alentours de cet âge, la physiologie de la bouche du nourrisson lui permet de propulser les aliments vers l'arrière de

la cavité buccale pour les avaler. La mastication réflexe est plus tardive, vers 7 à 9 mois, quand la dentition se développe. Durant cette période, il est possible d'introduire du tofu, du fromage de soja en dé ainsi que des steaks végétaux coupés en petits morceaux. (2,90)

Réalisée plus tard, la diversification augmenterait le risque d'allergie. (83)

Afin de vérifier la tolérance et de privilégier l'apprentissage du goût, il est conseillé d'introduire chaque aliment séparément, en respectant un intervalle de 2 à 3 jours entre chacun, sans ordre d'introduction imposé. De plus, il est conseillé d'augmenter le volume des aliments introduits de façon progressive, en débutant toujours avec de petits volumes. (93)

Les premiers aliments introduits sont souvent les jus de fruits (en toutes petites quantités au début), vers 3 mois, qu'il est conseillé de varier petit à petit.

Par la suite, les fruits et légumes doivent être cuits et mixés afin de prédigérer les fibres et il est préférable de débiter avec des légumes « doux » peu fermentescibles (carottes, haricots verts, endives, betteraves, épinards). Il est souvent préférable d'attendre vers la fin de la première année avant d'introduire les légumes de la famille du chou. Les jus de légumes (céleris, carottes, etc.) et les purées de légumes variés peuvent être donnés vers 7 mois.

Les fruits sont plus faciles à introduire grâce à leur goût sucré. Les bananes et les pommes sont souvent les premières introduites. Les fruits acides tels que les agrumes, les baies et les tomates sont à éviter avant la fin de la première année.

De plus, les aliments caloriques riches en nutriments (purées de légumineuses, d'avocat, de tofu) sont recommandés. Les céréales et les légumineuses doivent être cuites lentement et longuement. De plus, il est conseillé d'attendre 9 mois pour l'introduction des légumineuses et du tofu.

Les huiles de colza, noix, soja, peuvent être rajoutées dans le lait infantile afin de couvrir les besoins lipidiques qui restent importants : 50 % de la ration énergétique. Avant deux ans, les apports en graisses ne doivent pas être limités en quantité.

La texture des aliments évolue au fil du temps : vers 7 - 8 mois, il y a un passage d'une texture mixée vers une texture moulinée, pour atteindre vers 1 an une texture plus hachée. L'enfant peut alors manger avec les doigts des petits bouts d'aliments.

Le plus important est de répartir les nutriments de sorte que la croissance soit régulière, tout

en s'assurant que le lait de 1^e et 2^e âge, puis de croissance, reste l'aliment de base à hauteur de 500 ml par jour. En effet, cet apport reste nécessaire pour fournir les quantités adéquates de fer, de calcium et d'acides gras qui ne peuvent être obtenus autrement.

Le « lait » de soja enrichi peut être consommé dès un an chez les enfants végétaliens ayant une croissance normale et une alimentation variée.

Les enfants végétaliens trouvent le calcium nécessaire dans le lait maternel, les laits de 1^e et de 2^e âge, puis de croissance et plus tard dans les « laits » végétaux enrichis en calcium, dans les légumes à feuilles (surtout les choux) et les oléagineux (sésame, amandes, etc.). Ceux-ci doivent être pilés ou mixés en purée, puis étalés sur du pain ou bien dilués dans des préparations, ils ne doivent pas être donnés à la cuillère, afin d'éviter tout étouffement.

Concernant les protéines, comme vu précédemment, les apports peuvent être comblés par une consommation régulière de légumineuses, de céréales et d'oléagineux.

Le fer apporté par les végétaux peut être suffisant. Les bonnes sources de fer pour les enfants végétaliens sont les céréales enrichies (poudres pour bébés, céréales pour le petit-déjeuner), le lait maternel ou maternisé, les oléagineux, les légumes à feuilles et le « lait » de soja (très riche en fer : 1,2 mg par verre alors que le lait de vache en contient 0,04 mg par verre).

Il est intéressant de consommer des aliments riches en vitamine C pendant les repas afin d'améliorer l'assimilation du fer non héminique des végétaux. (2,83,90,93)

L'étape de diversification peut cependant rencontrer certains problèmes, les principaux sont regroupés dans le tableau suivant :

Trop précoce	- Risque de carences en calcium, acides gras essentiels et fer
Remplacement du lait	- Les « laits » végétaux (soja, amande, noisette, etc.) ne sont pas adaptés - Risques de carences - Conserver au minimum 3 biberons de lait de suite par jour jusqu'à 10 - 12 mois
Apports calciques insuffisants	- Les besoins sont de 400 mg/jour jusqu'à 3 ans
Surconsommation de sucre	- Exposition à des carences par déséquilibre nutritionnel
Insuffisance d'apports en fer	- Le lait infantile est la principale source de fer
Forcing alimentaire	- À éviter - Le refus alimentaire ne doit être combattu ni par la force ni par les récompenses mais par la persuasion douce et l'exemple

(83,90)

Tableau 16 : Quelques erreurs alimentaires lors de la diversification.

- Après la diversification alimentaire

À partir de la deuxième année, tous les aliments peuvent être proposés, en plus des 500 ml quotidiens de lait de croissance. L'alimentation peut être très variée en respectant une fréquence de trois à quatre repas par jour (dont un vrai petit déjeuner).

- Supplémentations

La complémentation de l'alimentation des enfants végétaliens est essentielle pour couvrir leurs besoins en vitamine B₁₂, D, en iode et éventuellement en DHA. À cela s'ajoute les suppléments recommandés pour tous les enfants, végétaliens ou non (Annexe 31).

Vitamine B12

À l'inverse des adultes qui peuvent tolérer cette carence pendant plusieurs années, les nourrissons, à cause de leurs réserves hépatiques limitées, peuvent développer une carence en vitamine B₁₂ quelques mois après la naissance et avoir une perturbation dans leur développement. Le constat a été fait d'une altération du fonctionnement des processus neurologiques lors de la période néonatale (retard de développement, absence de myélinisation) ainsi que d'anémie fœtale et néonatale. Les enfants entre 1 et 3 ans ont besoin

de 0,8 à 1 µg de vitamine B₁₂ par jour. Ne pouvant pas en trouver dans l'alimentation, ils doivent prendre un supplément. (9)

Les nourrissons nourris au lait maternel et dont la mère n'est pas supplémentée en B₁₂ doivent aussi recevoir un complément. (2)

Vitamine D

L'administration de vitamine D, de la naissance à 18 mois, peut être quotidienne ou trimestrielle, autant pour les bébés végétaliens qu'omnivores. Le lait maternel en est dépourvu, alors que les laits infantiles sont enrichis d'environ 500 UI/L : la dose de supplémentation est donc fonction du type d'allaitement. Par exemple, un lait de soja 2^e âge classique contient environ 1,1µg de vitamine D pour 100 ml, compte tenu d'un apport d'environ 600 ml par jour, ce qui conduit à 6,6 µg/jour de vitamine D (Annexe 28 et Tableau 13).

De ce fait, la Société Française de Pédiatrie propose une supplémentation de :

- 1.000 à 1.200 UI par jour si l'allaitement est maternel,
- 400 à 800 UI par jour pour un bébé nourri avec du lait infantile ou lors de l'alimentation diversifiée avec consommation de plus de 500 ml par jour de lait de suite,
- 1.000 à 1.200 UI par jour pour une consommation inférieure à 500 ml de lait de suite par jour. (83)

De 18 mois à 5 ans, une prise trimestrielle de sécurité de 100.000 UI est recommandée pendant les mois d'hiver. (93)

Iode

En raison du contenu très faible en iode de la thyroïde chez nourrisson, celui-ci est plus sensible à la carence iodée. La survenue d'un déficit grave en iode lors de la vie fœtale et/ou des trois premières années de la vie peut provoquer des anomalies sévères du développement cérébral. L'apport conseillé est de 80 µg par jour pour les enfants de 1 à 3 ans. (91)

Fluor

Le fluor prévient la survenue de caries dentaires dont l'apport dépend de la nature des eaux de boissons. Une supplémentation est recommandée par voie orale lorsque la teneur en fluor de l'eau de boisson, minérale ou de distribution, est inférieure à 0,6 mg/L. La plupart des eaux minérales utilisées pour la préparation des biberons contiennent moins de 0,5 mg/L. S'il existe un risque de carie élevé, il est nécessaire de supplémenter l'enfant de 0,05 mg/kg/jour

(maximum total fixé à 1 mg). Selon les cas, le brossage des dents par un dentifrice fluoré peut être complété par l'apport de quelques gouttes d'une solution fluorée. (91)

Zinc

L'enfant allaité pendant les premiers mois de sa vie ne présente pas de risque de carences, il en est de même pour l'enfant nourri avec une préparation adaptée. Lors de la diversification alimentaire, les apports en zinc doivent être évalués et des suppléments ou des aliments enrichis doivent être consommés si l'alimentation en est pauvre. (2)

Acides gras polyinsaturés

Dès l'âge de 4 à 5 mois, il est considéré que le nourrisson a des capacités de synthèse suffisantes. Il suffit d'apporter, par son alimentation, les acides linoléique et alpha-linolénique au même niveau que chez l'adulte, grâce notamment aux huiles de noix, de colza et de lin. L'ANSES recommande la consommation de DHA. L'apport recommandé peut être atteint par l'allaitement maternel et par les laits maternisés enrichis en DHA.

Vitamine K

Les nouveau-nés et les nourrissons sont exposés à des risques hémorragiques liés au déficit en vitamine K : les réserves hépatiques sont faibles et la production endogène est limitée. Le lait maternel contenant peu de vitamine K, il est recommandé de supplémenter les enfants allaités par 2 à 5 mg de vitamine K par semaine, jusqu'à l'établissement d'un régime varié, que les enfants soient végétaliens ou non. Cette supplémentation n'est pas nécessaire chez les enfants se nourrissant de préparations lactées. Au-delà d'un an, les besoins (estimés à 1 µg/kg) sont couverts par une alimentation équilibrée riche en légumes verts. (92,93)

En résumé, les jeunes enfants ont leurs besoins couverts par une alimentation végétalienne équilibrée, donc supplémentée en vitamine D, en iode et en vitamine B₁₂. Les parents végétaliens offrent la plupart du temps une alimentation de meilleure qualité étant donné qu'ils bénéficient souvent d'une alimentation plus riche en fruits et en légumes, avec moins de « junk food ». (2,91)

VI.4. Les enfants et les adolescents

Une alimentation végétalienne équilibrée peut couvrir sans difficulté les besoins des enfants et des adolescents.

Des plats variés et diversifiés, privilégiant les aliments à densité nutritionnelle élevée, adaptés énergétiquement à l'activité corporelle et à l'âge, un apport liquidien suffisant et une répartition équilibrée des repas, sont des points fondamentaux. Il est important d'adapter les recommandations aux données individuelles.

Les enfants et adolescents végétaliens ont un moindre risque de surpoids et d'obésité par rapports aux enfants et adolescents omnivores. Un autre bienfait de l'alimentation végétalienne est une plus grande consommation de fruits et légumes, moins de bonbons et d'en-cas salés, ainsi que des apports plus faibles en graisses. Avoir une alimentation végétalienne très tôt peut favoriser l'installation d'habitudes saines pour le reste de la vie. Concernant les adolescents végétaliens, il a été constaté qu'ils consomment davantage de fibres, de vitamines B₉, A, C, et de fer que les adolescents omnivores. L'alimentation végétalienne ne semble pas augmenter le risque de troubles alimentaires, se déclenchant le plus fréquemment durant cette période de la vie. (2,12,74,97)

L'alimentation des enfants et adolescents végétaliens doit être riche en légumes, légumineuses, légumes-racines et en grains complets, ainsi que des produits enrichis, afin de fournir suffisamment d'énergie et d'être équilibrée. (2,12,74,97)

Les anciennes études conduites sur des enfants soumis à des versions plus extrêmes de régimes végétaliens ne devraient plus servir de base aux conclusions sur la pertinence des régimes végétaliens aujourd'hui. En effet, la plupart de ces études portaient sur des familles soumises à des régimes très restrictifs et sans suppléments, qui ne sont pas typiques des familles végétaliennes traditionnelles. En outre, une variété beaucoup plus large d'aliments végétaliens riches en nutriments et enrichis est disponible aujourd'hui. (97)

	1 – 3 ans	4 – 6 ans	7 – 10 ans	10 – 12 ans	13 – 18 ans	Adulte
Énergie (kcal/j)	1.100 - 1.300	1.400 – 1.600	1.800 – 2.000	♂ : 2.000 – 2.800 ♀ : 1.640 – 2.1600	♂ : 2.400 – 3.800 ♀ : 1.650 – 2.600	♂ : 2.000 – 3.000 ♀ : 1.600 – 2.400
Calcium (mg/j)	500	700	800	1.200	1.200	900
Fer (mg/j)	7	7	8	10	♂ : 13 ♀ : 16	♂ : 9 ♀ : 16
Zinc (mg/j)	6	7	9	12	♂ : 13 ♀ : 10	12 - 15

(43,90,91)

Tableau 17 : Apports souhaitables en énergie et en certains nutriments chez l'enfant, l'adolescent et l'adulte.

Comme pour toute alimentation végétalienne équilibrée, la vitamine B₁₂ doit être amenée en quantité suffisante par des aliments enrichis et/ou des compléments afin d'assurer un apport adéquat.

La vitamine D et l'iode, sont rarement trouvés en quantité suffisante dans les aliments enrichis, il est conseillé de supplémenter les enfants et les adolescents.

En résumé, les nutriments auxquels une attention particulière doit être portée, car à risque de carences sont : le fer, la vitamine B₁₂, le zinc, le calcium, l'iode et la vitamine D. Il convient de vérifier les statuts en fer et en zinc pour instaurer la prise de compléments si nécessaire.

(2,74)

- Énergie

Une grande quantité et un volume important de fibres peuvent être retrouvés dans l'alimentation des enfants et adolescents végétaliens. Les fibres amenant rapidement la satiété, les enfants risquent de combler plus rapidement la sensation de faim et ainsi ne pas combler

leurs besoins énergétiques. Pour éviter cela, il est conseillé d'étaler les repas et de faire des en-cas sur la journée entière afin de permettre aux enfants de manger plus. De plus, des aliments riches en calories doivent être donnés (bananes, houmous, purées d'oléagineux (beurre de cacahuète, tahin, etc.), huiles végétales, pâtes à tartiner véganes) ainsi que des aliments contenant de l'amidon (céréales, pain, pâtes, riz, farine de blé, etc.). (74)

- Les lipides

Les enfants et les adolescents doivent avoir un apport d'acide linoléique et d'acide alpha-linolénique, au même niveau que chez les adultes, afin de combler leurs besoins en AGPI (Tableau 3).

Les aliments riches en matière grasse tels que les noix, les graines, les avocats, les produits à base de soja et les huiles végétales jouent un rôle important pour aider les enfants végétaliens à satisfaire leurs besoins. Une attention doit être portée sur les apports en acide linoléique, qui peuvent être faibles. Il est ainsi nécessaire de leur faire consommer des graines de lin moulues, de l'huile de lin et de colza, des noix, des produits à base de soja, etc.

- Les protéines

Concernant les protéines, les besoins sont généralement satisfaits, voire excèdent les recommandations. Il est à noter que les enfants et les adolescents mangent davantage que les adultes, ils consomment aussi plus de protéines. Leurs besoins peuvent être légèrement supérieurs à ceux des enfants omnivores, du fait de différences dans la digestibilité des protéines ainsi que de la composition en acides aminés. Ainsi, il est recommandé d'augmenter la ration de 30 à 35 % pour les enfants de 1 à 2 ans, de 20 à 30 % pour les enfants de 2 à 6 ans et de 15 à 20 % pour les enfants de plus de 6 ans. (2,74,88,97)

		1 – 3 ans	4 – 6 ans	7 – 10 ans	11 – 12 ans	13 – 18 ans
Protéines (g/j)	Enfant omnivore	16	25	38	60	70
	Enfant végétalien	19,2 – 20,8	30 – 32,5	43,7 – 45,6	69 - 72	80,5 - 84

(91,97)

Tableau 18 : Apports recommandés en protéines pour l'enfant omnivore et l'enfant végétalien (en g/jour).

Ces besoins en protéines sont couverts quand l'alimentation apporte assez de calories et qu'elle est riche en aliments végétaux variés. De bonnes sources de protéines pour les enfants

et adolescents sont les légumineuses, les oléagineux et leurs purées, le tofu, les produits à base de soja (tofu, tempeh, protéines de soja texturées), et les céréales. Le « lait » de soja enrichi en calcium est aussi une bonne source de protéines et de fer. Il n'est pas nécessaire d'associer légumineuses et céréales à un même repas, un apport sur la journée est suffisant. (2,74,88,97)

- Le zinc

Les sources végétales de zinc comprennent les légumineuses, les pâtes complètes, le germe de blé, les noix, le tofu, etc. Il suffit d'avoir une alimentation variée et de donner régulièrement de ces aliments pour combler les besoins en zinc chez les enfants et les adolescents. (97)

- Le calcium

Une alimentation uniquement végétale peut couvrir les besoins en calcium des enfants et adolescents. Cet apport est nécessaire pour permettre une minéralisation optimale du squelette, d'autant plus importante que la croissance est rapide. Ainsi, il est conseillé de consommer au minimum 4 portions d'aliments riches en calcium, pour la population végétalienne entre 10 et 19 ans.

Un aliment très intéressant est le « lait » de soja enrichi en calcium puisqu'il contient autant de protéines et de calcium que le lait de vache tout en étant beaucoup plus riche en fer (Annexe 32). Les autres « laits » végétaux (noisette, riz, coco, amande, etc.) enrichis en calcium sont des options à considérer pour un apport en calcium.

Les légumineuses et les légumes verts à feuilles sont de bonnes sources de calcium.

Bien que les oxalates, les phytates et les fibres des végétaux diminuent le calcium disponible, les recherches ont montré que l'absorption du calcium de nombreux aliments végétaux est excellente. L'absorption du calcium provenant de légumes à faible teneur en oxalate, tels que le brocoli, le chou frisé et le chou vert, varie de 52% à près de 59%, contre 32% pour le lait. (91,97)

VI.4.1. Les enfants de 3 ans à 10 ans

Les besoins en fer sont couverts pour les enfants de 5 mois à 3 ans par la consommation quotidienne d'au moins 500 ml d'une préparation lactée enrichie en fer (lait de 2^e âge et lait de croissance) associée à une alimentation végétalienne diversifiée.

Les habitudes alimentaires proches de celles de adultes sont peu à peu acquises.

Favoriser les repas fréquents et les goûters ainsi que l'usage de certains aliments raffinés (céréales enrichies pour le petit déjeuner, pâtes, pain) et aliments riches en graisses insaturées

permet d'aider les enfants végétaliens à couvrir leurs besoins en énergie et en nutriments si nécessaire. (74,83,91)

VI.4.2. Les adolescents

L'adolescence est une période marquée par de profondes modifications corporelles et psychologiques, et les besoins énergétiques et nutritionnels augmentent fortement.

Les ANC fixent l'apport énergétique à 2450 kcal à 13 ans puis 2850 kcal à 16 ans pour un garçon ayant une activité légère. Il y a une augmentation des apports en macronutriments et micronutriments surtout quand l'activité physique est soutenue et ces besoins sont habituellement couverts spontanément. (83,90)

L'alimentation végétalienne des adolescents ne se distingue pas fondamentalement de ce qui est conseillé pour les adultes. L'idéal est de respecter une bonne répartition des apports, en combattant le grignotage et en structurant les repas. Les apports en sucre ne doivent pas être excessifs et les apports protéiques doivent être suffisants.

L'adolescence est une période de croissance très rapide : environ 15 % de la taille adulte, 50 % du poids définitif et 40 % de la masse osseuse sont acquis. L'absorption intestinale de calcium est maximale durant cette période, alors que l'élimination dépend de l'âge (en moyenne de 130 mg/24h, maximum atteint vers 15 - 16 ans) et ne dépend pas de l'apport alimentaire. Si les apports sont trop élevés, il y a une diminution du coefficient d'absorption. Les apports conseillés pendant l'adolescence sont de 1200 mg/jour. (91)

Vitamines	Age (en années)							
	1 – 3	4 – 6	7 – 9	10 – 12	13 – 15		16 – 19	
					♂	♀	♂	♀
C (mg)	60	75	90	100	110	110	110	110
B1 (mg)	0,4	0,6	0,8	1	1,3	1,1	1,3	1,1
B2 (mg)	0,8	1	1,3	1,4	1,6	1,4	1,6	1,5
B3 (mg)	6	8	9	10	13	11	14	11
B5 (mg)	2,5	3	3,5	4	4,5	4,5	5	5
B6 (mg)	0,6	0,8	1	1,3	1,6	1,5	1,8	1,5
B8 (µg)	12	20	25	35	45	45	50	50
B9 (µg)	100	150	200	250	300	300	330	300
B12 (µg)	0,8	1,1	1,4	1,9	2,3	2,3	2,4	2,4
A (µg)	400	450	500	550	700	600	800	600
E (mg)	6	7,5	9	11	12	12	12	12
D (µg)	10	5	5	5	5	5	5	5
K (µg)	15	20	30	40	45	45	65	65

(91)

Tableau 19 : Apports nutritionnels conseillés en vitamines chez l'enfant et l'adolescent.

Le régime végétalien peut répondre aux besoins nutritionnels des enfants et des adolescents, s'ils sont correctement planifiés par un adulte averti. Tous les enfants végétaliens doivent consommer quotidiennement des aliments enrichis en vitamine B₁₂ ou prendre un supplément. Un supplément de vitamine D est nécessaire si l'exposition au soleil est insuffisante (comme pour les adultes). De plus, les parents doivent veiller à inclure suffisamment de calcium, de zinc, de fer et de protéines dans l'alimentation. (2,97)

VI.5. Les personnes âgées

Seule une petite partie est consacrée aux personnes âgées dans cette thèse. Le peu d'études réalisées sur les patients âgés végétaliens ainsi que la faible proportion de cette population font que peu de données sont disponibles. Comme pour la population adulte végétalienne, leurs taux de cholestérol est plus bas, ils souffrent moins de diabète de type 2 et d'obésité, et les risques de cancers colorectaux sont significativement plus faibles. (2,12)

Les protéines

Dès l'âge de 50 ans, les besoins caloriques diminuent légèrement mais ceux en protéines restent identiques : les personnes âgées végétaliennes doivent donc consommer davantage d'aliments riches en protéines (légumineuses, quinoa, « lait » de soja enrichi en calcium de préférence, etc.). (98)

La vitamine B₁₂

Les compléments de vitamine B₁₂ sont aussi fortement recommandés pour les personnes âgées végétaliennes, et restent le moyen le plus efficace (et le plus sûr) d'en apporter en quantité suffisante. L'absorption de la vitamine B₁₂ issue de compléments reste bien assimilée, contrairement à l'assimilation de la vitamine B₁₂ issue de produits animaux qui diminue avec l'âge, l'estomac produisant moins d'acide, réduisant son assimilation. Les posologies sont les mêmes que pour l'adulte végétalien. (71,73)

Le calcium

Les recommandations actuelles pour les personnes âgées sont de 1.200 mg de calcium par jour, cet apport étant nécessaire pour ralentir la perte de masse osseuse liée à l'âge. Pour y arriver, il peut être nécessaire de prendre un supplément en calcium. (64)

La vitamine D

La vitamine D est très importante chez les personnes âgées du fait de son rôle essentiel dans l'assimilation du calcium. Avec l'âge, la photosynthèse cutanée de vitamine D est de moins en moins efficace et l'exposition au soleil ne suffit pas à assurer l'apport nécessaire.

Les besoins d'apport sont de 1.000 à 1.500 UI après 50 et de plus de 1.500 UI après 75 ans. La supplémentation est donc nécessaire. (70)

Les lipides

L'organisme fabrique moins de DHA avec l'âge. Les personnes âgées végétaliennes ont un besoin de 200 mg de DHA par jour (via des capsules d'huiles d'algues par exemple). (12)

Comme pour la population âgée omnivore, l'activité physique (en maintenant la force musculaire, l'équilibre, la posture, et la coordination), a une place importante pour la réduction de risque et le traitement de l'ostéoporose. De plus, elle stimule le fonctionnement cérébral, améliore la qualité de vie, et procure une sensation de bien-être. Il est intéressant de conseiller la pratique d'un sport quotidien, adapté aux capacités des patients. Une moyenne de 30 minutes de marche, 5 jours sur 7, est un excellent exercice.

VII. LIVRET D'ACCOMPAGNEMENT DESTINÉ À L'ÉQUIPE OFFICINALE ET AUX PATIENTS VÉGÉTALIENS

Le livret suivant a été rédigé avec l'objectif d'être une aide :

- pour l'équipe officinale, au niveau du conseil et de la dispensation des suppléments médicamenteux ou des compléments alimentaires pour les patients végétaliens.
- pour les patients végétaliens, afin de les aider dans leur quotidien pour s'assurer une alimentation complète, diversifiée, adaptée à l'âge et aux besoins, ainsi qu'une supplémentation adéquate.

Les fiches « Les sources de nutriments pour les végétaliens » sont les mêmes quel que soit l'âge et le profil du patient végétalien, elles répertorient tous les aliments riches en un nutriment donné et sert de base dans l'alimentation quotidienne. Elles peuvent être imprimées séparément et s'accompagner d'une fiche spécifique du profil du patient (femme enceinte, nourrisson, enfant, etc.).

Les fiches « Les suppléments médicamenteux et les compléments alimentaires » et « Les apports nutritionnels conseillés » sont destinées à l'équipe officinale en tant que support et aide à la dispensation. Elles n'ont pas pour objectif d'être données aux patients, les informations étant plus complexes et moins abordables.

The cover features a light-colored wooden background with fresh vegetables: green leafy herbs at the top, two orange carrots on the right, and a yellow bell pepper and a sprig of rosemary at the bottom. The title is centered in a dark blue-bordered box.

*LA PRISE EN
CHARGE DES
PATIENTS
VÉGÉTALIENS À
L'OFFICINE*

Livret d'accompagnement à
destination de l'équipe officinale
et des patients

COL MéliSSa - 2018



SOMMAIRE

Introduction	2
Apports nutritionnels conseillés	3
Sources des différents nutriments pour le patient végétalien	8
Les populations spécifiques végétaliennes	
La femme enceinte	11
La femme allaitante	12
Le nourrisson	13
L'enfant et l'adolescent	15
L'adulte	16
Les suppléments médicamenteux et les compléments alimentaires	17
Bibliographie	19

INTRODUCTION

Définitions :

Le végétalisme :

L'alimentation végétalienne exclut tous les produits issus d'animaux et de l'exploitation animale.

Il s'agit d'une alimentation qui bannit la viande, le poisson, les œufs, les produits laitiers, et le miel.

→ Le végétalisme repose donc sur une alimentation composée uniquement d'aliments cultivés : légumes, fruits, oléagineux, légumineuses et graines.

Le véganisme :

Il s'agit d'une extension du végétalisme au niveau du style de vie. Le véganisme est un mode de vie alliant une alimentation végétalienne et le refus de consommer tout produit (vêtements, chaussures, cosmétiques, etc.) issu des animaux ou de leur exploitation.

Risques :

Cette alimentation, en excluant tous les produits issus d'animaux et de l'exploitation animale, peut devenir problématique en cas de non connaissance des besoins nutritionnels.

→ l'iode, le calcium, la vitamine B12, le zinc, les acides gras oméga 3, les protéines, le fer et la vitamine D sont les nutriments critiques de l'alimentation végétalienne

Une alimentation végétalienne, bien conçue et comportant une supplémentation adéquate, est bénéfique pour la santé, adaptée sur le plan nutritionnel, à tous les âges de la vie. De plus, elle peut jouer un rôle dans la prévention et le traitement de certaines maladies.

Apports nutritionnels conseillés pour l'adulte végétalien

NUTRIMENT	AJR	
	Homme	Femme
Énergie (kcal)	2.000 – 3000	1.600 – 2.400
Protéines (g/kg/j)	0,8	0,8
MINÉRAUX ET OLIGOÉLÉMENTS		
Calcium (mg)	900	900
Phosphore (mg)	750	750
Magnésium (mg)	420	360
Fer (mg)	9	20 – 30
Zinc (mg)	18,7	13,1
Cuivre (mg)	2	1,5
Iode (µg)	150	150
Fluor (mg)	2,5	2
Sélénium (µg)	60	50
Chrome (µg)	65	55
VITAMINES		
A – rétinol (µg)	800	600
D – calciférol (µg)	5 - 10	5 - 10
E – tocophérol (mg)	12	12
C – acide ascorbique (mg)	110	110
B ₁ – thiamine (mg)	1,3	1,1
B ₂ – riboflavine (mg)	1,6	1,5
B ₃ ou PP – niacine (mg)	14	11
B ₅ – acide pantothénique (mg)	5	5
B ₆ – pyridoxine (mg)	1,8	1,5
B ₇ – biotine (µg)	50	50
B ₉ – acide folique (µg)	330	300
B ₁₂ – cobalamine (µg)	2,5	2,5

Sources : Principes de nutrition pour le pharmacien – M.P Vasson; ANSES

Apports nutritionnels conseillés pour la femme enceinte végétalienne

NUTRIMENT	AJR
Énergie (kcal)	2700
Protéines (g/kg/j)	0,9
MINÉRAUX ET OLIGOÉLÉMENTS	
Calcium (mg)	1.000
Phosphore (mg)	800
Magnésium (mg)	400
Fer (mg)	30
Zinc (mg)	15
Cuivre (mg)	2
Iode (µg)	200
Fluor (mg)	2
Sélénium (µg)	60
Chrome (µg)	60
VITAMINES	
A – rétinol (µg)	700
D – calciférol (µg)	10
E – tocophérol (mg)	12
C – acide ascorbique (mg)	120
B ₁ – thiamine (mg)	1,8
B ₂ – riboflavine (mg)	1,6
B ₃ ou PP – niacine (mg)	16
B ₅ – acide pantothénique (mg)	5
B ₆ – pyridoxine (mg)	2
B ₉ – biotine (µg)	50
B ₉ – acide folique (µg)	400
B ₁₂ – cobalamine (µg)	2,6

Gain pondéral durant la grossesse selon l'IMC prégestationnel (IMC en kg/m²)

INDICE DE MASSE CORPORELLE (IMC) PRÉGESTATIONNEL	GAIN PONDÉRAL RECOMMANDÉ EN FRANCE (EN KG)
< 18,5	12,5 – 18
18,5 – 25	11,5 – 16
25 – 30	7 – 11,5
> 30	6 – 7

Sources : *Principes de nutrition pour le pharmacien* – M.P Vasson; ANSES

4

Apports nutritionnels conseillés pour la femme enceinte végétalienne

NUTRIMENT	AJR
Énergie (kcal)	2700
Protéines (g/kg/j)	0,9
MINÉRAUX ET OLIGOÉLÉMENTS	
Calcium (mg)	1.000
Phosphore (mg)	800
Magnésium (mg)	400
Fer (mg)	30
Zinc (mg)	15
Cuivre (mg)	2
Iode (µg)	200
Fluor (mg)	2
Sélénium (µg)	60
Chrome (µg)	60
VITAMINES	
A – rétinol (µg)	700
D – calciférol (µg)	10
E – tocophérol (mg)	12
C – acide ascorbique (mg)	120
B ₁ – thiamine (mg)	1,8
B ₂ – riboflavine (mg)	1,6
B ₃ ou PP – niacine (mg)	16
B ₅ – acide pantothénique (mg)	5
B ₆ – pyridoxine (mg)	2
B ₉ – biotine (µg)	50
B ₉ – acide folique (µg)	400
B ₁₂ – cobalamine (µg)	2,6

Gain pondéral durant la grossesse selon l'IMC prégestationnel (IMC en kg/m²)

INDICE DE MASSE CORPORELLE (IMC) PRÉGESTATIONNEL	GAIN PONDÉRAL RECOMMANDÉ EN FRANCE (EN KG)
< 18,5	12,5 – 18
18,5 – 25	11,5 – 16
25 – 30	7 – 11,5
> 30	6 – 7

Sources : Principes de nutrition pour le pharmacien – M.P Vasson; ANSES

Apports nutritionnels conseillés pour la femme végétalienne qui allaite

NUTRIMENT	FEMME ALLAITANTE
	AJR
Énergie (kcal)	2.700
Protéines (g)	1,4
MINÉRAUX ET OLIGOÉLÉMENTS	
Calcium (mg)	1.000
Phosphore (mg)	800
Magnésium (mg)	390
Fer (mg)	20 - 30
Zinc (mg)	19
Cuivre (mg)	2
Iode (µg)	200
Fluor (mg)	2
Sélénium (µg)	60
Chrome (µg)	55
VITAMINES	
A – rétinol (µg)	950
D – calciférol (µg)	10
E – tocophérol (mg)	1
C – acide ascorbique (mg)	130
B ₁ – thiamine (mg)	1,8
B ₂ – riboflavine (mg)	1,8
B ₃ ou PP – niacine (mg)	15
B ₅ – acide pantothénique (mg)	7
B ₆ – pyridoxine (mg)	2
B ₉ – biotine (µg)	50
B ₉ – acide folique (µg)	300
B ₁₂ – cobalamine (µg)	2,8

Sources : *Principes de nutrition pour le pharmacien* – M.P Vasson; ANSES

Apports nutritionnels conseillés en vitamines, minéraux et oligoéléments pour le nourrisson végétalien

Vitamines	C (mg)	B ₁ (mg)	B ₂ (mg)	B ₃ (mg)	B ₅ (mg)	B ₆ (mg)	B ₈ (µg)	B ₉ (µg)	B ₁₂ (µg)	A (µg)	E (mg)	D (µg)	K (µg)
AJR	50	0,2	0,4	3	2	0,3	6	70	0,5	350	4	20 - 25	5 - 10

Minéraux et oligoéléments	Calcium (mg)	Fer (mg)	Zinc (mg)	Iode (µg)
0 - 6 mois	400	6 - 10	5	40
6 - 12 mois	500	6 - 10	5	50

Composition moyenne des différents laits et préparations infantiles

	Constituant / 100 ml			
	Lait maternel	Lait de 1 ^e âge (0-6 mois)	Lait de 2 ^e âge ou de suite (6 - 12 mois)	Lait de croissance (1 - 3 ans)
Énergie (kcal)	60 - 70	60 - 75	60 - 85	60
Protéines (g)	0,8 - 1,2	1,4 - 1,9	1,6 - 3,2	1,9
Lipides (g)	3 - 4	2,6 - 3,8	2,4 - 4,7	2,6
Glucides (g)	7 - 8	6,7 - 9,5	5,4 - 11	7,4
Calcium (mg)	30	40 - 90	70 - 125	75
Fer (mg)	0,04	0,5 - 1,6	0,7 - 1,4	1
Vitamine D (UI)	20 - 30	35 - 90	45 - 130	50 - 100

- Le lait constitue le seul aliment jusqu'à l'âge de 4 mois.
- Au delà de 6 mois, les besoins en fer, zinc, et en acides gras essentiels ne sont plus totalement couverts par la lactation, il faut passer à la diversification alimentaire.
- Il est fortement recommandé de supplémenter les nourrissons allaités en vitamine D car le lait maternel en contient très peu.

Apports nutritionnels conseillés pour l'enfant et l'adolescent végétalien

Années	1 – 3	4 – 6	7 – 10	10 – 12	13 – 18
Énergie (kcal/j)	1.100	1.400	1.800	♂ : 2.000 – 2.800	♂ : 2.400 – 3.800
	-	-	-	♀ : 1.640 – 2.160	♀ : 1.650 – 2.600
	1.300	1.600	2.000		
Protéines (g/kg/j)	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8
Calcium (mg/j)	500	700	800	1.200	1.200
Fer (mg/j)	7	7	8	10	♂ : 13 ♀ : 16
Zinc (mg/j)	6	7	9	12	♂ : 13 ♀ : 10
Iode (µg/j)	80	90	120	150	150

Vitamines	Age (en années)							
	1 – 3	4 – 6	7 – 9	10 – 12	13 – 15		16 – 19	
					♂	♀	♂	♀
C (mg)	60	75	90	100	110	110	110	110
B1 (mg)	0,4	0,6	0,8	1	1,3	1,1	1,3	1,1
B2 (mg)	0,8	1	1,3	1,4	1,6	1,4	1,6	1,5
B3 – PP (mg)	6	8	9	10	13	11	14	11
B5 (mg)	2,5	3	3,5	4	4,5	4,5	5	5
B6 (mg)	0,6	0,8	1	1,3	1,6	1,5	1,8	1,5
B8 (µg)	12	20	25	35	45	45	50	50
B9 (µg)	100	150	200	250	300	300	330	300
B12 (µg)	0,8	1,1	1,4	1,9	2,3	2,3	2,4	2,4
A (µg)	400	450	500	550	700	600	800	600
E (mg)	6	7,5	9	11	12	12	12	12
D (µg)	10	5	5	5	5	5	5	5
K (µg)	15	20	30	40	45	45	65	65

Sources : Principes de nutrition pour le pharmacien – M.P. Vasson; ANSES; Diététique en pratique médicale courante – J.L. Schlienger

Sources des différents nutriments pour les patients végétaliens

Les macronutriments

GLUCIDES ET FIBRES

→ **Energie, système digestif**

- ✓ Féculents : Pommes de terre, châtaignes, patates douces
- ✓ Légumineuses : lentilles, haricots rouges et blancs, petit pois, pois chiches, etc.
- ✓ Tous les fruits (frais et secs) et légumes
- ✓ Produits céréaliers : pâtes, riz, semoule, quinoa, pain, etc.

Les vitamines

VITAMINE A

→ **Vision, peau, etc.**

- ✓ Légumes et fruits de couleur rouge-orangée : poivrons, carottes, melons, abricots, mangues, courges, tomates, etc.
- ✓ Légumes à feuilles vertes : brocolis, persils, salades, épinards, etc.

VITAMINES DU GROUPE B (sauf la B12)

→ **Système nerveux, énergie, etc.**

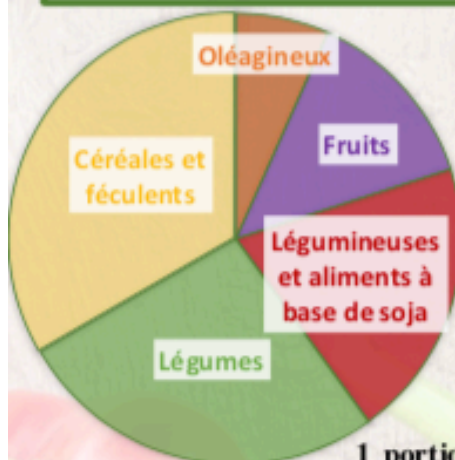
- ✓ Céréales complètes : pain complet, quinoa
- ✓ Légumes : salades, courgettes, carottes, épinards, avocats, choux, betteraves, haricots verts, etc.
- ✓ Légumineuses : lentilles, petit pois, haricots rouges et blancs, pois chiches, etc.
- ✓ Germe de blé et levure de bière

VITAMINE C

→ **Système immunitaire, énergie, assimilation du fer et du zinc**

- ✓ Fruits : oranges, kiwis, cassis, fraises, mandarines, citrons, tomates, myrtilles
- ✓ Légumes : brocolis, choux, salades, poivrons
- ✓ Aromates : persil, cerfeuil, estragon, basilic

La proportion des aliments dans l'alimentation végétalienne



Nombre de portions qu'il est recommandé de manger par jour

- ✓ Céréales et féculents → 5 portions ou +
- ✓ Légumes → 4 portions ou +
- ✓ Légumineuses et aliments à base de soja → 3 portions ou +
- ✓ Fruits → 2 portions ou +
- ✓ Oléagineux → 1 à 2 portions

1 portion correspond environ à la taille du poing du mangeur (100g = 1 tasse, pour un adulte).

1 portion pour les oléagineux est plus petite = 30 g.

Sources des différents nutriments pour les patients végétaliens

Les nutriments à risque de carences – oligo-éléments et minéraux

CALCIUM

→ Santé des os, croissance

Note : Les suppléments sont l'option à envisager quand l'apport alimentaire est trop faible. La vitamine D aide à assimiler le calcium !

- ✓ « Laits » végétaux enrichis (soja, riz, coco, etc.)
- ✓ Légumes à feuilles vertes (chou kale, brocolis, haricots verts, cresson, mâche, choux, etc.)
- ✓ Tofu, tempeh
- ✓ Oléagineux : amandes, sésame, noisettes
- ✓ Tahini
- ✓ Fruits secs (figues, raisins, abricots, etc.)
- ✓ Légumineuses
- ✓ Certaines eaux en bouteilles : Courmayeur[®], Hépar[®], Contrex[®], Rozana[®]

FER

→ Transport de l'oxygène dans le sang, respiration cellulaire, etc.

Astuces : le fer est mieux absorbé quand il est associé à la vitamine C, pensez à verser du jus de citron sur vos fruits et légumes, mangez-les accompagnés d'herbes aromatiques, etc. À prendre à distance du thé et des aliments riches en zinc (au moins 2 heures d'écart)

- ✓ Légumineuses : fèves, pois, petits pois, lentilles, haricots rouges et blancs
- ✓ Tofu, tempeh, « lait » de soja
- ✓ Légumes à feuilles vertes : épinards, haricots verts, brocolis, blettes
- ✓ Oléagineux : noix de cajou, amandes, noix, sésame, noisettes
- ✓ Produits céréaliers complets : pain complet, pâtes complètes, quinoa
- ✓ Fruits secs : abricots, pruneaux, figues

IODE

→ thyroïde, développement du fœtus

Le sel de mer n'est pas une source fiable d'iode !

- ✓ Algues (nori, wakamé, kombu)
- ✓ Compléments alimentaires

ZINC

→ cheveux, cicatrisation, acné, lutte contre le vieillissement cellulaire, stress, allergies, etc.

Astuce : L'acide citrique présent dans le jus de citron aide l'absorption du zinc !

- ✓ Produits complets : pâtes complètes, riz complet, quinoa, pain complet
- ✓ Tofu, tempeh, miso
- ✓ Oléagineux : noisettes, noix, noix de cajou, amandes, sésame
- ✓ Légumineuses : lentilles, haricots rouges et blancs, pois chiches, petits pois, etc.
- ✓ Pain au levain, germe de blé

Sources des différents nutriments pour les patients végétaliens

Les nutriments à risque de carences – les vitamines

VITAMINE B12

→ Formation des globules rouges, système nerveux, entretien de l'ADN, etc.

Ne se trouve pas naturellement dans les aliments végétaliens : pensez à vous supplémenter !!

✓ Aliments enrichis

Quantité en vitamine B12 (source)	Fréquence
3 µg (aliments enrichis)	En deux ou trois repas avec des aliments enrichis
10 – 250 µg	Une fois par jour
1.000 µg	Une fois tous les 4 jours
2.000 µg	Une fois par semaine
5.000 µg	Une fois toutes les deux semaines

VITAMINE D

→ Solidité des os, cerveau, système immunitaire, favorise l'absorption du calcium

- ✓ Produits enrichis : certains « laits » végétaux
- ✓ Exposition au soleil → 30 min par jour sur le visage et les avant-bras
- ✓ Compléments en vitamine D2 ou D3 d'origine végétale

Les nutriments à risque de carences – les oméga 3 et les protéines

OMEGA 3

→ Système nerveux, sang, cerveau, yeux

Astuces : des compléments à base d'algues sont disponibles pour les végétaliens !

- ✓ Grains de chia
- ✓ Huiles de lin, de colza, de noix, de chanvre
- ✓ Noix
- ✓ Graines de lin moulues

PROTEINES

→ Muscles, peau, système immunitaire, etc.

- ✓ Légumineuses : haricots rouges, blancs, flageolets, lentilles, petits pois, pois chiches, etc.
- ✓ Tofu, tempeh
- ✓ Oléagineux : noix de cajou, noisettes, amandes, noix, etc.
- ✓ Produits céréaliers : pain, pâtes, quinoa, etc.
- ✓ « Lait » de soja

LA FEMME ENCEINTE VÉGÉTALIENNE

Un régime végétalien peut être poursuivi pendant la grossesse et ne présente pas de complications particulières s'il est bien mené. Comme lors de toutes les grossesses, il est important de prendre certaines précautions.

Les besoins de la femme enceinte :

Nutriments	Apports recommandés / jour	Vitamines		Vitamines	
Énergie (kcal)	2700	A - rétinol (µg)	700	B ₅ - acide pantothénique (mg)	5
Protéines (g)	65	D - calciférol (µg)	10	B ₆ - pyridoxine (mg)	2
Minéraux et oligoéléments		C - acide ascorbique (mg)	120	B ₉ - biotine (µg)	50
Calcium (mg)	1.000	B ₁ - thiamine (mg)	1,8	B ₉ - acide folique (µg)	400
Fer (mg)	30	B ₂ - riboflavine (mg)	1,6	B ₁₂ - cobalamine (µg)	2,6
Zinc (mg)	15	B ₃ ou PP - niacine (mg)	16		
Iode (µg)	200				

Supplémentations conseillées pour la femme enceinte végétalienne :

	Dosage
DHA	0 - 200 à 400 mg/jour
Fer	0 - 30 mg/jour
Iode	150 - 200 µg/jour
Vitamine B ₁₂	25 - 100 µg/jour
Vitamine B ₉ (acide folique) *	400 µg/jour
Vitamine D	1.000 - 2.000 UI/jour
Calcium	0 - 1 g/jour
Compléments alimentaires polyvitaminés pour femmes enceintes	Recommandés

* Il est important de commencer à se supplémenter au minimum 1 mois avant la conception, et 3 mois après l'accouchement (selon l'OMS).

Augmenter la consommation de :

- légumineuses (haricots, lentilles, pois chiches, etc.) et oléagineux (noix, noisettes, amandes, etc.) → excellentes sources de protéines, de glucides, et de minéraux (fer, zinc).
- acides gras oméga 3 : huiles de lin, de colza, etc.
- Noix, graines, céréales complètes (pain complet, germe de blé), graines de courge → excellentes sources de zinc.

Compléments alimentaires polyvitaminés adaptés aux femmes enceintes :

Complément	Végétalien ?
SOLGAR® prénatal nutriments (le plus complet)	✓
MATERNOV® supplémentation	✓
ERGYNATAL®	✗
FEMINABIANE® Conception	✗
GESTARELLE G®	✗
GYNEFAM® Plus	✗
NATALIANCE®	✗
OLIGOBS® Grossesse	✗
SUVEAL® Grossesse	✗
SYNERGIA® sérénité grossesse	✗

Les compléments non végétaliens contiennent de l'huile de poisson, de la gélatine de poisson, ou de la gélatine d'origine bovine.

Conseils pour atténuer les nausées :

- Manger dès le réveil peut diminuer les nausées matinales.
- Éviter d'avoir l'estomac vide (l'acidité de l'estomac et un faible taux de glucose dans le sang favorisent les nausées) → Privilégier plusieurs petits repas répartis dans la journée.
- Manger lentement des aliments ni trop chauds ni trop froids.
- Éviter les liquides pendant les repas, boire plutôt entre les repas.
- Éviter certaines odeurs (tabac, cuisine, parfum).

LA FEMME VÉGÉTALIENNE ALLAITANTE

L'allaitement est recommandé pour la mère et l'enfant, idéalement jusqu'au sixième mois du nourrisson. L'OMS recommande de poursuivre un allaitement fréquent et à la demande jusqu'à l'âge de deux ans, si cela est possible.

Les besoins de la femme allaitante

Nutriments	AIR	Vitamines		Vitamines	
Énergie (kcal)	2700	A – rétinol (µg)	950	B ₅ – acide pantothenique (mg)	7
Protéines (g)	65	D – calciférol (µg)	10	B ₆ – pyridoxine (mg)	2
Minéraux et oligoéléments		C – acide ascorbique (mg)	130	B ₇ – biotine (µg)	50
Calcium (mg)	1.000	B ₁ – thiamine (mg)	1,8	B ₉ – acide folique (µg)	300
Fer (mg)	20 - 30	B ₂ – riboflavine (mg)	1,8	B ₁₂ – cobalamine (µg)	2,8
Zinc (mg)	19	B ₃ ou PP – niacine (mg)	15		
Iode (µg)	200				

- Les besoins en acides gras, en protéines, en calcium, en vitamine D et en vitamine B₁₂ sont les mêmes pendant la grossesse et l'allaitement.
- Les besoins en fer diminuent lors de l'allaitement et sont compensés par l'augmentation de l'absorption qui accompagne la lactation. La concentration de fer dans le lait ne semble pas affectée par le statut maternel en fer ni par l'administration de supplément. → les femmes allaitantes végétaliennes en bonne santé ne doivent pas nécessairement se supplémenter.
- Les besoins en zinc et en iode sont légèrement supérieurs.
- Concernant le calcium, l'administration d'un supplément calcique n'a guère d'effet sur la densité osseuse ou sur la teneur en calcium du lait : les besoins calciques nécessaires à la lactation sont couverts par la mobilisation du calcium osseux et la réduction des pertes urinaires.

Supplémentations conseillées pour la femme allaitante végétalienne

	Dosage
DHA	0 – 200 à 400 mg/jour
Fer	0 – 30 mg/jour
Iode	200 µg/jour
Vitamine B ₁₂	25 – 100 µg/jour
Vitamine B ₉ (acide folique)	400 µg/jour
Vitamine D	1.000 – 2.000 UI/jour
Compléments alimentaires polyvitaminés pour femmes allaitantes	Recommandés

Compléments alimentaires polyvitaminés adaptés aux femmes allaitantes

Compléments	Végétalien ?
SOLGAR® prénatal nutriments (le plus complet)	✓
ERGYNATAL®	x
FEMINABIANE® Conception	x
GESTARELLE G®	x
GYNEFAM® Allaitement	x
NATALIANCE®	x
OLIGOBS® Allaitement	x
SUVEAL® Allaitement	x
SYNERGIA® sérénité grossesse	x

LE NOURRISSON VÉGÉTALIEN

Les enfants végétaliens, s'ils ne sont pas allaités, seront nourris avec des préparations pour nourrissons à base de végétaux :

Les préparations pour nourrissons végétaliens :

	Marque	1° âge	2° âge	Lait de croissance	Remarques
Base de soja	Nutralon soja®	X			Disponible seulement en Belgique ou en ligne.
	Modilac expert riz®	X	X	X	
Base de riz	Novalac Riz®	Version unique : 0 – 36 mois			
	Picot riz®	X	X		La version 1° âge contient de l'huile de poisson pour les oméga 3 donc n'est pas 100 % végétale, contrairement à la version 2° âge qui n'en contient pas.
	Bébé Mandorle riz®	X	X	X	100 % végétal, vitamine D ₃ issue de lichens. Formule à base de protéines de riz et d'huiles d'amande, de colza et de coco.
	Prémiriz®	X	X	X	100 % végétal, vitamine D ₃ d'origine végétale. Formule à base de protéines de riz et d'huiles de tournesol, de colza et de coco.

Les préparations pour nourrissons à base de soja ou de riz sont la seule option pour les nourrissons végétaliens non allaités : les autres préparations (« lait » de soja, de riz, de noisette, etc.) ne doivent pas être utilisés comme substitut du lait maternel ou des laits infantiles pour nourrissons !

Globalement, le lait maternel contient moins de minéraux et d'oligoéléments que les laits infantiles .

Supplémentations recommandées pour les nourrissons végétaliens:

	Nourrisson allaité au sein	Nourrisson nourri avec une préparation adaptée (au moins 500 ml /j)
Vitamine D	1.000 à 1.200 UI par jour (jusqu'à 2 ans)	400 à 800 UI/jour
Oméga 3	X	Rajouter des huiles riches en oméga 3 dans le lait (lin, colza, etc.)
B12	Oui si la mère ne se supplémente pas	¼ des doses adultes de la diversification à 2 ans
Vitamine K	2 – 5 mg par semaine jusqu'à la diversification	X

À la naissance et jusqu'à environ 4 mois, les besoins en fer sont couverts 13 quel que soit le mode d'allaitement.

LE NOURRISSON VÉGÉTALIEN

La diversification alimentaire

Après 6 mois, l'alimentation lactée n'est plus suffisante pour satisfaire les besoins : la diversification alimentaire devient une étape nécessaire.

Il convient d'introduire des aliments solides au même rythme que pour les enfants non végétaliens (remplacer la viande hachée par du tofu écrasé ou mixé, des légumineuses mixées, en introduisant des yaourts au soja ou à la noix de coco, etc.).

Il est conseillé d'introduire chaque aliment séparément, en respectant un intervalle de 2 à 3 jours entre chaque.

Exemple de modèle de diversification :

4 mois	Jus de fruits (en toutes petites quantités au début)
5 – 6 mois	Fruits et légumes cuits et mixés, commencer par légumes « doux » (peu fermentescibles) : carottes, haricots verts, endives, tomates, épinards).
7 mois	Jus de légumes (céleris, laitues, carottes, etc.) et purées de légumes variés, céréales
9 mois	Légumineuses et tofu
1 an	Introduction des légumes de la famille du chou

→ il est conseillé d'attendre 9 mois pour introduire les légumineuses et le tofu et 1 an pour les légumes de la famille du chou.

Conseils :

- Les légumineuses doivent être associées aux céréales.
- Les huiles de colza, noix, lin, peuvent être rajoutées dans le lait infantile afin de couvrir les besoins lipidiques (oméga 3 et 6).
- Les enfants végétaliens trouvent le calcium nécessaire dans le lait maternel, les laits de 1^e, 2^e âge et de croissance et plus tard dans les « laits » végétaux enrichi en calcium, dans les légumes à feuilles (surtout les choux) et les oléagineux (sésame, amandes, etc.). Ceux-ci doivent être pilés ou mixés en purée, puis étalés sur du pain ou bien mélangés dans des préparations. Il ne faut pas les donner à la cuillère, afin d'éviter un possible étouffement de l'enfant.

Le plus important est de répartir les nutriments de sorte que la croissance soit régulière, tout en s'assurant que le lait de suite, puis de croissance, reste l'aliment de base à hauteur de 500 ml par jour. C'est lui qui apporte les quantités adéquates de fer, calcium et acides gras.

L'ENFANT ET L'ADOLESCENT VÉGÉTALIEN

Une alimentation végétalienne équilibrée peut couvrir sans difficulté les besoins des enfants et adolescents. Des plats variés et diversifiés, privilégiant les aliments à densité nutritionnelle élevée, adaptée énergétiquement à l'activité corporelle et à l'âge, un apport liquidien suffisant et une répartition équilibrée des repas, sont des points fondamentaux.

❖ Supplémentations conseillées :

Enfants végétaliens	DHA jusqu'à l'âge de deux ans (optionnel)	70 mg par jour
	Iode	75 – 90 µg par jour
	Vitamine B ₁₂	½ des doses adultes de 2 à 12 ans, puis doses adultes au-delà.
Enfants végétaliens et omnivores	Vitamine D	800 – 1.000 UI par jour
	Fluor	0,05 mg/kg/jour si risque de carie élevé, jusqu'à la fin de l'adolescence
	Vitamine K	2 – 5 mg de vitamine K par semaine pour les enfants allaités, jusqu'à l'établissement d'un régime varié

Aliments riches en matières grasses pour aider les enfants à satisfaire leurs besoins : noix, graines, avocats, produits à base de soja (tofu, tempeh), huiles végétales (olive, colza, lin), aliments contenant de l'amidon (pain, pâtes, riz, farine de blé, etc.)

Bonnes sources de protéines : légumineuses, oléagineux et leurs purées, produits à base de soja (tofu, tempeh, protéines de soja texturées), céréales

Bonnes sources de calcium : légumineuses, légumes verts à feuilles, « laits » végétaux enrichis, fruits secs

Les besoins en fer sont couverts par 500 ml par jour d'une préparation de lait de suite puis de croissance, en association avec une alimentation végétalienne diversifiée.

- Avant l'âge de 5 ans, il est déconseillé de donner des aliments à base de grains complets à cause de leur haute teneur en fibre.
- Il n'est pas nécessaire d'associer légumineuses et céréales à un même repas → un apport sur la journée est suffisant.
- Les repas doivent être étalés sur la journée et comporter des en-cas afin de manger plus.

L'alimentation des enfants et adolescents végétaliens doit être riche en légumes, légumineuses, légumes-racines et en grains complets (pas avant 5 ans), ainsi que des produits enrichis (vitamine D, calcium, protéines) afin de fournir suffisamment d'énergie et d'être équilibrée !

L'ADULTE VÉGÉTALIEN.NE

Une régime végétalien convient aux adultes s'il est bien mené et supplémenté en vitamine B₁₂.

La proportion des aliments dans l'alimentation végétalienne



Nombre de portions qu'il est recommandé de manger par jour

✓ Céréales et féculents → 5 portions ou +

✓ Légumes → 4 portions ou +

✓ Légumineuses et aliments à base de soja → 3 portions ou +

✓ Fruits → 2 portions ou +

✓ Oléagineux → 1 à 2 portions

1 portion correspond environ à la taille du poing du mangeur (100g = 1 tasse, pour un adulte).

1 portion pour les oléagineux est plus petite = 30 g.

Conseils et astuces

FER : il est mieux absorbé associé à la vitamine C, pensez à verser du jus de citron sur vos fruits et légumes, mangez-les accompagnés d'herbes aromatiques, etc. À prendre à distance du thé et du zinc (au moins 2 heures d'écart).

VITAMINE D : elle se trouve dans certains produits enrichis (« laits » végétaux) ou des compléments. Une exposition au soleil sur le visage et les avant-bras de 30 min par jour est nécessaire

ZINC : l'acide citrique présent dans le jus de citron aide à l'assimilation du zinc, pensez à en verser sur les aliments contenant du zinc !

VITAMINE B₁₂ : cette vitamine n'est pas retrouvée dans les végétaux, sa supplémentation est nécessaire ! Les comprimés doivent être mâchés ou dissous dans la bouche afin d'en améliorer l'absorption et ils doivent être conservés dans un flacon opaque.

CALCIUM : il est recommandé d'en consommer 3 portions par jour → légumineuses (pois chiches, haricots rouges et blancs, soja, lentilles, tofu, panais, navets, etc.), oléagineux, légumes à feuilles vertes.

OMEGA 3 : attention, pour profiter des bienfaits des huiles riches en oméga-3, il ne faut pas les faire chauffer, car elles se dégradent rapidement et perdent leurs propriétés. Il est également conseillé de conserver les bouteilles ouvertes au frais et à l'abri de la lumière pour éviter qu'elles ne rancissent, particulièrement pour l'huile de lin. Les besoins quotidiens sont couverts par :

- 2 cuillères à soupe d'huile de colza
- 1 cuillère à soupe de graines de lin broyées ou de graines de chia
- 1 cuillère à café de lin

Les suppléments médicamenteux – Les minéraux et oligo-éléments

Molécule	Médicament	Forme galénique	Dosage	Remboursement	Liste	Végétalien ?
FER						
Sodium férédétate	FERROSTRANE 0,68 %®	Sirop	34 mg/5ml	65%	Liste 2	✓
Fumarate ferreux	FUMAFER®	Poudre orale	33mg/1g	NR	NL	✓
		Comprimé pelliculé	66 mg	65 %	NL	✓
Sulfate ferreux et acide ascorbique	FERO-GRAD VITAMINE C®	Comprimé enrobé	500 mg	65 %	NL	Contient du lactose
Ascorbate ferreux	ASCOFER®	Gélule	33 mg	65 %	NL	Contient de la gélatine
Sulfate ferreux	TARDYFERON®	Comprimé enrobé	50 mg	65 %	NL	Contient des excipients d'origine aviaire
		Comprimé pelliculé	80 mg	65 %	NL	✓
Acide folique et sulfate ferreux	TARDYFERON B9®	Comprimé pelliculé	0,35 mg / 50 mg	NR	NL	✓
CALCIUM						
Carbonate de calcium	OROCAL®	Comprimé à sucer	500 mg	65%	NL	✓
	DENSICAL®	Comprimé à sucer	600mg	65%	NL	✓
	CACIT®	Comprimé effervescent	1.000 mg ou 500mg	65 %	NL	✓
	CALCIDOSE®	Suspension buvable en sachet	500 mg	65%	NL	✓
	CALCIPRAT®	Comprimés à sucer	1g / 750 mg	65%	NL	Contient du lactose ✓
	CALTRATE®	Comprimé péliculés	600mg	65%	NL	✓
Carbonate de calcium + cholécalciférol	OROCAL VITAMINE D3®	Comprimé à sucer	500mg/200 UI	65%	NL	✓
			500mg/400 UI			✓
	DENSICAL VITAMINE D3®	Comprimé à croquer/sucer	500mg/400 UI	65%	NL	✓
	CACIT VITAMINE D3®	Granulés effervescents en sachet	1000mg/880UI	65%	NL	✓
			500mg/440 UI			Comprimé à croquer ou sucer
CALCIDOSE VITAMINE D3®	Poudre pour solution buvable en sachet	500mg/400 UI	65 %	NL	✓	
ZINC						
Zinc gluconate	GRANIONS DE ZINC®	Solution buvable en ampoule	15 mg/2ml	15 %	NL	✓
	OLIGO SOL ZINC®	Solution buvable en ampoule	67,4 µg/2ml	NR	NL	✓
	RUBOZINC®	Gélule	15 mg	30 %	NL	Contient de la gélatine d'origine animale et du lactose
	EFFIZINC®	Gélule	15 mg	30 %	NL	Contient de la gélatine d'origine animale

Liste non exhaustive 17

Les suppléments médicamenteux – Les vitamines

Molécule	Médicament	Forme galénique	Dosage	Reboursement	Liste	Végétalien ?
VITAMINE B9						
Acide folique	SPECIAFOLDINE®	Comprimé	0,4 mg 5 mg	65 %	NL	✓
VITAMINE B12						
Cyanocobalamine	DELAGRANGE®	Solution buvable	1.000 µg/2ml	65 %	NL	✓
	GERDA®	Solution buvable	1.000 µg/4ml	65 %	NL	✓
		Comprimé sécable	250 µg	NR	NL	Contient du lactose
VITAMINE D						
Vitamine D3 cholécalférol*	ADRIGYL®	Solution buvable en gouttes	10.000UI/ml	65%	NL	✓
	DEDROGYL®	Solution buvable en gouttes	15mg/100ml	30%	Liste 2	✓
	ROCALTROL®	Capsule molle	0,25µg	65%	Liste 1	Contient de la gélatine d'origine animale
	UVEDOSE®	Solution buvable	100.000UI/2 ml	65	Liste 2	✓
	ZYMA D®	Solution buvable en gouttes	10.000UI/ml	65%	NL	✓
		Solution buvable en ampoules	200.000/2ml	65%	Liste 2	✓
		Solution buvable en ampoules	80.000UI/2ml	65%	Liste 2	✓
Vitamine D2 ergocalciférol	STÉROGYL®	Solution buvable en ampoules	600.000UI/1, 5ml	65%	Liste 2	✓
		Solution buvable en ampoules	2.000.000/1 00ml	65%	NL	✓

Liste non exhaustive

* La plupart des vitamines D3 provient de la lanoline extraite de la laine de mouton et n'est donc pas vegan. Certains patients végétaliens accepteront cependant d'en prendre, une dispensation personnalisée est nécessaire.

Les compléments alimentaires végétaliens

Complément alimentaire	Forme galénique	Dosage	Végétalien ?
IODE (extrait d'algues)			
ARKOGELULES® fucus	Gélule	75 µg	✓
I-BIANE®	Comprimé	150 µg	✓
SOLGAR® kelp	Comprimé	200 µg	✓
OMEGA 3 (extrait d'algues)			
BIOCYTE Oméga 3 VEGAN®	Capsule	500 mg	✓
NUTRANAT® Omégaalgue	Capsule	250 mg	✓
YSOMEGA®	capsule	1 g	✓

Liste non exhaustive

BIBLIOGRAPHIE

- Melina V, Craig W, Levin S. *Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets*. J Acad Nutr Diet. déc 2016;116(12):1970-80.
- EL Ayoubi L, Comte F. *Les conséquences des régimes végétariens et végétaliens pendant la grossesse et la lactation, sur la femme enceinte, le fœtus, le nouveau-né et le nourrisson*. Rev Sage-Femme. 1 avr 2018;17(2):54-62.
- Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) .
- Marie-Paul Vasson AJ. *Principes de nutrition pour le pharmacien*. LAVOISIER. Editions TEC & DOC.
- Marian Apfelbaum and Monique Romon. *Diététique et nutrition*. MASSON. (Abrégés).
- Afssa, Martin Ambroise. *Apports nutritionnels conseillés pour la population française 3e édition*. TEC&DOC.
- Dietethics.eu, Manger ensemble, Partenariat éducatif européen. *Lettre ouverte d'associations véganes et de professionnels de santé*. [Internet]. Disponible sur: www.federationvegane.fr
- Lecerf J-M, Schlienger J-L. *Nutrition Préventive et Thérapeutique*. MASSON

CONCLUSION

THÈSE SOUTENUE PAR : Mélissa COL

TITRE : PRISE EN CHARGE DES PATIENTS VÉGÉTALIENS À L'OFFICINE

CONCLUSION :

Le régime végétalien compte de plus en plus d'adeptes dans le monde entier. En France, les végétariens et végétaliens sont estimés à plus de 5% de la population, ce qui représente plus de 3 millions de personnes.

Le végétalisme exclut tout produit issu de l'exploitation animale : viande, poissons, œufs, produits laitiers et miel. L'alimentation est donc constituée uniquement de produits cultivés : légumes, fruits, oléagineux, légumineuses et graines.

Une alimentation végétalienne, bien conçue et comportant une supplémentation adéquate, est bénéfique pour la santé, adaptée sur le plan nutritionnel, à tous les âges de la vie. De plus, elle peut jouer un rôle dans la prévention et le traitement de certaines maladies.

Cependant, en cas de non connaissance des besoins nutritionnels, elle peut devenir problématique. Ceux-ci augmentant durant l'enfance, la grossesse et l'allaitement, ces périodes sont soumises à un risque de couverture insuffisante. Ceci d'autant plus que la nutrition est rarement mise en cause face à certains symptômes banals non spécifiques.

Ainsi, le pharmacien a un rôle clé dans la détection de potentiels risques et carences. Il est également partie prenante dans l'accompagnement et les conseils associés à ce type d'alimentation : tant au niveau nutritionnel qu'au niveau des suppléments médicamenteux et des compléments alimentaires adaptés.

L'objectif de cette thèse est de servir de support aux pharmaciens d'officine.

D'une part en leur apportant les notions nécessaires concernant les nutriments à risque dans les différentes périodes de la vie des végétaliens, et d'autre part en mettant à disposition un livret utilisable directement au comptoir par l'équipe officinale et pouvant être distribué aux patients.

Ce livret aborde plusieurs thèmes : les besoins nutritionnels à chaque période de la vie, les suppléments médicamenteux et les compléments alimentaires adaptés ; et comprend des fiches plus pratiques à destination des patients regroupant les sources de nutriments pour les végétaliens et des fiches « conseils » selon le profil du patient (adulte, femme enceinte, femme allaitante, nourrissons, enfants et adolescents).

Le pharmacien d'officine, en tant que professionnel garant de la santé des patients, prend le statut d'un allié et non pas d'un « donneur de leçons », respectant et accompagnant leurs choix éthiques. Il gagne ainsi la confiance et non la défiance de la patientèle végétalienne, assurant par là-même un suivi sanitaire efficient.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

Grenoble, le : 05/11/2018

LE DOYEN



Pr. Michel SÈVE

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE



Pr. Dr. C. Giluy (MCU)

ANNEXES

	Apports nutritionnels conseillés (ANC)		
Macronutriments	% Apport Énergétique Total (AET)	Apport g/kg/j	Ration g/j *
Glucides	50 - 55	4,4 – 4,8	305 – 335
Lipides	30 - 35	1,15 – 1,35	80 - 95
Protéines	8 - 12	0,8	55

* Pour un homme adulte de 70 kg ayant une activité physique moyenne et un apport énergétique de 35 kcal/kg/j, soit 2.450 kcal/j.

(21)

Annexe 1 : Contribution des différents macronutriments à l'apport énergétique total chez l'adulte.

	Nom chimique et unité usuelle	Rôle physiologique	Stockage	ANC adulte		
				Homme	Femme	
Vitamines liposolubles						
Vitamine A	Rétinol (UI) Bêtacarotène (µg)	Vision et différenciation cellulaire	Foie et tissu adipeux	800 µg	600 µg	
Vitamine E	Tocophérols et tocotriénols (UI et mg d'α-tocophérol)	Oxydoréduction	Tissu adipeux, muscle et foie	12 mg	12 mg	
Vitamine K	Phylloquinone K1 Ménaquinone K2 (µg)	Coagulation	Foie	45 µg	45 µg	
Vitamines hydrosolubles						
Vitamine B1	Thiamine (mg)	Coenzymes du métabolisme des glucides, lipides et protides		1,3 mg	1,1 mg	
Vitamine B2	Riboflavine (mg)			1,6 mg	1,5 mg	
Vitamine B3 ou PP	Acide nicotinique ou nicotinamide ou niacine (mg)		Synthèse à partir du tryptophane	14 mg	11 mg	
Vitamine B5	Acide panthoténique (mg)			5 mg	5 mg	
Vitamine B6	Pyridoxine (µg)			1,8 µg	1,5 µg	
Vitamine B8	Biotine (µg)			50 µg	50 µg	
Vitamine B9	Acide folique (µg)			Foie	330 µg	300 µg
Vitamine C	Acide ascorbique (mg)		oxydoréduction	Foie	110 mg	110 mg

(16)

Annexe 2 : Noms chimiques, unités usuelles, rôles physiologiques, pathologies carencielles, stockage et ANC des vitamines chez l'adulte.

	Rôle physiologique	Carences	Apports nutritionnels conseillés
Phosphore	Métabolisme énergétique, constitution des membranes et des phospholipides, formation osseuse	Carence grave rare	750 mg
Potassium	Fonctionnement du système nerveux et musculaire, sécrétion acide gastrique, excrétion de protons par le rein	Troubles neurologiques et cardiaques	Besoin minimum : 400 à 600 mg Apports observés : 2.000 à 6.000 mg
Magnésium	Cofacteur enzymatique, métabolisme énergétique, stabilisation membranaire, transcription de l'ADN et synthèse protéique	Hyperexcitabilité neuromusculaire et troubles métaboliques	Hommes : 420 mg Femmes : 360 mg
Cuivre	Cofacteur enzymatique, minéralisation osseuse, neurotransmission, immunité, métabolisme du fer	Carence grave rare	Hommes : 12 mg Femmes : 10 mg
Sélénium	Cofacteur enzymatique, antioxydant	Déficit immunitaire Cardiomyopathie	Hommes : 60 µg Femmes : 50 µg
Chrome	Homéostasie glucidique (cofacteur de l'insuline)	Diminution de la tolérance au glucose	Hommes : 65 µg Femmes : 55 µg
Manganèse	Métabolisme glucidique et lipidique	Non déterminé	Besoins : 1 à 2,5 mg

(16)

Annexe 3 : Rôles physiologiques, carences et ANC des minéraux et des oligoéléments.

Beurre	Vitamine A
Céréales	Magnésium, vitamines B ₁ à B ₉ , zinc
Charcuterie	Fer, zinc, vitamines B ₁ à B ₁₂
Foie	Vitamines B ₉ , B ₁₂ , A, fer, zinc
Fruits	Vitamine C, β -carotène, vitamine B ₉ , vitamine E, potassium
Fruits de mer	Iode, magnésium, zinc
Huiles	Vitamine E
Légumes	Vitamine C, β -carotène, vitamine B ₉ , vitamine E, vitamine K, potassium
Légumineuses	Fer, magnésium, potassium, zinc
Levures	Vitamines B ₁ à B ₉
Œufs	Vitamines B ₁ , B ₂ , B ₅ , B ₈ , B ₉ , fer, iode, sélénium
Oléagineux	Magnésium, vitamine E, calcium
Poisson	Fer, zinc, sélénium, iode, vitamines B ₁ à B ₈ , B ₁₂ , A, D
Produits laitiers	Calcium, phosphore, potassium, iode, vitamines B ₁ à B ₈ , B ₁₂ , A, D
Soja	Fer, vitamine E
Viandes	Fer, zinc, vitamines B ₁ à B ₈ , B ₁₂ , sélénium

(16)

Annexe 4 : Micronutriments principaux dans divers aliments.

Nutriments	Principales sources alimentaires
Minéraux	
Potassium	Légumes et fruits, pommes de terre, chocolat, viandes, jambons, poissons, céréales, fruits et légumes frais ou secs, lait et produits laitiers
Calcium et Phosphore	Lait, produits laitiers, fruits et légumes frais ou secs, eaux minérales, viandes, poissons, œufs, céréales, légumes
Magnésium	Pain, céréales complètes, légumes et fruits secs, chocolat et cacao, eaux minérales magnésiennes (Vitell®, Hépar®, Badoit®, Vichy®, Contrex®)
Zinc	Produits animaux : viandes rouges, abats, poissons, œufs, céréales, fruits et légumes secs, fruits de mer, fromages. Fruits et légumes frais, laits et produits laitiers en sont pauvres.
Fer	Viandes, poissons, œufs, levures de bière, fruits de mer, légumes et fruits secs, légumes verts, céréales. Produits laitiers et fruits frais en sont pauvres.
Cuivre	Légumes et fruits secs, céréales complètes, fruits de mer, levures de bière
Manganèse	Légumes et fruits secs, fruit de mer, abats et viandes, œufs
Iode	Fruits de mer, algues, céréales complètes, légumes, sel marin iodé, œufs, certains fruits (ananas)
Sélénium	Produits les plus riches : poissons, œufs, viandes, fromages, lait, noix, ail, levure de bière, germe de blé, chou. Légumes et fruits en sont pauvres.
Vitamines	
A	Poissons gras, abats, jaune d'œuf, huile de foies de poissons, lait entier, beurre
D	Poissons gras, huiles de foies de poissons, abats, jaune d'œuf, lait entier et fromages, beurre
E	Huiles végétales, fruits oléagineux et fruits secs, céréales complètes, laits et produits laitiers, œufs, certains légumes et fruits frais (épinards, choux, poivrons, petits pois, kiwi, prunes)
K	Légumes à feuilles vertes, pois, haricots verts, pomme de terre, tomates, fruits frais ou secs, céréales, levures de bière, germes de blé, abats
B₁	Levure de bière, cuticule de graines de céréales, pain complet, légumineuses, viandes, foie, reins, œufs, lait, poissons. Fruits et légumes verts en sont pauvres
B₂	Légumes à feuilles vertes, levure, lait, abats, blanc d'œuf, poisson, viande, céréales
B₃	Levures, céréales, farines et sons de céréales, légumes et fruits secs, abats,

	viandes, poissons. Légumes frais et lait en sont pauvres
B₅	Œufs, viande, poisson, lait, légumes
B₆	Céréales et cuticules de céréales, levures, viandes, poisson, légumes et fruits
B₈	Haricots, lentilles, champignons, œufs, abats, levures de bière
B₉	Légumes (à feuilles vertes), fruits frais, épinards, cressons, mâche, haricots verts, carottes, choux, viandes, abats, poissons, œufs, lait, germes de céréales
B₁₂	Foie, jaune d'œuf, viandes, poisson, lait
C	Asperges, blettes, brocolis, choux, épinards, haricots verts, tomates, pommes de terre, persil, fruits acides frais, lait cru

(100)

Annexe 5 : Principales sources alimentaires des micronutriments.

AA essentiels	AA non essentiels
Histidine	Alanine
Isoleucine	Arginine
Leucine	Asparagine
Lysine	Aspartate
Méthionine	Cystéine*
Phénylalanine	Glutamine
Thréonine	Glycolol
Tryptophane	Proline sérique
Valine	Tyrosine*

* Ces AA deviennent essentiels si leurs précurseurs (méthionine et phénylalanine) sont présents en quantité insuffisante.

(25)

Annexe 6 : Les acides aminés essentiels et non essentiels.

Acides aminés indispensables	Besoins			
	Nouveau-né 1 – 6 mois	Enfant 2 ans	Adolescent 10 – 12 ans	Adulte
Thréonine	10,1	9,8	12,4	8,5
Valine	11,3	10,1	11,1	10,5
Méthionine + cystéine	8,0	7,2	9,7	7,5
Isoleucine	9,5	8,2	12,4	11,5
Leucine	16,1	19,4	18,6	19,5
Phénylalanine + tyrosine	17,9	18,3	9,7	19
Lysine	18,8	17,1	19,5	15
Histidine	5,1	6,6	5,1	6
Tryptophane	3,3	3,3	1,5	3
Somme des besoins ou des apports en AA indispensables (g/kg/j)	0,33	0,37	0,23	0,20

(28)

Annexe 7 : Proportions des acides aminés indispensables dans le besoin protéique (en % de la somme des besoins ou des teneurs en acides aminés indispensables).

Légumineuses	g/100g d'aliment cuit
Arachides (crues)	22,8
Tempeh	18,5
Steak de soja	15,5
Tofu ferme	12,6
Lentilles corail	10,6
Lentilles vertes	10,25
Haricots rouges	9,6
Pois cassés	8,5
Pois chiches	8,3
Haricots blancs	6,75
Flageolets	6,75
Tofu soyeux	6,4
Petits pois	5,8
« Lait » de soja	3,4

(25,27,28,101)

Annexe 8 : Teneur en protéines dans les légumineuses (en g/100g).

Céréales et assimilés	g/100g d'aliment cuit
Seitan (gluten de blé)	23
Pain multi-céréales	11,1
Pain blanc (baguette)	8,6
Pain de mie complet	8,5
Polenta ou semoule de maïs	7,9
Pain de seigle et froment	5,6
Pâtes au blé complet	4,6
Quinoa	4,1
Pâtes blanches	4
Riz sauvage	4
Riz complet	3,4
Riz blanc	2,9
Orge	2,3

(25,27,28,101)

Annexe 9 : Teneur en protéines dans les céréales et assimilés (en g/100g).

Légumes et champignons	g/100g d'aliment cuit	Légumes et champignons	g/100g d'aliment cuit
Ail cru	5,8	Champignons shiitaké	1,6
Épinard	3,2	Chou rouge cru	1,5
Roquette	2,6	Laitue	1,3
Artichaut	2,5	Chou blanc	1,3
Mâche	2,3	Oignon	1,3
Champignons de Paris (en boîte)	2,2	Aubergine	1,2
Brocoli	2,1	Poireau	1,1
Haricot vert	2	Rutabaga	0,9
Chou frisé	1,9	Tomate crue	0,9
Chou-fleur cru	1,8	Tomate cuite au four	0,9
Betterave	1,8	Navet	0,9
Avocat	1,6	Courgette	0,9
Chou-fleur	1,6	Tomate cerise crue	0,8

(25,27,28,101)

Annexe 10 : Teneur en protéines dans les légumes et champignons (en g/100g).

Fruits (crus)	g/100g d'aliment cuit
Figue séchée	3,0
Kiwi	1,2
Orange	1,1
Banane	1
Raisin	0,7
Poire	0,3
Pomme	0,3

(25,27,28,101)

Annexe 11 : Teneur en protéines dans les fruits (en g/100g).

Oléagineux	g / 100 g d'aliment cru	g / 30 g d'aliment cru = 1 portion
Graines de courges	30,2	9,1
Arachides	22,8	6,8
Amandes (avec peau)	21,1	6,3
Lin	20,2	6,1
Pavot	19,7	5,9
Noix de cajou	18,2	5,5
Sésame	17,6	5,3
Chia	16,5	5,0
Noisettes	13,9	4,2
Cerneaux de noix	13,3	4,0
Noix de macadamia	7,1	2,1

(102,103)

Annexe 12 : Teneur en protéines dans les oléagineux (en g/100g).

Produit d'origine animale	g/100g d'aliment
Andouillette	22
Boudin blanc	15
Boudin noir	24
Foie gras	10 -15
Jambon cru	15
Jambonneau	18
Merguez	30
Mortadelle	18
Pâté de campagne	14
Rillettes	22
Salami	25
Saucisson cru	24
Œuf entier	12,5
Yaourt nature au lait entier	4

(104)

Annexe 13 : Teneur en protéines dans les aliments d'origine animale (g/100g).

Aliment	mg de fer / 100 g d'aliment
Chocolat noir, 40 % cacao minimum, en tablette ou à pâtisser	17
Farine de soja	13
Foie de bœuf	12
Abats	10
Haricots blancs	9
Tomate séchée	9
Lentilles	7
Huitres	7
Jaune d'œuf	7
Pois cassés	6
Foie de veau	5
Fruits secs (en moyenne)	4
Lupin, graine crue	4,36
Viandes (en moyenne)	3
Persil	3
Épinards	3
Tofu nature et cru	2,9
Pain	2,5
Épinards cuits	2,14
Quinoa bouilli/cuit à l'eau	1,49
Roquette	1,46

(45,102)

Annexe 14 : Teneur en fer de certains aliments (en mg/100g).

Aliment	mg / 100 g d'aliment	mg / 30 g d'aliment (correspond à 1 portion)
Sésame, graine	14,6	4,5
Lin, graine	10,2	3
Courges, graine	8,82	2,7
Chia, graine séchée	7,72	2,4
Tahin ou purée de sésame	6,69	2,1
Lin brun, graine	5,7	1,8
Tournesol, graine	4,9	1,5
Pignon de pin	4,6	1,5
Noisette grillée	4,38	1,2
Pistache grillée	4,1	1,2
Noix de cajou grillée salée	3,9	1,2
Tournesol, graine grillé salé	3,8	1,2
Noix de macadamia	3,69	1,2
Noix de coco	3,46	0,9
Amande (avec peau)	3	0,9
Noix de macadamia, grillée salée	2,65	0,9
Noix de pécan	2,57	0,9
Noix du Brésil	2,47	0,6
Noix, séchée cerneaux	2,2	0,6
Beurre de cacahuète ou pâte d'arachide	1,92	0,6
Châtaigne, bouillie/cuite à l'eau	1,73	0,6
Cacahuète ou arachide	1,6	0,6

(43,59,101)

Annexe 15 : Aliments riches en fer - Taux moyens en mg/100g d'aliment.

- Concentration dans le serum [Se] Fer = 10-30 umol/L
- [Se] saturation de la transferrine = 0,20-0,40
- Concentration dans le sang [Sg] hémoglobine = (Homme) 130-170g/L (Femme) 120-160g/L
- [Sg] hémoglobine glyquée / hémoglobine totale <6 %
- [Sg] hémoglobine = (Homme) 140-180 g/L et (Femme) 120-160g/L
- [Sg] CCMH = 32-35 %
- [Sg] TCMH = 27-32 pg
- [Sg] VGM = 80-100 fL
- [Sg] réticulocytes = 20-80 G/L
- [Sg] réticulocytes = 4,0-10G/L

(65)

Annexe 16 : Valeurs biologiques normales de la numération sanguine.

Acide Gras Saturés (AGS)	Acides Gras Insaturés (AGI)			
	Acides Gras Monoinsaturés (AGMI)		Acides Gras Polyinsaturés (AGPI)	
Acides gras à chaîne courte et moyenne	Oméga 7	Oméga 9	Oméga 6	Oméga 3
Acide laurique C12	Acide palmitoléique	Acide oléique	Acide linoléique	Acide α-linolénique ALA
Acide myristique C14			Acide γ-linolénique	EPA
Acide palmitique C16			Acide arachidonique	DHA
Acide stéarique C18				

Annexe 17 : Principaux acides gras.

Aliment	Ratio ω -6 : ω -3	Quantité : ω -6 / ω -3
Graines/Huile de lin	1 : 4	0,4-0,6 g / 1,6-2,5 g (c. à c.)
Huile de colza	2 : 1	2,6 g / 1,3 g (c. à s.)
Cerneaux/Huile de noix	5 : 1	7 g / 1,4 g (c. à s.)
Huile d'olive	10.7 : 1	1,1 g / 0,1 g (c. à s.)

(101,104)

Annexe 18 : Composition en oméga 6 et oméga 3 des principales huiles alimentaires.

Aliments	Portion	Zinc (mg)
Légumes et fruits	Élément très peu présent.	
Produits céréaliers		
Germe de blé	30ml (2c.a.s)	2,4
Céréale, son	30g	1,7 – 1,9
Riz sauvage, cuit	125 ml	1,2
Lait et substituts		
Fromage (cheddar, suisse, gouda, brie, mozzarella)	50 g	1,2 – 2,2
Fromage ricotta	125 ml	1,8
Yogourt (nature, fruits)	175 ml	0,7 – 1,0
Lait	250 ml	1,0 – 1,1
Viandes et substituts		
Viandes		
Bœuf, coupes diverses, cuit	75 g	4,0 – 8,6
Veau, maigre, coupes diverses, cuit	75 g	2,3 – 7,4
Foie (bœuf, poulet, agneau, porc) cuit	75 g	3,0 – 6,0
Agneau, coupes diverses, cuit	75 g	2,0 – 6,5
Porc, coupes diverses, cuit	75 g	2,3 – 3,9
Dinde, coupes diverses, cuite	75 g	0,8 – 2,7
Poulet, coupes diverses, cuit	75 g	1,3 – 2,2
Viande hachée (bœuf, porc, dinde, poulet), cuite	75 g	1,4 – 4,8

Substituts de la viande		
Graines de citrouilles ou de courges	60 ml	2,7, – 4,4
Tempeh / produits de soya fermenté cuits	150 g	2,4
Noix (pins, arachides, amandes)	60 ml	1,1 – 2,2
Lentilles	175 ml	1,9
Pois secs (pois chiches, pois cassés)	175 ml	1,1 – 1,9
Graines de tournesol	60 ml	0,6 – 1,8
Tofu	175 ml	1,2 – 1,7
Graines de soya	60 ml	1,4
Tahini / beurre de sésame	30 ml	1,4
Œuf cuit	2 œufs	1,2 – 1,3
Haricots verts	175 ml	1,1
Poissons et fruits de mer		
Crabe, toutes les variétés, cuit	75 g	2,7 – 5,7
Seiche, cuite	75 g	2,6
Poulpe, cuite	75 g	2,5
Homard, cuit	75 g	3,0
Moules, cuites	75 g	2,0
Anchois, en conserve	75 g	1,9
Crevettes, toutes variétés, cuites	75 g	1,2

(48,53,105)

Annexe 19 : Teneur en zinc (en mg) dans les différentes classes d'aliments.

Espèce	Noms courants	Teneur en iode en µg/g de matière sèche
<i>Laminaria digitata</i>	Kelp, kombu, laminaire, Tali	2020 - 7454
<i>Laminaria saccharina</i>	Kombu royal, Laminaire sucrée	2789 - 5277
<i>Fucus vesiculosus</i>	Goémon noir	240 - 728
<i>Undaria pinnatifida</i>	Ouessane, wakamé	118 - 347
<i>Himanthalia elongata</i>	Haricot ou spaghetti de mer	90 - 168
<i>Palmaria palmata</i>	Dulse	40 - 541
<i>Porphyra umbilicalis</i>	Nori	67 - 188
<i>Ulva sp</i>	Laitue de mer, ulve	10 - 131

(101)

Annexe 20 : Teneur en iode des algues alimentaires (en µg/g de matière sèche).

Aliment	Portion (g)	Teneur en calcium (mg)	Pourcentage absorbé (%)	Quantité de calcium absorbé (mg)	Portions équivalent en calcium à un verre de lait (environ 100 mg)
Fromage (type cheddar)	40	300	32,1	96,3	1
Yaourt	125	228	32,1	73,2	1,3
Blette chinoise	120	112	53,8	60,3	1,6
Sardines en boîte	75	180	27	48,6	2
Chou frisé	120	86	49,3	42,4	2,3
Brocoli	120	59	61,3	36,3	2,7
Haricots blancs	150	154	21,8	33,6	2,9
Chou de Bruxelles	120	43	64	28	3,4
Chou	120	37	65	24	4

(106)

Annexe 21 : Les sources de calcium alimentaire, comparées au lait.

Aliments riches en calcium	mg de calcium pour 100g
Basilic séché	2240
Sarriette séchée	2130
Marjolaine séchée	1990
Thym séché	1890
Herbes de Provence	1860
Goémon noir (algue) <i>Ascophyllum nodosum</i>	1650
Aonori (algue) <i>Ao-nori</i>	1610
Vakamé (algue) <i>Undaria pinnatifida</i>	1000
Amande	266
Poireau	252
Cresson	211
Persil	200
Choux frisé	185
Haricot blanc	183
Figues sèches	167
Fromage blanc	162
Épinard	159
Noix du Brésil	150

Lait écrémé	130
Roquette	129
Beurre de sésame (tahin)	128 mg (pour 2 cuillères à soupe (30 ml))
Noisette	123
« Lait » végétal enrichi	120 mg (pour 100 ml)
Yaourt végétal enrichi	120
Cidre	120
Haricot mungo	113
Fève	103
Moule	100
Pois chiche	90
Tofu, tempeh	80
Noix	80
Bière	80
Abricot sec	80
Colin	64
Haricot vert	56
Brocoli cuit	43
Petit pois cuits	33
Carottes cuites	32
Truite	20
Poulet	16
Jambon cuit	9

(101,106,107)

Annexe 22 : Teneur en calcium de certains aliments (en mg/100g).

Eau en bouteille	Calcium mg/L
Courmayeur®	864
Hépar®	549
Contrex®	468
Rozana®	301
Vittel®	240
Quézac®	165
Salvétat®	160

(108–113)

Annexe 23 : Teneur en calcium (en mg/L) des eaux en bouteille les plus riches en calcium.

Aliments	Quantité
Végétaux	
Brocolis	160 g
Choux chinois	85 g
Choux kale	255 g
Haricots et dérivés du soja	
« Lait » de soja enrichi en calcium	312 ml
Tofu (enrichi en calcium)	153 g
Haricots blancs	220 g
Autre	
Jus de fruits enrichis en calcium	144-240 ml

(114)

Annexe 24 : Végétaux contenant approximativement la même quantité de calcium absorbé (96mg) qu'une cup américaine (240 ml) de lait de vache.

Dose de vitamine B ₁₂ ingérée	% d'absorption
0,1 à 2 µg	50 %
5 µg	20 %
10 µg	15 %
50 µg	3,5 %
1000 µg	1,2 %

Annexe 25 : Pourcentage d'absorption de vitamine B₁₂ en fonction de la dose ingérée.

Aliments	µ/100g
Foie de veau	60
Poissons (maquereaux, harengs)	10
Viandes	0,7 à 1
Lait	0,6
Céréales	0
Légumes	0
Fruits	0

(77)

Annexe 26 : Teneur en vitamine B₁₂ des aliments (µg/100g).

Indice de Masse Corporel (IMC) prégestationnel	Gain pondéral recommandé en France (kg)
< 18,5	12,5 – 18
18,5 – 25	11,5 – 16
25 – 30	7 – 11,5
> 30	6 – 7

(83)

Annexe 27 : Gain pondéral durant la grossesse selon l'IMC prégestationnel (IMC kg/m²).

DHA	0 – 200 à 400 mg/jour
Fer	0 – 30 mg/jour
Iode	150 – 200 µg/jour
Vitamine B₁₂	25 – 100 µg/jour
Vitamine B₉ (acide folique)	400 µg/jour
Vitamine D	1.000 – 2.000 UI/jour
Calcium	0 – 1 g/jour
Compléments alimentaires polyvitaminés pour femme enceinte	Recommandés

Annexe 28 : Complémentations conseillées lors d'une grossesse végétalienne.

	Constituant / 100 ml				
	Lait maternel	Lait de vache	Lait de 1 ^e âge (0- 6 mois)	Lait de 2 ^e âge ou de suite (6 – 12 mois)	Lait de croissance (1 – 3 ans)
Énergie (kcal)	60 – 70	65 – 75	60 – 75	60 – 85	60
Protéines (g)	0,8 – 1,2	3,0 – 3,5	1,4 – 1,9	1,6 – 3,2	1,9
Lipides (g)	3 – 4	3 – 5	2,6 – 3,8	2,4 – 4,7	2,6
Glucides (g)	7 – 8	4,5 – 5	6,7 – 9,5	5,4 – 11	7,4
Calcium (mg)	30	125	40 – 90	70 – 125	75
Fer (mg)	0,04	0,01	0,5 – 1,6	0,7 – 1,4	1
Vitamine D (UI)	20 – 30	20 – 30	35 – 90	45 - 130	50 – 100

(83)

Annexe 29 : Composition moyenne des différents laits et préparations infantiles.

	Marque	1 ^e âge	2 ^e âge	Lait de croissance	Remarques
Base de soja	Nutrilon soja®	X			Disponible seulement en Belgique ou en ligne.
Base de riz	Modilac expert riz®	X	X	X	
	Novalac Riz®	Version unique : 0 – 36 mois			
	Picot riz®	X	X		La version 1 ^e âge contient de l'huile de poisson pour les omégas 3 donc n'est pas 100 % végétale, contrairement à la version 2 ^e âge qui n'en contient pas.
	Bébé Mandorle riz®	X	X	X	100 % végétal, vitamine D ₃ issue de lichen. Formule à base de protéines de riz et d'huiles d'amande, de colza et de coco.
	Prémiriz®	X	X	X	100 % végétal, vitamine D ₃ d'origine végétale. Formule à base de protéines de riz et d'huiles de tournesol, de colza et de coco.

(115–120)

Annexe 30 : Préparations pour nourrissons à base de soja ou de riz.

Enfants végétaliens	DHA jusqu'à l'âge de deux ans (optionnel)	70 mg
	Iode	75 – 90 µg
	Vitamine B ₁₂	10 – 40 µg
	Vitamine D	800 – 1.000 UI
Enfants végétaliens et omnivores	Fluor	0,05 mg/kg/jour si risque de carie élevé, jusqu'à la fin de l'adolescence
	Vitamine K	2 – 5 mg de vitamine K par semaine pour les enfants allaités, jusqu'à l'établissement d'un régime varié

(83,91,121)

Annexe 31 : Complémentations conseillées chez l'enfant végétalien.

	Teneur / 200ml de « lait » de soja enrichi en calcium
Énergie (kcal)	70 – 85 (selon les marques)
Protéines (g)	7
Calcium (mg)	240 – 300 (selon les marques)
Fer (mg)	1,2

En comparaison, le lait de vache contient seulement 0,04 mg de fer pour 200 ml.

(122–124)

Annexe 32 : Teneur en différents nutriments du « lait » de soja enrichi en calcium.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Schlienger J-L. Existe-t-il un modèle alimentaire optimal? *Médecine Mal Métaboliques*. 1 mai 2017;11(3):266-71.
2. Melina V, Craig W, Levin S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *J Acad Nutr Diet*. déc 2016;116(12):1970-80.
3. Mathieu S, Dorard G. Végétarisme, végétalisme, véganisme : aspects motivationnels et psychologiques associés à l'alimentation sélective. *Presse Médicale*. 1 sept 2016;45(9):726-33.
4. Janssen M, Busch C, Rödiger M, Hamm U. Motives of consumers following a vegan diet and their attitudes towards animal agriculture. *Appetite*. oct 2016;105:643-51.
5. The Vegetarian Resource Group Blog [Internet]. [consulté le 18 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.vrg.org/blog/2012/05/18/how-often-do-americans-eat-vegetarian-meals-and-how-many-adults-in-the-u-s-are-vegetarian/>
6. Ruby MB. Vegetarianism. A blossoming field of study. *Appetite*. févr 2012;58(1):141-50.
7. Mintel. Number of global vegetarian food and drink product. [Internet]. [consulté le 10 sept 2018]. Disponible sur: <http://www.mintel.com/press-centre/food-and-drink/number-of-global-vegetarian-food-and-drink-product-launches-doubles-between-2009-and-2013>
8. Harris Interactive. Les pratiques alimentaires d'aujourd'hui et de demain. [Internet]. harris-interactive. [consulté le 10 oct 2018]. Disponible sur: http://harris-interactive.fr/wp-content/uploads/sites/6/2017/02/Rapport-Alimentation-HI-SITE.pdf?utm_source=Association+L214&utm_campaign=6695331456-EMAIL_CAMPAIGN_2017_09_28&utm_medium=email&utm_term=0_2859894380-6695331456-195262545
9. EL Ayoubi L, Comte F. Les conséquences des régimes végétariens et végétaliens pendant la grossesse et la lactation, sur la femme enceinte, le fœtus, le nouveau-né et le nourrisson. *Rev Sage-Femme*. 1 avr 2018;17(2):54-62.
10. Orlich MJ, Singh PN, Sabaté J, Jaceldo-Siegl K, Fan J, Knutsen S, et al. Vegetarian Dietary Patterns and Mortality in Adventist Health Study 2. *JAMA Intern Med*. 8 juill 2013;173(13):1230.
11. Song M, Fung TT, Hu FB, Willett WC, Longo VD, Chan AT, et al. Association of Animal and Plant Protein Intake With All-Cause and Cause-Specific Mortality. *JAMA Intern Med*. 1 oct 2016;176(10):1453.

12. KONRAD BIESALSKI H, GRIMM P, NOWITZKI-GRIMM S. Chapitre 16.1 - Végétarisme et alimentation végétalienne. In: Atlas de poche - NUTRITION - 2e édition. Lavoisier-Médecine Sciences. 2017. p. 351.
13. Piccoli G, Clari R, Vigotti F, Leone F, Attini R, Cabiddu G, et al. Vegan-vegetarian diets in pregnancy: danger or panacea? A systematic narrative review. *BJOG Int J Obstet Gynaecol.* avr 2015;122(5):623-33.
14. Olabi A, Levitsky DA, Hunter JB, Spies R, Rovers AP, Abdouni L. Food and mood: A nutritional and mood assessment of a 30-day vegan space diet. *Food Qual Prefer.* mars 2015;40:110-5.
15. Chevallier L. 4 - Les micronutriments. In: Chevallier L, éditeur. *Nutrition : principes et conseils (Troisième Édition)* [Internet]. Paris: Elsevier Masson; 2009 [consulté le 19 juill 2018]. p. 31-42. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9782294708176000047>
16. Lecerf J-M, Schlienger J-L. Chapitre 1 - Constituants des aliments. In: Lecerf J-M, Schlienger J-L, éditeurs. *Nutrition Préventive et Thérapeutique* [Internet]. Paris: Content Repository Only!; 2016 [consulté le 19 juill 2018]. p. 3-36. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9782294747304000018>
17. ANSES. L'Anses actualise les repères de consommations alimentaires pour la population française. [Internet]. [consulté le 29 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/l'anses-actualise-les-reperes-de-consommations-alimentaires-pour-la-population-francaise>
18. Afssa, Martin Ambroise. Apports nutritionnels conseillés : concepts et méthodologie. In: *Apports nutritionnels conseillés pour la population française 3e édition.* TEC&DOC. 2006. p. 2-3.
19. Schlienger J-L. CHAPITRE 1 - Les fondamentaux de la nutrition. In: Schlienger J-L, éditeur. *Nutrition clinique pratique* [Internet]. Paris: Elsevier Masson; 2011 [consulté le 19 juill 2018]. p. 3-14. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9782294709319000024>
20. Schlemmer U, Frølich W, Prieto RM, Grases F. Phytate in foods and significance for humans: Food sources, intake, processing, bioavailability, protective role and analysis. *Mol Nutr Food Res.* sept 2009;53(S2):S330-75.
21. Evidence-based Nutrient Recommendations. Oxalate – Vegan Health [Internet]. [consulté le 12 oct 2018]. Disponible sur: <https://veganhealth.org/oxalate/>
22. Marian Apfelbaum and Monique Romon. *Diététique et nutrition.* MASSON. 528 p. (Abrégés).

23. Marian Apfelbaum and Monique Romon. Chapitre 4 - Glucides et besoins glucidiques. In: Diététique et nutrition. MASSON. p. 51-2. (Abrégés).
24. Bender O, Afssa. Apport en protéines : consommation, qualité, besoins et recommandations. :461.
25. Chevallier L. 3 - Les protéines. In: Chevallier L, éditeur. Nutrition : principes et conseils (Troisième Édition) [Internet]. Paris: Elsevier Masson; 2009 [consulté le 19 juill 2018]. p. 26. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9782294708176000047>
26. Young VR, Pellett PL. Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. *Am J Clin Nutr.* 1 mai 1994;59(5):1203S-1212S.
27. Apfelbaum M, Romon M. 3 - Protéines et besoins protéiques. In: Apfelbaum M, Romon M, éditeurs. Diététique et nutrition (Septième Édition) [Internet]. Paris: Elsevier Masson; 2009 [consulté le 19 juill 2018]. p. 34-43. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9782294705663000037>
28. Afssa, Martin Ambroise. Protéines et acides aminés. In: Apports nutritionnels conseillés pour la population française 3e édition. TEC&DOC. 2006. p. 37-62.
29. Marie-Paul Vasson AJ. Chapitre 9 - Apports nutritionnels conseillés. In: Principes de nutrition pour le pharmacien. LAVOISIER. Editions TEC & DOC; p. 192.
30. Marie-Paul Vasson AJ. Exploration biologique du statut nutritionnel. In: Principes de nutrition pour le pharmacien. LAVOISIER. Editions TEC & DOC; p. 115.
31. Schlienger J-L. Partie 2. Maladies métaboliques et nutritionnelles. In: Schlienger J-L, éditeur. Diététique en Pratique Médicale Courante (Deuxième Édition) [Internet]. Paris: Content Repository Only!; 2017 [consulté le 19 juill 2018]. p. 86-7. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978229475384800003X>
32. Koeth RA, Wang Z, Levison BS, Buffa JA, Org E, Sheehy BT, et al. Intestinal microbiota metabolism of l-carnitine, a nutrient in red meat, promotes atherosclerosis. *Nat Med.* 7 avr 2013;19(5):576-85.
33. elizeos. Les lipides. [Internet]. Infirmiers.com. 2012 [consulté le 18 sept 2018]. Disponible sur: <http://www.infirmiers.com/etudiants-en-ifsu/cours/cours-ifsu-biologie-fondamentale-les-lipides-partie-1.html>
34. omega3.be // Qu'est-ce que les acides gras et les graisses ? [Internet]. [consulté le 18 sept 2018]. Disponible sur: http://www.omega3.be/consumenten/fra/01_vetten.htm
35. JL W, B V, JL S. Chapitre 28 - Les bases de la nutrition. In: Endocrinologie, diabète, métabolisme et nutrition pour le praticien. Elsevier Masson. 2014. p. 331. (Pour le praticien).

36. Acide linoléique - Paramètre chimique [Internet]. <http://www.sandre.eaufrance.fr/>. [consulté le 18 sept 2018]. Disponible sur: <http://id.eaufrance.fr/par/2999>
37. Acide α -linoléique [Internet]. [consulté le 18 sept 2018]. Disponible sur: <http://fracademic.com/dic.nsf/frwiki/49187>
38. Chevallier L. 2 - Les lipides. In: Chevallier L, éditeur. Nutrition : principes et conseils (Troisième Édition) [Internet]. Paris: Elsevier Masson; 2009 [consulté le 19 juill 2018]. p. 14-25. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9782294708176000047>
39. Actualisation des repères du PNNS : révision des repères de consommations alimentaires. Avis de l'ANSES, Rapport d'expertise collective. [Internet]. 2016 [consulté le 10 oct 2018]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2012SA0103Ra-1.pdf>
40. Marie-Paul Vasson AJ. Chapitre 6 - Composition des aliments. In: Principes de nutrition pour le pharmacien. LAVOISIER. Editions TEC & DOC; p. 139-41.
41. Mangels R. Vegetarian Journal - Health Ecology Ethics. 2007;34.
42. Baudin B. Homéostasie du fer et aspects nutritionnels. Rev Francoph Lab. 1 mai 2012;2012(442):55-9.
43. ANSES. Le fer Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. [Internet]. [consulté le 3 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/le-fer>
44. Marie-Paul Vasson AJ. Chapitre 10 - Besoins nutritionnels de la femme enceinte. In: Principes de nutrition pour le pharmacien. LAVOISIER. Editions TEC & DOC; p. 199-215.
45. Afssa, Martin Ambroise. Minéraux et oligoéléments. 7. Le fer. In: Apports nutritionnels conseillés pour la population française 3e édition. TEC&DOC. 2006. p. 150-5.
46. Laboratoire d'hématologie du CHU d'Angers. Métabolisme du fer chez l'Homme [Internet]. [consulté le 10 sept 2018]. Disponible sur: <http://www.hematocell.fr/index.php/enseignement-de-lhematologie-cellulaire/globules-rouges-et-leur-pathologie/43-metabolisme-du-fer-chez-lhomme>
47. Marie-Paul Vasson AJ. Rôles biologiques et métaboliques des micro-nutriments. In: Principes de nutrition pour le pharmacien. LAVOISIER. Editions TEC & DOC; p. 51.
48. Afssa, Martin Ambroise. Minéraux et oligoéléments. 8. Zinc. In: Apports nutritionnels conseillés pour la population française 3e édition. TEC&DOC. 2006. p. 155-8.

49. Apfelbaum M, Romon M. 8. Oligoéléments ou éléments-traces. In: Apfelbaum M, Romon M, éditeurs. Diététique et nutrition (Septième Édition) [Internet]. Paris: Elsevier Masson; 2009 [consulté le 19 juill 2018]. p. 121-3. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9782294705663000153>
50. Hunt JR. Bioavailability of iron, zinc, and other trace minerals from vegetarian diets. *Am J Clin Nutr*. 1 sept 2003;78(3):633S-639S.
51. ANSES. Actualisation des repères du PNNS : élaboration des références nutritionnelles. Avis de l'ANSES, rapports d'expertise collective. [Internet]. 2016 [consulté le 10 oct 2018]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2012SA0103Ra-2.pdf>
52. Afssa, Martin Ambroise. Minéraux et oligoéléments. 10. Iode. In: Apports nutritionnels conseillés pour la population française 3e édition. TEC&DOC. 2006. p. 161-5.
53. Iode | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [consulté le 18 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/iode>
54. ANSES. Iode | Fonctions, sources alimentaires, et besoins nutritionnels [Internet]. [consulté le 18 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/iode>
55. Afssa. Evaluation de l'impact nutritionnel de l'introduction de composés iodés dans les produits agroalimentaires. [Internet]. 2005 [consulté le 3 oct 2018]. Disponible sur: <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/054000391.pdf>
56. Évaluation de l'impact nutritionnel de l'introduction de composés iodés dans les produits agroalimentaires | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [consulté le 18 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/%C3%A9valuation-de-l%E2%80%99impact-nutritionnel-de-l%E2%80%99introduction-de-compos%C3%A9s-iod%C3%A9s-dans-les-produits-0>
57. Houzé P, Corvisier M, Toubert M-E, Gourmel B, Bousquet B. Dosage de l'iode sérique par microméthode colorimétrique : mise au point analytique et application clinique. *Ann Biol Clin (Paris)*. 1 mars 2004;62(2):222-8.
58. Biomnis - biologie médicale spécialisée. Précis de biopathologie analyses médicales spécialisées - IODE. 2012 [consulté le 15 sept 2018]; Disponible sur: <https://www.eurofins-biomnis.com/referentiel/liendoc/precis/IODE.pdf>
59. Marian Apfelbaum and Monique Romon. Chapitre 8 - Oligoéléments ou éléments-traces. In: Diététique et nutrition. MASSON. p. 118-21. (Abrégés).

60. Afssa, Martin Ambroise. Minéraux et oligoéléments. In: Apports nutritionnels conseillés pour la population française 3e édition. TEC&DOC. 2006. p. 131-40.
61. Le calcium | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [consulté le 15 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/le-calcium>
62. Marie-Paul Vasson AJ. Chapitre 3 - Rôles biologiques et métaboliques des micronutriments 1.3 le calcium et le phosphore. In: Principes de nutrition pour le pharmacien. LAVOISIER. Editions TEC & DOC; p. 46-50.
63. Marian Apfelbaum and Monique Romon. Chapitre 7 - Eau et sels minéraux. In: Diététique et nutrition. MASSON. p. 109-12. (Abrégés).
64. Afssa, Martin Ambroise. Minéraux et oligoéléments. 4. Le calcium. In: Apports nutritionnels conseillés pour la population française 3e édition. TEC&DOC. 2006. p. 131-40.
65. Conseil Scientifique des Concours de l'Internat en Pharmacie, Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche. Concours de l'internat en pharmacie - Valeurs biologiques usuelles. [Internet]. [consulté le 12 oct 2018]. Disponible sur: http://www.cnci.univ-paris5.fr/pharmacie/Constantes_biologiques_adultes_2009.pdf
66. KONRAD BIESALSKI H, GRIMM P, NOWITZKI-GRIMM S. Chapitre 11.3. Le calcium. In: Atlas de poche - NUTRITION - 2e édition. Lavoisier-Médecine Sciences. 2017. p. 219-25.
67. Afssa, Martin Ambroise. Vitamines liposolubles - 2. Vitamine D. In: Apports nutritionnels conseillés pour la population française 3e édition. TEC&DOC. 2006. p. 229-36.
68. Apfelbaum M, Romon M. 6 - Vitamines. Vitamine D ou calciférol. In: Apfelbaum M, Romon M, éditeurs. Diététique et nutrition (Septième Édition) [Internet]. Paris: Elsevier Masson; 2009 [consulté le 19 juill 2018]. p. 93-8. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9782294705663000153>
69. KONRAD BIESALSKI H, GRIMM P, NOWITZKI-GRIMM S. Chapitre 8.9 - Vitamine D. In: Atlas de poche - NUTRITION - 2e édition. Lavoisier-Médecine Sciences. 2017. p. 158-64.
70. Marie-Paul Vasson AJ. Chapitre 3 - Rôles biologiques et métaboliques des micronutriments 3.2. Les vitamines liposolubles : vitamine D. In: Principes de nutrition pour le pharmacien. LAVOISIER. Editions TEC & DOC; p. 65-9.
71. Afssa, Martin Ambroise. Vitamines hydrosolubles - 8. Vitamine B12. In: Apports nutritionnels conseillés pour la population française 3e édition. TEC&DOC. 2006. p.

211-5.

72. KONRAD BIESALSKI H, GRIMM P, NOWITZKI-GRIMM S. Chapitre 9.15. Cobalamine. In: Atlas de poche - NUTRITION - 2e édition. Lavoisier-Médecine Sciences. 2017. p. 199-203.

73. Marie-Paul Vasson AJ. Chapitre 3 - Rôles biologiques et métaboliques des micronutriments. 3.12. Les vitamines hydrosolubles : vitamine B12. In: Principes de nutrition pour le pharmacien. LAVOISIER. Editions TEC & DOC; p. 78-81.

74. Dietethics.eu, Manger ensemble, Partenariat éducatif européen. Lettre ouverte d'associations véganes et de professionnels de santé. [Internet]. [consulté le 14 oct 2018]. Disponible sur: https://www.federationvegane.fr/wp-content/uploads/2017/03/Vitamin_B12_FR.pdf

75. L214. La vitamine B12, fiche nutrition [Internet]. [consulté le 14 oct 2018]. Disponible sur: <https://vegan-pratique.fr/nutrition/la-vitamine-b12/>

76. Dabadie A. Un adolescent végétalien. Réponse des auteurs à la lettre du président de l'Union franco-belge des églises adventistes du septième jour. Arch Pédiatrie. 1 août 2001;8(8):896.

77. Apfelbaum M, Romon M. 6 - Vitamines. Vitamine B12 et acide folique. In: Apfelbaum M, Romon M, éditeurs. Diététique et nutrition (Septième Édition) [Internet]. Paris: Elsevier Masson; 2009 [consulté le 19 juill 2018]. p. 86. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9782294705663000153>

78. Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. Avis de l'ANSES relatif à l'évaluation de deux projets de textes concernant les compléments alimentaires : (...) évaluation toxicologique de nouvelles teneurs maximales pour les vitamines E, B1, B2, PP, B5, B6, B12, B8, C. [Internet]. [consulté le 14 oct 2018]. Disponible sur: https://www.vivelab12.fr/wp-content/uploads/2017/07/ANSES_Avis_vitamine_B12.pdf

79. World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations, éditeurs. Vitamin and mineral requirements in human nutrition. 2nd ed. Geneva : Rome: World Health Organization ; FAO; 2004. 341 p.

80. European Food Safety Authority, éditeur. Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals. Parma: European Food Safety Authority; 2006. 478 p.

81. ANSM. Médicaments. [Internet]. [consulté le 6 nov 2018]. Disponible sur: <https://www.ansm.sante.fr/Produits-de-sante/Medicaments>

82. ANSES. Que sont les compléments alimentaires Anses - ANSES [Internet]. [consulté le 15 août 2018]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/que-sont-les-compléments-alimentaires>

83. Lecerf J-M, Schlienger J-L. Chapitre 7 - Besoins particuliers. In: Lecerf J-M, Schlienger J-L, éditeurs. Nutrition Préventive et Thérapeutique [Internet]. Paris: Content Repository Only!; 2016 [consulté le 19 juill 2018]. p. 113-33. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9782294747304000079>
84. Afssa, Martin Ambroise. Chapitre 12 : Femmes enceintes et allaitantes. In: Apports nutritionnels conseillés pour la population française 3e édition. TEC&DOC. 2006. p. 294-304.
85. Elmachtani Idrissi S, El Omri N, El Jaoudi R, Chibani F, Biaze A, Dami A, et al. La carence maternelle en vitamine B12 : quelles conséquences pour le nouveau-né ? À propos d'un cas marocain. *Immuno-Anal Biol Spéc.* 1 oct 2013;28(5):362-5.
86. Mariani A, Chalias S, Jeziorski E, Ludwig C, Lalande M, Rodière M. Conséquences de l'allaitement maternel exclusif chez le nouveau-né de mère végétalienne – À propos d'un cas. *Arch Pédiatrie.* 1 nov 2009;16(11):1461-3.
87. Wagnon J, Cagnard B, Bridoux-Henno L, Tourtelier Y, Grall J-Y, Dabadie A. Allaitement maternel et végétalisme. *J Gynécologie Obstétrique Biol Reprod.* 1 oct 2005;34(6):610-2.
88. Emile C. Végétaliens, végétariens : quelles conséquences sur la santé, la croissance, la grossesse ? *Option/Bio.* 1 déc 2015;26(536):21-2.
89. Organisation Mondiale de la Santé. OMS-Allaitement maternel. [Internet]. [consulté le 17 oct 2018]. Disponible sur: http://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/newborn/nutrition/breastfeeding/fr/
90. Schlienger J-L. Chapitre 3 - Besoins particuliers : alimentation de l'enfant. In: Schlienger J-L, éditeur. Diététique en Pratique Médicale Courante (Deuxième Édition) [Internet]. Paris: Content Repository Only!; 2017 [consulté le 19 juill 2018]. p. 24-33. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978229475384800003X>
91. Afssa, Martin Ambroise. Chapitre 11 - Nourrissons, enfants et adolescents. In: Apports nutritionnels conseillés pour la population française 3e édition. TEC&DOC. 2006. p. 256-91.
92. Bocquet A, Bresson JL, Briend A, Chouraqui JP, Darmaun D, Dupont C, et al. Préparations pour nourrissons et préparations de suite à base de protéines de soja : données actuelles. *Arch Pédiatrie.* 1 nov 2001;8(11):1226-33.
93. Marie-Paul Vasson AJ. Chapitre 11 - Nutrition du nourrisson et diversification alimentaire. In: Principes de nutrition pour le pharmacien. LAVOISIER. Editions TEC & DOC; p. 217-39.
94. Dupont C, Chouraqui J-P, de Boissieu D, Bocquet A, Bresson J-L, Briend A, et al.

Prise en charge diététique de l'allergie aux protéines du lait de vache. Arch Pédiatrie. janv 2011;18(1):79-94.

95. Des inquiétudes au sujet de l'utilisation des préparations à base de soja pour l'alimentation des nourrissons. Paediatr Child Health [Internet]. 1 févr 2009 [consulté le 22 oct 2018]; Disponible sur: <https://academic.oup.com/pch/article/14/2/114/2639241/Des-inquiétudes-au-sujet-de-l'utilisation-des>

96. ANSES. L'Anses pointe les risques liés à l'alimentation des nourrissons avec des boissons autres que le lait maternel et substituts. [Internet]. [consulté le 22 oct 2018]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/l'anses-pointe-les-risques-liés-à-l'alimentation-des-nourrissons-avec-des-boissons-autres-0>

97. Messina V, Mangels AR. Considerations in planning vegan diets: Children. :9.

98. Pedersen AN, Cederholm T. Health effects of protein intake in healthy elderly populations: a systematic literature review. Food Nutr Res. janv 2014;58(1):23364.

99. Marie-Paul Vasson AJ. Chapitre 4 - Adaptation métabolique aux variations d'apport nutritionnel. In: Principes de nutrition pour le pharmacien. LAVOISIER. Editions TEC & DOC; p. 87-9.

100. Marie-Paul Vasson AJ. Chapitre 3 - Rôles biologiques et métaboliques des micronutriments. In: Principes de nutrition pour le pharmacien. LAVOISIER. Editions TEC & DOC; p. 83-6.

101. ANSES. Ciqual - table de composition nutritionnelle des aliments [Internet]. [consulté le 25 août 2018]. Disponible sur: <https://ciqual.anses.fr>

102. Ciqual Table de composition nutritionnelle des aliments [Internet]. [consulté le 20 sept 2018]. Disponible sur: <https://ciqual.anses.fr/>

103. ANSES. Les protéines Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement [Internet]. [consulté le 1 oct 2018]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/les-protéines>

104. Apfelbaum M, Romon M. 15 - Aliments riches en protéine. In: Apfelbaum M, Romon M, éditeurs. Diététique et nutrition (Septième Édition) [Internet]. Paris: Elsevier Masson; 2009 [consulté le 19 juill 2018]. p. 267-320. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9782294705663000153>

105. ANSES. Les lipides - ANSES Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'Environnement et du travail [Internet]. [consulté le 18 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/les-lipides>

106. Les diététistes du Canada - Dietitians of Canada. Sources alimentaires de zinc [Internet]. [consulté le 13 sept 2018]. Disponible sur:

<https://www.dietitians.ca/Downloads/Factsheets/Food-Sources-of-Zinc-FRE.aspx>

107. Weaver CM, Plawecki KL. Dietary calcium: adequacy of a vegetarian diet. *Am J Clin Nutr.* 1 mai 1994;59(5):1238S-1241S.

108. Les aliments les plus riches en calcium [Internet]. [consulté le 20 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.lanutrition.fr/les-aliments-les-plus-riches-en-calcium>

109. Courmayeur, mon eau minceur [Internet]. [consulté le 16 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.eau-courmayeur.com/votre-espace-minceur/un-apport-essentiel-en-calcium-et-magnesium.html>

110. Une eau minérale unique et riche en magnésium – Hépar [Internet]. [consulté le 16 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.hepar.fr/une-solution-naturellement-efficace/une-composition-minerale-unique>

111. Composition de l'eau minérale Contrex, riche en sels minéraux - Contrex [Internet]. [consulté le 16 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.contrex.fr/eau-minerale-contrex/composition>

112. Composition [Internet]. Rozana. [consulté le 16 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.eau-rozana.com/rozana-cest-bon-pour-moi/composition/>

113. Qualité de l'eau pétillante, salvetat composition, pauvre en sodium - La Salvetat [Internet]. [consulté le 16 sept 2018]. Disponible sur: https://www.lasalvetat.fr/composition/composition_de_leau_petillante_la_salvetat_naturellement_pauvre_en_sodium.html

114. Quézac, l'eau vraie de Lozère [Internet]. [consulté le 16 sept 2018]. Disponible sur: <https://www.quezac.com/eau-vraie-de-lozere>

115. Mangels AR. Bone nutrients for vegetarians. *Am J Clin Nutr.* 1 juill 2014;100(suppl_1):469S-475S.

116. Novalac. Novalac riz [Internet]. [consulté le 22 oct 2018]. Disponible sur: <https://www.novalac.com/en/node/550>

117. Modilac. Les produits Modilac. [Internet]. [consulté le 21 oct 2018]. Disponible sur: <https://www.modilac.fr/produits>

118. Nutricia. Nutricia - Les produits. [Internet]. [consulté le 19 oct 2018]. Disponible sur: <https://www.nutriciababy.be/fr-be/>

119. Picot. Picot. [Internet]. [consulté le 21 oct 2018]. Disponible sur: <http://www.picot.fr>

120. Mandorle. Bébé Mandorle [Internet]. [consulté le 21 oct 2018]. Disponible sur: <https://www.lamandorle.com/fr/46-les-1ers-ages>

121. Greenweez. Les laits Prémiriz. [Internet]. [consulté le 21 oct 2018]. Disponible sur:

<https://www.greenweez.com/premibio-premiriz-croissance-12-36-mois-900g-p73292>

122. ANSES. L'alimentation des nourrissons. [Internet]. [consulté le 22 oct 2018].

Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/ANSES-Ft-AlimNourrissons.pdf>

123. Greeweez. Boisson Végétale Bio à base de Soja Calcium 1L Lima. [Internet].

[consulté le 21 oct 2018]. Disponible sur: <https://www.greenweez.com/lima-boisson-vegetale-bio-a-base-de-soja-calcium-1l-p16553>

124. Alpro. Soya Drink Nature Original Alpro [Internet]. [consulté le 21 oct 2018].

Disponible sur: <https://www.alpro.com/befr/produits/boissons/soya-nature/original>

125. Bjorg. Soja douceur et calcium Bio - Boisson végétale et lait, soja bio. [Internet].

2018. Disponible sur: <https://www.bjorg.fr/produits-bio/boisson-soja-calcium-bio.html>

SERMENT DES APOTHICAIRES

*Faculté de Pharmacie,
Université Grenoble Alpes*



Serment de Galien



« Je jure en présence des Maîtres de la Faculté, des Conseillers de l'Ordre des Pharmaciens et de mes condisciples :

D'honorer ceux qui m'ont instruit(e) 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 et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine ; en aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert(e) d'opprobre et méprisé(e) de mes confrères si j'y manque ».

PRISE EN CHARGE DES PATIENTS VÉGÉTALIENS À L'OFFICINE

Résumé :

Le végétalisme exclut tout produit issu de l'exploitation animale : viande, poissons, œufs, produits laitiers et miel. L'alimentation est donc constituée uniquement de produits cultivés : légumes, fruits, oléagineux, légumineuses et graines.

Une alimentation végétalienne, bien conçue et comportant une supplémentation adéquate, est bénéfique pour la santé, adaptée sur le plan nutritionnel, à tous les âges de la vie. De plus, elle peut jouer un rôle dans la prévention et le traitement de certaines maladies.

Cependant, en cas de non connaissance des besoins nutritionnels, elle peut devenir problématique et engendrer des carences.

Ainsi, le pharmacien a un rôle clé dans la détection de potentiels risques et carences. Il est également partie prenante dans l'accompagnement et les conseils associés à ce type d'alimentation : tant au niveau nutritionnel qu'au niveau des suppléments médicamenteux et des compléments alimentaires adaptés.

L'objectif de cette thèse est de servir de support aux pharmaciens d'officine.

D'une part en leur apportant les notions nécessaires concernant les nutriments à risque dans les différentes périodes de la vie des végétaliens, et d'autre part en mettant à disposition un livret utilisable directement au comptoir par l'équipe officinale et pouvant être distribué aux patients.

Le pharmacien d'officine, en tant que professionnel garant de la santé des patients, prend le statut d'un allié et non pas d'un « donneur de leçons », respectant et accompagnant leurs choix éthiques. Il gagne ainsi la confiance et non la défiance de la patientèle végétalienne, assurant par là-même un suivi sanitaire efficient.

Mots clés : VÉGÉTALISME - VEGAN - NUTRITION - CARENCES - SUPPLÉMENTATIONS - CONSEILS

Adresse : [Données à caractère personnel]