

**Faculté de Pharmacie**

Année 2019

Thèse N°

Thèse pour le diplôme d'État de docteur en Pharmacie

Présentée et soutenue publiquement

le 14 juin 2019

Par

**Clothilde JOULIE**

Né(e) le 8 janvier 1992 à Rodez

**Les régimes végétariens, végétaliens et végans : risques et  
bénéfices pour la santé, accompagnement officinal.**

Thèse dirigée par Mme le Dr Françoise Marre-Fournier

Examineurs :

M. le Professeur Alexis Desmoulière

Mme le Docteur Françoise Marre-Fournier

Mme le Docteur Catherine Boulin

M. le Professeur Jean-Claude Desport

Président

Juge

Juge

Juge





**Faculté de Pharmacie**

Année 2019

Thèse N°

Thèse pour le diplôme d'État de docteur en Pharmacie

Présentée et soutenue publiquement

le 14 juin 2019

Par **Clothilde JOULIE**

Né(e) le 8 janvier 1992 à Rodez

**Les régimes végétariens, végétaliens et végétaliens : risques et  
bénéfices pour la santé, accompagnement officinal.**

Thèse dirigée par Mme le Dr Françoise Marre-Fournier

Examineurs :

M. le Professeur Alexis Desmoulière,  
Mme. le Docteur Françoise Marre-Fournier,  
Mme. le Docteur Catherine Boulin,  
M. le Professeur Jean-Claude Desport,

Président  
Juge  
Juge  
Juge



## Liste des enseignants

---

Le 1<sup>er</sup> novembre 2018

### **PROFESSEURS :**

<b>BATTU</b> Serge	CHIMIE ANALYTIQUE
<b>CARDOT</b> Philippe	CHIMIE ANALYTIQUE ET BROMATOLOGIE
<b>DESMOULIERE</b> Alexis	PHYSIOLOGIE
<b>DUROUX</b> Jean-Luc	BIOPHYSIQUE, BIOMATHEMATIQUES ET INFORMATIQUE
<b>FAGNERE</b> Catherine	CHIMIE THERAPEUTIQUE - CHIMIE ORGANIQUE
<b>LIAGRE</b> Bertrand	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
<b>MAMBU</b> Lengo	PHARMACOGNOSIE
<b>ROUSSEAU</b> Annick	BIOSTATISTIQUE
<b>TROUILLAS</b> Patrick	CHIMIE PHYSIQUE - PHYSIQUE
<b>VIANA</b> Marylène	PHARMACOTECHNIE

### **PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES :**

<b>PICARD</b> Nicolas	PHARMACOLOGIE
<b>ROGEZ</b> Sylvie	BACTERIOLOGIE ET VIROLOGIE
<b>SAINT-MARCOUX</b> Franck	TOXICOLOGIE

### **ASSISTANT HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES :**

<b>CHAUZEIX</b> Jasmine	HÉMATOLOGIE (du 01.11.2018 au 31.10.2019)
<b>JOST</b> Jérémy	PHARMACIE CLINIQUE (du 01.11.2018 au 31.10.2019)

### **MAITRES DE CONFERENCES :**

<b>BASLY</b> Jean-Philippe	CHIMIE ANALYTIQUE ET BROMATOLOGIE
<b>BEAUBRUN-GIRY</b> Karine	PHARMACOTECHNIE

<b>BÉGAUD</b> Gaëlle	CHIMIE ANALYTIQUE ET CONTRÔLE DU MÉDICAMENT
<b>BILLET</b> Fabrice	PHYSIOLOGIE
<b>CALLISTE</b> Claude	BIOPHYSIQUE, BIOMATHEMATIQUES ET INFORMATIQUE
<b>CLÉDAT</b> Dominique	CHIMIE ANALYTIQUE ET BROMATOLOGIE
<b>COMBY</b> Francis	CHIMIE ORGANIQUE ET THERAPEUTIQUE
<b>COURTIOUX</b> Bertrand	PHARMACOLOGIE, PARASITOLOGIE
<b>DELEBASSÉE</b> Sylvie	MICROBIOLOGIE-PARASITOLOGIE-IMMUNOLOGIE
<b>DEMIOT</b> Claire-Elise	PHARMACOLOGIE
<b>FABRE</b> Gabin	SCIENCES PHYSICO-CHIMIQUES ET INGÉNIERIE APPLIQUÉE
<b>FROISSARD</b> Didier	BOTANIQUE ET CRYPTOLOGIE
<b>JAMBUT</b> Anne-Catherine	CHIMIE ORGANIQUE ET THERAPEUTIQUE
<b>LABROUSSE</b> Pascal	BOTANIQUE ET CRYPTOLOGIE
<b>LAVERDET-POUCH</b> Betty	PHARMACIE GALÉNIQUE
<b>LEGER</b> David	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE
<b>MARION-THORE</b> Sandrine	CHIMIE ORGANIQUE ET THÉRAPEUTIQUE (jusqu'au 31.01.2019)
<b>MARRE-FOURNIER</b> Françoise	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE
<b>MERCIER</b> Aurélien	PARASITOLOGIE
<b>MILLOT</b> Marion	PHARMACOGNOSIE
<b>MOREAU</b> Jeanne	MICROBIOLOGIE-PARASITOLOGIE-IMMUNOLOGIE
<b>PASCAUD</b> Patricia	PHARMACIE GALÉNIQUE – BIOMATÉRIAUX CERAMIQUES
<b>POUGET</b> Christelle	CHIMIE ORGANIQUE ET THÉRAPEUTIQUE
<b>VIGNOLES</b> Philippe	BIOPHYSIQUE, BIOMATHÉMATIQUES ET INFORMATIQUE

**ATTACHE TEMPORAIRE D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE :**

**BOUDOT** Clotilde

MICROBIOLOGIE  
(du 01.09.2018 au 31.08.2019)

**RIOUX** Benjamin

CHIMIE ORGANIQUE ET THÉRAPEUTIQUE  
(du 01.09.2018 au 31.08.2019)

**PROFESSEUR CERTIFIÉ**

**VERCELLIN** Karen

ANGLAIS

**PROFESSEURS EMERITES :**

**BUXERAUD** Jacques

(jusqu'au 30/09/2019)

**DREYFUSS** Gilles

(jusqu'au 30/09/2019)

**MOESCH** Christian

(jusqu'au 01.01.2019)

## Remerciements

---

**Aux membres du jury,**

**À Monsieur le Professeur Alexis Desmoulières**, pour l'honneur que vous me faites d'avoir accepté de présider ce jury, pour la qualité de vos enseignements tout au long de mes années universitaires, je vous adresse mes très sincères remerciements.

**À Madame le Docteur Françoise Marre-Fournier**, pour avoir accepté de diriger cette thèse, pour votre patience, vos conseils, votre disponibilité tout au long de ce travail, je vous adresse mes plus sincères remerciements. Pour toutes les connaissances que vous m'avez transmises lors de ce travail et au cours de mon cursus universitaire, soyez assurée de ma profonde reconnaissance.

**À Monsieur le Professeur Jean-Claude Desport**, pour l'honneur que vous me faites d'être membre de ce jury, je vous adresse mes très sincères remerciements.

**À Madame le Docteur Catherine Boulin**, pour avoir accepté d'être jury de cette thèse, pour m'avoir transmis votre savoir au cours de mon stage de fin d'études et même après, pour la confiance que vous m'avez accordée, je vous adresse mes très sincères remerciements.

**À toute l'équipe officinale de la pharmacie de Fleurus**, Amélie, Sylvie, Karine, vous m'avez accueillie et formée avec bienveillance je vous en remercie sincèrement.

**À toutes les personnes ayant contribué à ce travail,**

À Monsieur le Docteur Bernard Pellet, pour votre aide dans la rédaction de cette thèse en acceptant de relayer le questionnaire permettant ainsi sa large diffusion et d'obtenir ainsi un nombre conséquent de réponses, veuillez trouver ici mes très sincères remerciements.

À tous les participants au questionnaire, je vous remercie d'y avoir contribué.

**À mes proches,**

À toute ma famille, pour votre amour et votre soutien tout au long de ses années.

À Isabelle et Yves, je vous remercie pour votre aide lors de la relecture de ce travail et pour votre bienveillance.

À mes grands-mères, Henriette et Denise, vous êtes formidables, sans vous je n'en serais pas là aujourd'hui, je ne saurais comment vous remercier, vous m'avez appris beaucoup et toujours soutenue.

À mes parents, pour votre amour et pour la motivation que vous m'avez apportée tout au long de ces années.

À Diane, pour tout ce que nous avons vécu ensemble et qui nous a fait grandir, merci pour l'amitié que tu m'accorde depuis toutes ces années.

À Marine et à sa maman, merci pour votre soutien tout au long de ce travail, merci pour ton amitié Marine.

À Jérémy et Charlène, merci pour votre soutien et votre amitié, merci pour tes conseils Charlène.

À mes amis aveyronnais qui se reconnâitrons, pour tous ces supers moments partagés et pour tous ceux que nous allons encore vivre ensemble.

À Ségo, ma petite sœur d'amour, merci infiniment d'être là.

À Manu, je pense que tu as vécu la rédaction de la thèse aussi intensément que moi, merci pour ta patience, tes conseils et ton soutien. Merci pour le bonheur que tu m'apporte au quotidien. À notre avenir rempli d'aventure et de belles surprises !

À toutes les personnes que j'oublie, merci.

## Droits d'auteurs

---

Cette création est mise à disposition selon le Contrat :

« **Attribution-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de modification 3.0 France** »

disponible en ligne : <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>



## Table des matières

---

Introduction .....	17
I. Le végétarisme et le végétalisme .....	18
I.1. Définitions du végétarisme, végétalisme, véganisme .....	18
I.1.1. Le végétarisme .....	19
I.1.2. Le végétalisme .....	20
I.1.3. Historique .....	20
I.1.4. Les principales motivations à devenir végétarien ou végétalien ou végan .....	22
I.2. Besoins nutritionnels chez le sujet sain .....	23
I.2.1. Besoins énergétiques, besoins en macronutriments .....	24
I.2.1.1 Les protéines .....	25
I.2.1.2 Les lipides .....	32
I.2.1.3 Les glucides .....	33
I.2.1.4 Les fibres .....	35
I.2.2. Besoins en micronutriments .....	36
I.2.3. Besoins hydriques .....	39
I.2.4. L'équilibre alimentaire actualisé selon le PNNS 4 .....	39
I.3. Questionnaire sur les habitudes alimentaires des végétaliens et végétariens en France .....	43
I.3.1. Les données déjà disponibles .....	43
I.3.2. Questionnaire sur les habitudes alimentaires des végétaliens et végétariens .....	47
I.3.3. Discussion et conclusions apportées par le questionnaire .....	58
I.4. Risques pour la santé observées dans les régimes végétariens et végétaliens et leurs conséquences physiopathologiques .....	62
I.4.1. Carences en macronutriments .....	62
I.4.1.1 Les protéines .....	64
I.4.1.2 Les lipides .....	68
I.4.2. Carences en micronutriments .....	69
I.4.2.1 Carences en vitamines .....	69
I.4.2.1.1. Vitamine B12 .....	70
I.4.2.1.2. Vitamine D .....	75
I.4.2.2 Carences en minéraux et oligo-éléments .....	78
I.4.2.2.1. Calcium .....	78
I.4.2.2.2. Fer .....	82
I.4.2.2.3. Iode .....	83
I.4.2.2.4. Zinc .....	85
I.4.2.2.5. Sélénium .....	86
I.4.2.2.6. Magnésium .....	88
I.4.3. Conclusion et tableau synthétique .....	89
I.4.4. Troubles du comportement alimentaire et végétarisme .....	90
I.4.5. Les risques liés à l'alimentation industrielle et aux produits ultra-transformés .....	91
I.5. Bénéfices observés sur la santé dans les régimes végétaliens, végétariens et végétans .....	93
I.5.1. Observations menées sur la population des Adventistes du 7 <sup>ème</sup> jour .....	94
I.5.2. Sur l'espérance de vie .....	95
I.5.3. Sur les pathologies cardiovasculaires .....	95

I.5.4. Sur le diabète de type II.....	98
I.4.2. Sur le syndrome métabolique .....	99
I.5.5. Sur les cancers.....	100
II. Suivi médical et accompagnement officinal .....	105
II.1. L'équilibre dans l'alimentation végétarienne, végétalienne .....	105
II.1.1. Les apports en macronutriments .....	108
II.1.1.1 L'apport en protéines .....	108
II.1.1.2 L'apport en glucides .....	111
II.1.1.3 L'apport en lipides .....	112
II.1.2. Les apports en micronutriments.....	115
II.1.2.1 Les vitamines .....	115
II.1.2.1.1. Vitamine B12 .....	115
II.1.2.1.2. Vitamine D.....	118
II.1.2.2 Les minéraux et oligo-éléments.....	120
II.1.2.3 Analyse des compléments alimentaires s'adressant aux végétariens et végétaliens .....	127
II.1.3. Les substituts aux produits animaux – adaptation des recettes occidentales en recettes végétaliennes .....	128
II.1.3.1 Les « substituts » à la viande .....	128
II.1.3.2 Les « substituts » aux œufs .....	129
II.1.3.3 Les « substituts » aux produits laitiers (119).....	131
II.1.4. L'intérêt des algues dans l'alimentation végétarienne et végétalienne .....	132
II.1.5. Les allégations nutritionnelles.....	136
II.2. Situations physiologiques particulières.....	138
II.2.1. La femme enceinte et allaitante .....	138
II.2.2. L'enfant au cours de la croissance .....	145
II.2.3. La personne âgée.....	153
II.3. Impact du régime végétarien/végétalien sur la pharmacocinétique des médicaments .....	154
II.4. Déroulement d'un entretien pharmaceutique ciblé sur la prise en charge de l'alimentation végétalienne/rienne .....	155
II.5. Substances d'origine animale et expérimentation animale .....	156
II.5.1. Le bien-être animal.....	156
II.5.2. Les médicaments .....	157
II.5.3. L'expérimentation animale.....	157
II.5.4. L'homéopathie.....	159
II.5.5. Les compléments alimentaires .....	160
II.5.6. Les produits cosmétiques.....	162
II.5.7. Les substances d'origine animale.....	164
Conclusion .....	165
Références bibliographiques .....	166
Annexes .....	178
Serment De Galien.....	195

## Table des illustrations

---

Figure 1 : Modèle général de l'homéostasie des protéines chez l'Homme (17).....	26
Figure 2 : Teneur en acides aminés indispensables des protéines alimentaires (15).....	28
Figure 3 : Indice chimique des protéines alimentaires (14) .....	29
Figure 4 : Score de PDCAAS (indice chimique corrigé de digestibilité) de plusieurs sources de protéines (20) .....	30
Figure 5 : Les recommandations sur l'alimentation, l'activité physique et la sédentarité en un coup d'œil Représentation des repères nutritionnels selon le PNNS 4 (2017-2021) (35).....	42
Figure 6 : Carte de la répartition de la population végétarienne et végétalienne en Europe (43).....	46
Figure 7 : Répartition des participants selon l'âge des individus .....	47
Figure 8 : Répartition des participants selon leur tranche d'âge et du sexe .....	48
Figure 9 : Répartition des consommateurs de miel.....	49
Figure 10 : Pourcentage de végétariens parmi les végétaliens.....	49
Figure 11 : Répartition des participants selon leur sexe parmi les végétariens et les végétaliens .....	49
Figure 12 : Répartition des participants en fonction de la période depuis laquelle ils ont changé leur alimentation et de leur sexe .....	50
Figure 13 : Répartition du pourcentage de participants en fonction de leur changement d'alimentation (progressivement ou radicalement) et de leur âge .....	50
Figure 14 : Répartition du pourcentage de participants ayant changé progressivement ou radicalement leur alimentation en fonction de leur régime (vegan ou végétarien).....	51
Figure 15 : Répartition du pourcentage de participants en fonction du régime alimentaire et de la durée d'adoption du régime .....	51
Figure 16 : Consommation journalière de fruits et de légumes .....	52
Figure 17 : Consommation journalière de fruits et légumes par les participants.....	52
Figure 18 : Consommation journalière de produits à base de soja .....	53
Figure 19 : Répartition de la consommation de produits à base de soja selon le sexe et la tranche d'âge.....	53
Figure 20 : Consommation journalière de céréales et féculents.....	53
Figure 21 : Consommation journalière de légumineuses .....	54
Figure 22 : Consommation journalière des oléagineux .....	54
Figure 23 : Consommation journalière d'aliments industriels .....	54
Figure 24 : Consommation d'algues .....	55
Figure 25 : Consommation journalière de soda et/ou de jus de fruits.....	55
Figure 26 : Consommation d'alcool .....	56

Figure 27 : Représentation des individus se supplémentant ou non en vitamine B12 selon leur sexe et leur tranche d'âge .....	56
Figure 28 : Représentation des végétaliens et végétariens se supplémentant ou non parmi les hommes et les femmes participants .....	57
Figure 29 : Représentation de participants ayant ou non informé leur médecin généraliste de leur changement d'alimentation selon leur sexe .....	57
Figure 30 : Pourcentage de personnes se supplémentant en B12 ou non et informant ou non leur médecin de leur changement d'alimentation .....	58
Figure 31 : Structure chimique de la vitamine B12 (60) .....	70
Figure 32 : Métabolisme des folates et de la vitamine B12 (65) .....	74
Figure 33 : Structure chimique des vitamines D3 (cholécalférol) et D2 (ergocalciférol) .....	75
Figure 34 : Métabolisme de la vitamine D (66) .....	76
Figure 35 : Lien entre les 3 régimes alimentaires et les facteurs de risque de maladie métabolique.....	100
Figure 36 : Représentation de l'équilibre alimentaire dans l'alimentation végétalienne, indique la quantité d'aliment à consommer pour chacune des catégories d'aliments .....	106
Figure 37 : Quantité d'aliment apportant 20 g de protéines.....	110
Figure 38 : Principales macro- et microalgues alimentaires en France (spiruline, dulse, laitue de mer, wakame atlantique, haricot de mer, kombu roya, wakame, nori et chlorelle). (121) .....	132

## Table des tableaux

---

Tableau 1 : Les différentes catégories de régimes végétariens .....	19
Tableau 2 : Besoins énergétiques quotidien en fonction de la période de la vie (14) .....	24
Tableau 3 : Intervalles de références nutritionnelles en macronutriments chez l'adulte (15) .....	25
Tableau 4 : Besoins en acides aminés indispensables chez l'adulte (15) .....	28
Tableau 5 : Variation de la digestibilité iléale de diverses sources protéiques (15) .....	29
Tableau 6 : Qualité des protéines évaluée par différentes méthodes (15) .....	31
Tableau 7 : Recommandations de l'Afssa 2010 pour les apports en acides gras, pour un adulte consommant .....	33
Tableau 8 : Classification et dénomination des glucides et des fibres en fonction de leurs degrés de polymérisation (DP) considérées (oligosides et polyosides) (32) .....	35
Tableau 9 : Références nutritionnelles en vitamines pour l'homme et la femme adulte (15) .....	37
Tableau 10 : Références nutritionnelles en minéraux et oligo-éléments pour l'homme et la femme adulte (15) BNM : Besoin Nutritionnel Moyen, RNP : Référence Nutritionnelle pour la population, .....	38
Tableau 11 : Apports hydriques nécessaires chez la femme et l'homme adulte ainsi que chez la femme enceinte et allaitante (19) (15) .....	39
Tableau 12 : Synthèse du pourcentage de végétariens et végétaliens dans différentes études .....	45
Tableau 13 : Consommation moyenne journalière en féculents (1) .....	59
Tableau 14 : Consommation moyenne journalière en produits industriels (1) .....	60
Tableau 15 : Proportion des individus au-dessus, à l'intérieur et au-dessous de la distribution acceptable en macronutriment parmi les végétariens, végétaliens et omnivores (33) .....	63
Tableau 16 : Apports recommandés en protéines selon Anses en 2016 comparé à l'apport réel, à différentes périodes de la vie (19) F : Fille, G : Garçon .....	65
Tableau 17 : Quantités d'isoflavones pour 100 g d'aliment à base de soja (54) .....	66
Tableau 18 : Classification des poissons comme source d'acides gras n-3 (56) .....	68
Tableau 19 : Composition en acides linoléique et $\alpha$ -linoléique de quelques huiles végétales (en % des acides gras totaux) (56) .....	68
Tableau 20 : Sources alimentaires en vitamine B12 (61) .....	71
Tableau 21 : Sources alimentaires en vitamine D (61) .....	75
Tableau 22 : Recommandation nutritionnelle en vitamine D (15) .....	77
Tableau 23 : Sources alimentaires en calcium (61) .....	79
Tableau 24 : Teneur en oxalate et en phytates dans différents produits à base de soja (69) .....	80
Tableau 25 : Sources alimentaires en fer (61) .....	82
Tableau 26 : Sources alimentaires en iode (61) .....	84

Tableau 27 : Sources alimentaires en zinc (61) .....	85
Tableau 28 : Sources alimentaires en sélénium (61) .....	87
Tableau 29 : Sources alimentaires en magnésium (61) .....	88
Tableau 30 : Risques carentiels des différents types de régimes végétariens et végétaliens	89
Tableau 31 : Observation de la valeur de l'IMC en fonction du régime omnivore ou végétarien et végan (36) .....	96
Tableau 32 : Synthèse des relations entre les groupes d'aliments et le risque de cancer colorectal (98) .....	102
Tableau 33 : Association entre certains groupes d'aliments et risque de cancer de la prostate (98).....	103
Tableau 34 : Description de produits alimentaires issus du soja (54).....	109
Tableau 35 : Teneur moyenne en protéines pour différents aliments végétaux .....	110
Tableau 36 : Pourcentage des apports recommandés en acides aminés essentiels par portion d'aliment (5).....	110
Tableau 37 : Exemple de combinaison de sources végétales apportant des quantités intéressantes d'acides aminés essentiels (5).....	111
Tableau 38 : Quantités d'aliment nécessaires pour assurer les apports journaliers en ALA chez l'adulte (73) .....	114
Tableau 39 : Spécialités pharmaceutiques utilisées dans la carence en vitamine B12 .....	116
Tableau 40 : Spécialités pharmaceutiques utilisées pour la prophylaxie et le traitement de la carence .....	119
Tableau 41 : Exemple de portions d'aliments riches en calcium (101) .....	121
Tableau 42 : Classification des différents sels de magnésium (114).....	125
Tableau 43 : Compléments alimentaires utilisés par les participants au questionnaire .....	128
Tableau 44 : Contribution de 7 g d'algues séchées aux apports journaliers recommandés (121).....	135
Tableau 45 : Conseils sur les sources alimentaires en nutriments importants chez la femme enceinte et Recommandation de la supplémentation (108) (61) .....	144
Tableau 46 : Intervalles de références nutritionnelles en macronutriments chez l'enfant, (106) .....	146
Tableau 47 : Références nutritionnelles de la répartition des lipides chez l'enfant (106).....	146
Tableau 48 : Types de lait en fonction de l'âge de l'enfant.....	148
Tableau 49 : Apports satisfaisant en iode chez l'enfant et LSS (106) .....	150

## Abréviations

---

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments  
ALA : Acide Alpha-Linolénique  
ANC : Apport Nutritionnel Recommandé  
ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail  
ANSM : Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé  
AS : Apport Satisfaisant  
BNM : Besoin Nutritionnel Moyen  
CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer  
DHA : acide docosahexaénoïque  
DHT : Dihydrofolate  
DIAAS : Digestible Indispensable Amino Acid Score  
EFA : Équivalent Folate Alimentaire  
EFSA : European Food Safety Authority  
ENSA : European Natural Soyfoods Manufacturers Association  
EPA : Acide Eicosapentaénoïque  
ER : Équivalent Rétinol  
GRIO : Groupe de recherche et d'information sur les ostéoporoses  
HCSP : Haut Conseil de Santé Publique  
IGF : Insulin-like Growth Factor  
INCA : Étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires  
LA : Acide Linoléique  
LSS : Limite Supérieure de Sécurité  
MJ : Mégajoule  
MMA : Acide Méthyl-Malonique  
MPV : Matière Protéique Végétale  
NAP : Niveau d'Activité Physique  
OMS : Organisation Mondiale de la Santé  
PDCAAS : Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score  
PNNS : Plan National Nutrition Santé  
REACH : Registration, Evaluation and Authorisation of CHemicals  
RNP : Référence Nutritionnelle pour la Population  
SERM : Modulateur Sélectif des Récepteurs aux Estrogènes  
THF : Tétrahydro-Folate

## Introduction

---

Les régimes végétariens, végétaliens et végans sont des régimes « à la mode » et de plus en plus fréquents. Aujourd'hui près de 2 % de la population française adopte ce type de régime. La tendance générale de la consommation des protéines se modifie, la part de la consommation de protéines végétales ne cesse de croître et celle des protéines animales diminue. Les raisons à ce changement sont multiples : méfiance pour les produits animaux, avantages pour la santé et émergence de préoccupations pour la cause animale et environnementale. Parvenir à une alimentation végétarienne ou végétalienne équilibrée pour répondre aux besoins nutritionnels n'apparaît pas aisé au premier abord. En effet, une exclusion des produits animaux nécessite d'avoir des connaissances pour ne pas risquer des carences.

Au cours de la première partie nous allons définir en quoi consistent ces régimes alimentaires et quelles sont les motivations des personnes qui les adoptent. Un questionnaire ciblé sur les aliments et les compléments alimentaires consommés par les végétariens, végétaliens et végans permettra de faire un point sur leurs habitudes alimentaires et de les comparer aux recommandations du PNNS 4 notamment. Ensuite, les risques pour la santé (carences nutritionnelles possibles) puis les bénéfices pour la santé seront exposés.

Au cours de la deuxième partie, nous aborderont les solutions pour pallier les carences nutritionnelles : les adaptations possibles du régime alimentaire ainsi que les compléments alimentaires et les médicaments pouvant être employés. Une attention particulière sera portée sur les risques liées à l'alimentation végétarienne et végétalienne lors de la croissance, la grossesse et chez la personne âgée. Tout au long de cette partie, des conseils officinaux seront détaillés. L'accompagnement du patient sous la forme d'un entretien pharmaceutique sera proposé. Enfin, nous nous intéresserons aux produits pharmaceutiques (médicaments, compléments alimentaires) ainsi que parapharmaceutiques (produits cosmétiques, produits d'hygiène) et à leurs composés d'origine animale.

# I. Le végétarisme et le végétalisme

---

## I.1. Définitions du végétarisme, végétalisme, véganisme

Un modèle alimentaire se définit comme un système élaboré à partir d'un ensemble de règles, de choix et de pratiques d'ordre technique, social et symbolique. Il incarne l'identité et les valeurs d'une société et des individus qui la composent. Les régimes alimentaires peuvent varier dans l'espace et le temps mais ne sont pas tous adaptés aux objectifs de santé et de prévention des maladies cardio-vasculaires : est-ce le cas pour les régimes végétarien et végétalien ? La médicalisation de la nutrition conduit à rechercher quelles sont les pratiques alimentaires les plus favorables en termes de longévité et de bonne santé. (1)

Les régimes alimentaires végétariens et végétaliens sont des modes alimentaires peu répandus en France contrairement au régime omnivore. Ces modes alimentaires, en dehors des habitudes végétariennes de nécessité et en l'absence de produits carnés disponibles, ont des origines philosophiques et religieuses. Les Hindous pratiquent le végétarisme tout comme d'autres religions : la majorité des Adventistes du septième jour présents notamment aux États-Unis sont végétariens voire végétaliens. En Occident, il a pris naissance au XVIII<sup>e</sup> siècle en Angleterre. En France, le végétarisme s'est implanté très lentement depuis les années 1960-1970. En effet, on compte environ un million de personnes végétariennes ou végétaliennes aujourd'hui, soit un peu moins de 2 % de la population française. L'Association Végétarienne de France a estimé le nombre de végétaliens stricts à 100 000 personnes. En Europe, l'Angleterre, l'Allemagne et l'Italie sont les pays qui regroupent le plus de végétariens (10 à 20 % de la population). Aux États-Unis, près de 25 millions de personnes sont végétariennes soit environ 10 % de la population. L'Inde est le pays au monde où l'on trouve le plus de végétariens dans la population, soient près de 30 à 40 %. (2) (3)

Les modes alimentaires végétariens et végétaliens privilégient certaines catégories d'aliments à savoir les végétaux et plus ou moins les produits laitiers et les œufs.

Au niveau mondial, une convergence nutritionnelle a lieu, quels que soient le niveau de vie et les pratiques alimentaires. (4) Il existe un parallèle entre l'augmentation du produit intérieur brut dans les pays en développement et l'augmentation de la consommation de lipides, glucides simples et de protéines animales. Cet excès de consommation augmente le risque d'obésité et de maladies métaboliques dans la population (appelées souvent « maladies de civilisation »), tout comme cela a eu lieu dans de nombreux pays occidentaux.

Cependant, de façon générale, la population française réduit sa consommation de viande. Jusqu'à une dizaine d'années, la consommation de viande devenait le double de celle qu'elle était au lendemain de la Seconde Guerre Mondiale. Mais, en France et dans les pays de l'OCDE, la consommation de viande diminue depuis une dizaine d'années. En effet, environ 60 % des apports protéiques sont d'origine animale et 40 % d'origine végétale. La part de protéines végétales augmente au sein de l'apport total en protéines et du ratio protéines végétales sur protéines animales. L'apport en protéines se modifie au profil des protéines végétales et pourrait avoir un impact sur la santé humaine.

Le marché mondial des protéines végétales est en pleine expansion ; la progression des matières protéiques végétales a été estimée à plus de 40 % entre 2013 et 2018. Les protéines de blé, de soja, de riz, de pois, de maïs, de pommes de terre, de chanvre, de lupin entrent dans la composition des nouveaux produits lancés sur le marché depuis ces dernières années. (4)

### I.1.1. Le végétarisme

Le végétarisme est un régime alimentaire où les végétaux sont consommés en abondance. De façon générale, ce régime exclu toute chair animale (poisson, viande) mais peut tolérer les produits d'origine animale comme les œufs, le lait et leurs dérivés (fromage, yaourts, crèmes) et le miel. (5) Il existe plusieurs types de régimes végétariens : (6) (7)

- le régime lacto-végétarien : régime végétarien incluant les produits laitiers mais pas les œufs,
- le régime ovo-végétarien : régime végétarien incluant les œufs mais pas les produits laitiers,
- le régime ovo-lacto-végétarien : régime végétarien incluant les œufs et les produits laitiers.

À noter qu'une personne pesco-végétarienne s'autorise à consommer de la chair animale provenant des animaux marins seulement (poissons, crustacés et mollusques) ; de même qu'une personne pollo-végétarienne s'autorise à consommer de la volaille.

Enfin, les semi-végétariens ou flexi-végétariens (appelés aussi flexitariens) s'autorisent à consommer de façon régulière des œufs, du lait et leurs dérivés ; et consomment de façon occasionnelle de la viande et du poisson. Les flexitariens sont de plus en plus nombreux en France, ils recherchent également à consommer plus de protéines végétales et à diversifier ses sources de protéines végétales.

Catégories d'aliments	Pollo-végétarien	Pesco-végétarien	Lacto-ovo-végétarien	Ovo-végétarien	Lacto-végétarien	Flexi-végétarien
Viandes	Non	Non	Non	Non	Non	Occasionnellement
Volailles	Oui	Non	Non	Non	Non	Occasionnellement
Charcuteries	Non	Non	Non	Non	Non	Occasionnellement
Poissons	Non	Oui	Non	Non	Non	Occasionnellement
Œufs	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui
Lait, produits laitiers	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui

Tableau 1 : Les différentes catégories de régimes végétariens

D'autres régimes alimentaires bien définis s'apparentent à un régime flexi-végétarien, ils sont décrits ci-dessous.

Le macrobiotisme se rapproche des régimes végétariens ; philosophie orientale, initialement chinoise implantée au Japon par Oshawa et développée par son disciple Michio Kushi. Cette doctrine est basée sur le concept de la complémentarité du yin et du yang en classant les aliments en deux catégories : (3)

- le **yin** : les fruits, les végétaux ainsi que les aliments considérés comme froids, aqueux, juteux, acides, sucrés, gras, alcoolisés ;
- le **yang** : la viande, les fruits secs, les céréales, les oléagineux, les graines, les champignons séchés, ainsi que ce qui est cuit ou grillé.

Le régime macrobiotique inclut dix stades de régimes alimentaires dont certains sont végétaliens, le premier est omnivore et le dernier comprend 100 % de céréales. (3)

Dans le sud de la France, un régime alimentaire est pratiqué depuis longtemps : le régime méditerranéen. Ce régime se rapproche d'un régime végétarien, on peut le considérer

comme un régime pesco-végétarien majoritairement. Il existe plusieurs types de régimes méditerranéens mais celui cité en référence est le régime crétois associant trois éléments fondateurs : le pain, l'olivier et la vigne. De façon générale, le régime crétois est diversifié et contient des fruits, des légumes, des céréales non raffinées, du poisson, du pourpier (riche en oméga-3) et de vin rouge (antioxydants et tanins). (1) Longtemps remis en question, il est aujourd'hui considéré comme un modèle de diversification et d'équilibre alimentaire susceptible de prévenir nombre de facteurs de risque de maladies cardio-métaboliques. Le régime méditerranéen a servi d'exemple aux campagnes d'information et de prévention en santé publique mais il ne peut être qualifié d'optimal car cela reviendrait à exclure tous les autres modèles alimentaires, alors que certains font la preuve de leur intérêt en santé publique. (1)

### **I.1.2. Le végétalisme**

Le régime végétalien est encore plus restrictif que le régime végétarien et exclut tout aliment d'origine animale c'est-à-dire à la fois la viande et le poisson mais aussi le lait, les œufs, le miel et tout autre produit issu ou fabriqué par l'animal. L'alimentation végétalienne est donc composée de fruits, de légumes, de céréales, de légumineuses, de graines, d'oléagineux, de champignons, de plantes aromatiques et d'algues. (8)

Au sein de la population végétalienne, on observe des différences concernant le choix des aliments.

Le fruitarisme ou frugivorisme est la consommation uniquement de fruits, noix, graines et matières végétales.

Le crudivorisme est la consommation d'aliments végétaux (ou animaux) à une température de cuisson ne dépassant pas 48°C.

Le terme anglais « vegan » est maintenant largement utilisé pour désigner un mouvement culturel et engagé qui vise à la protection et au bien-être des animaux. Le terme a été ajouté au dictionnaire Larousse en 2015. Le véganisme est un mode de vie associant à la fois un régime alimentaire végétalien et un refus de consommer tout produit issu de l'animal ; que ce soit pour son hygiène (cosmétiques sans produits d'origine animale), pour se vêtir (vêtements et chaussures sans cuir, fourrure, soie) mais également dans son environnement (mobilier, voiture...). (9)

### **I.1.3. Historique**

Les premières réflexions des hommes sur leur alimentation remontent au temps de l'Antiquité Égyptienne et Grecque. En - 3200 avant Jésus-Christ, dans l'Égypte Antique apparaissent les premiers groupes religieux pratiquant le végétarisme : ils s'abstiennent de consommer de la viande pour leur croyance en la réincarnation. (10) Au cours du V<sup>e</sup> siècle avant J-C, le terme « pythagorean » était utilisé en référence au philosophe Pythagore pour désigner les Pythagoriciens pratiquant ce mode alimentaire. Ils sont considérés alors comme les fondateurs du végétarisme. En effet, Pythagore pratiquait le végétarisme et l'encourageait dans le but de supprimer la cruauté envers les animaux mais aussi pour les bénéfices pour la santé. Selon lui, le végétarisme était la clef de la coexistence pacifique entre les êtres humains car il pensait que le fait d'abattre les animaux rendait les hommes cruels. D'autres philosophes grecs célèbres comme Platon, Socrate et Aristote furent partisans du végétarisme. (11) Ensuite, du III<sup>e</sup> au VI<sup>e</sup> siècle, le végétarisme se répand dans l'empire Romain au sein des

adeptes du néo-platonisme. Le terme « végétarisme » est contemporain de notre époque, il ne connaît pas d'équivalent dans la langue grecque ancienne. (12)

Dans d'autres régions du monde, des courants religieux sont apparus et notamment l'hindouisme en Asie du Sud-Est, le bouddhisme en Inde et le taoïsme en Chine. Ces religions ne prônent pas le végétarisme strict mais soutiennent les doctrines de non-violence, de respect du vivant et donc de l'animal.

Au début de la renaissance, les végétariens ne s'affichaient pas car il craignait la persécution. La viande était un luxe rare et coûteux, réservé aux riches familles. La famine et les maladies sévissent. Les nouvelles idées pythagoriciennes et néo-platoniciennes et la découverte de nouveaux pays et peuples permet d'introduire de nouveaux légumes comme la pomme de terre, le chou-fleur ou le maïs.

En Europe, c'est au siècle des lumières que le végétarisme apparaît. Le docteur Seyne en Écosse au XVIII<sup>e</sup> siècle est l'un des premiers à vanter un régime alimentaire à orientation végétarienne. En France, J.A. Gleizes, interrompt ses études de médecine car il était incapable de surmonter sa répugnance des dissections animales. (10)

À partir du XIX<sup>e</sup> siècle, des mouvements végétariens, inspirés des courants philosophiques, se mettent en place dans le monde occidental surtout en Angleterre. En 1809 à Manchester est créée la première société végétarienne anglaise. La condition animale est alors associée au végétarisme. D'abord à travers une secte puis relayé par la féministe Anna Kingsford qui s'engagea pour le végétarisme et contre la vivisection. Des courants issus du protestantisme, à l'image de l'église Adventiste du Septième jour créée au XIX<sup>e</sup> siècle aux États-Unis, prônent le végétarisme comme hygiène de vie.

Ce n'est qu'au cours du XIX<sup>e</sup> siècle, en 1847, qu'apparaît le mot végétarisme. Gandhi membre de la Vegetarian Society dit avoir créé le mot « vegetarian » à partir du mot « vegetable » ou du latin « vegetus » (sain, frais et vivant). La Vegetarian Society a popularisé et officialisé le terme « vegetarian ». En 1911, le français Paul Carton publie un ouvrage intitulé « Trois aliments meurtriers » dans lequel l'alcool, la viande et le sucre sont mis en cause.

Dans les années 60 à 70, l'alimentation végétarienne représente un mode alimentaire contestataire, marginal et militant, trouvant sa source dans des motivations éthiques, économiques, écologiques, tiers-mondistes, hygiénistes expliquant la confusion avec l'écologie et l'agriculture moderne. En Europe, l'Angleterre, l'Allemagne et l'Italie sont les pays qui regroupent le plus de végétariens. (2)

En France, plusieurs associations telles qu'Association Végétarienne de France et L214, ont pour mission de promouvoir le végétarisme voire le végétalisme. Elles accompagnent bon nombre de personnes dans leur transition alimentaire.

L'antispécisme désigne toute discrimination fondée sur des critères d'appartenance à une espèce biologique donnée. Il s'oppose au spécisme et prône que l'espèce humaine est au même niveau que toutes les espèces vivantes sur Terre et non au sommet de de l'ensemble des espèces.

#### I.1.4. Les principales motivations à devenir végétarien ou végétalien ou végan

Plusieurs sources de motivations sont à l'origine de ce changement d'alimentation et souvent de mode de vie. (10) (11)

Tout d'abord, **l'éthique animale** avec la lutte contre la maltraitance animale qui est la première source de motivation à ce changement. Ce sont les conditions d'élevage qui sont dénoncées : animaux enfermés dans des espaces réduits, parfois privés de lumière, privés d'interactions avec l'environnement extérieur et avec d'autres animaux, parfois maltraités (souffrances physiques et psychiques). (11) (13) Les méthodes d'abattage des animaux dans les abattoirs sont également montrées du doigt. La non-consommation des œufs et des produits laitiers s'explique par le fait que les animaux utilisés sont souvent tués par la suite et ne meurent pas de mort naturelle. D'autres pratiques sont également dénoncées comme la détention des animaux dans les zoos, les cirques, l'utilisation des animaux pour l'expérimentation animale et la vivisection. De nombreuses associations militent pour le bien-être animal :

- L214 avec des vidéos montrant la mort des animaux dans les abattoirs, le transport des animaux dans des conditions difficiles... ;
- PetaFrance (People for the ethical treatment of animals) : engagé notamment contre l'expérimentation animale ;
- 269Life est un collectif qui lutte contre le spécisme en œuvrant pour une redéfinition du statut des animaux dans la législation.

Concernant le statut juridique des animaux, depuis le 25 février 2015, l'article 515-14 du code civil indique : « Les animaux sont des êtres vivants doués de sensibilité. Sous réserve des lois qui les protègent, les animaux sont soumis au régime des biens. ». L'animal n'est plus considéré seulement comme une valeur marchande et patrimoniale mais est un être sensible qui doit être respecté.

Ensuite la raison concernant **l'écologie et la protection de l'environnement** est souvent évoquée. L'engagement dans la lutte contre la pollution et l'appauvrissement des ressources naturelles est mis en avant. La production de viande au niveau mondial est responsable d'un désastre écologique. Par rapport à la production de protéines végétale, la production de protéines animales consomme beaucoup d'eau et génère des gaz à effet de serre. En effet, les ruminants ont un système digestif qui entraîne la production de méthane, quantité non négligeable rapporté à tous les animaux de rente présents sur le globe. L'émission de méthane dans l'atmosphère contribue à l'effet de serre et à la formation de trous dans la couche d'ozone. (4) (13)

Étant donné que la population mondiale augmente et que les systèmes alimentaires tendent à une augmentation de la consommation de protéines animales, il faudrait doubler la production de viande d'ici 2050 pour satisfaire la consommation mondiale, ce qui serait un désastre au niveau écologique. Les experts recommandent aux pays de l'OCDE de rééquilibrer le ratio protéines végétales/protéines animale dans notre régime alimentaire. Paradoxalement, on observe une augmentation de la consommation de viande dans les pays qui en consommait peu jusque-là (l'Inde et la Chine). (4)

Une autre raison à devenir végétarien ou végétalien peut être **la volonté d'être en meilleure santé et d'avoir un effet protecteur sur la santé**. En effet, certaines personnes au départ changent d'alimentation dans le but d'améliorer leur état de santé ou simplement de se sentir mieux dans leur corps. (11) Le régime végétarien/lien peut être une solution

thérapeutique dans certaines pathologies. Par la suite, les bénéfices d'une alimentation végétarienne ou végétalienne seront abordés.

D'autre part, la finance avec **le coût que représente de manger de la viande** est aussi à prendre en compte. Dans les sociétés en développement et comme c'était le cas il y a quelques décennies en France, les produits animaux étaient chers et donc privilégiés par les gens qui avaient les ressources économiques pour s'en procurer.

Aujourd'hui, la viande est presque devenue un objet de méfiance à la suite des nombreux scandales relayés dans les médias : la crise de la vache folle dans les années 1990, la fraude à la viande de cheval en 2013 ou encore la viande avariée de Pologne en ce début d'année pour n'en citer que quelques-uns. La viande est associée à un modèle de société que l'on veut remettre en cause : la cause animale, les effets sur l'environnement, les effets sur la santé. On observe une transition vers le végétal en France et dans les pays occidentaux, une diminution de la consommation de viande et un développement d'un marché parallèle de produits « simili-carnés » ou « néo-végétariens ». Enfin, nombreuses sont les personnes qui optent pour un régime flexitarien.

## I.2. Besoins nutritionnels chez le sujet sain

Les besoins nutritionnels regroupent les besoins énergétiques apportés par les macronutriments (glucides, lipides, protéines), les besoins en micronutriments et les besoins hydriques.

En France, l'ANSES utilise depuis 2016 de nouveaux termes relatifs aux références nutritionnelles, ceci dans le but d'harmoniser au niveau mondial les définitions et permettre leur utilisation scientifique. Cette harmonisation a également permis l'élaboration de nouveaux repères de consommation alimentaire. Les nouveaux termes utilisés sont les suivants. (14)

Le **besoin nutritionnel moyen (BNM)** correspond au besoin moyen au sein de la population, ce terme était déjà utilisé par l'AFSSA. Le BNM est estimé à partir de données individuelles d'apport alimentaire et en relation avec un critère d'adéquation nutritionnelle lors d'études expérimentales sur un nombre restreint d'individu. Le BNM essaye de déterminer les besoins nutritionnels propres de chaque individu qui sont conditionnés par son âge, son génome (facteurs intrinsèques) et son mode de vie (facteurs environnementaux ou extrinsèques incluant l'alimentation et l'activité physique). (14)

La **référence nutritionnelle pour la population (RNP)** correspond à l'apport qui couvre le besoin de toute la population considérée (97,5 %) sexe et âge confondus. Il est estimé à partir de données expérimentales. La RNP remplace l'ancien terme « Apport nutritionnel recommandé (ANC) ». Les RNP sont généralement au-dessus des besoins réels sans pour autant présenter de risque car il existe au-dessus la limite supérieure de sécurité. Les apports journaliers recommandés (AJR) sont des valeurs repères uniques qui servent de référence sur les étiquettes des aliments seulement. Ils sont approximatifs car calculés pour un adulte-type moyen. Pour estimer les besoins d'une personne en particulier il vaut donc mieux se référer aux RNP. (14)

D'autres indicateurs ont également été créés : l'apport satisfaisant et l'intervalle de référence.

L'**apport satisfaisant (AS)** correspond à l'apport moyen d'une population ou d'un sous-groupe pour lequel le statut nutritionnel est jugé satisfaisant (pas de carence ni n'effet

négatif en cas de surdose observé). Il est utilisé lorsque le BNM et donc la RNP ne peuvent être estimés faute de données suffisantes. (14)

L'**intervalle de référence (IR)** est une référence nutritionnelle spécifique aux macronutriments énergétiques (glucides, lipides, protéines). Il correspond à un intervalle d'apports considéré comme satisfaisant pour un maintien de la population en bonne santé. L'intervalle de référence est exprimé en pourcentage de l'apport énergétique total (AET). (14)

Enfin, la **limite supérieure de sécurité (LSS)** est un repère utilisé pour les micronutriments, vitamines et minéraux. Il correspond à l'apport journalier chronique maximal considéré comme peu susceptible de présenter un risque d'effets indésirables sur la santé de toute la population. Cette limite est estimée après évaluation des risques lors de surdosage. (14)

L'élaboration des recommandations suivantes s'est appuyée sur les références nutritionnelles existantes pour les protéines (AFSSA, 2007) et les acides gras (ANSES, 2011) et sur une actualisation des apports recommandés en glucides et fibres au regard des dernières données de la littérature.

### I.2.1. Besoins énergétiques, besoins en macronutriments

Le besoin énergétique ou la dépense énergétique totale de l'organisme est la somme de quatre paramètres différents.

Tout d'abord, l'organisme a besoin d'énergie pour assurer ses fonctions vitales tout au long de la journée (respiration, digestion, fonction cardiaque, fonctions métaboliques...). Cette dépense énergétique constitue le **métabolisme de base**.

Ensuite, la **thermogenèse alimentaire** correspond à l'énergie nécessaire à l'absorption intestinale, au stockage et à la transformation des aliments (à la digestion).

La **thermorégulation** constitue un troisième poste de dépense énergétique, le corps humain doit maintenir une température corporelle comprise entre 37 et 37,5°C. Cette dépense varie donc en fonction du milieu dans lequel se trouve l'individu.

Enfin, la dépense énergétique liée à l'**activité physique** est une dépense variable. Depuis quelques années, l'activité physique de l'Homme tend à diminuer. L'Homme dans ses habitudes devient de plus en plus sédentaire, il reste assis plus souvent au cours de la journée ce qui diminue sa dépense énergétique liée à l'activité physique et donc ces besoins énergétiques totaux.

Le niveau d'activité physique (NAP) est calculé comme le rapport entre la dépense énergétique sur 24 heures et le métabolisme de base. Pour un mode de vie modérément actif, dans un milieu tempéré, le NAP pour les femmes et hommes adultes est de 1,6. (14)

Le tableau suivant, montre les besoins énergétiques nécessaires à différentes périodes de la vie. À partir de l'âge adulte le besoin énergétique diminue au cours de la vie et ceci à cause notamment de la diminution de la dépense due au métabolisme de base.

Période de la vie	Enfant	Adolescent	Femme adulte	Homme adulte
<b>Besoins énergétiques quotidien en kcal/jour</b>	Varie entre 1 300 et 1 800	Varie entre 1 900 et 2 700	2 100	2 600

Tableau 2 : Besoins énergétiques quotidien en fonction de la période de la vie (14)

Les références nutritionnelles en protéines, lipides et glucides définies par l'ANSES pour la population adulte ont été actualisées en 2016. Les données sont parfois exprimées en intervalles correspondants aux intervalles de références (IR). Les données pour les glucides remplacent les anciennes ANC de 2001 définies par l'AFSSA. Les données pour les protéines remplacent les dernières recommandations d'apport pour les protéines datant de 2007 et fixées par l'AFSSA. Pour les lipides, les données sont inchangées depuis les recommandations de l'ANSES en 2011 et plus spécifiquement pour les acides gras (données de l'AFSSA 2010). La répartition des macronutriments est exprimée en pourcentage de l'apport énergétique total (AET).

Population	Protéines	Lipides	Glucides
Adultes	10 - 20 %	35 - 40 %	40 - 55 %
	12 - 20 % pour : - Les personnes ayant un NAP très faible (NAP < 1,5) notamment parmi les femmes de plus de 50 ans et les hommes de plus de 60 ans ; - Les femmes enceintes lors du 3 <sup>e</sup> trimestre de grossesse ; - Les femmes allaitantes.	Apports en oméga 3 ALA : 1%, EPA + DHA = 500 mg Apports en oméga 6 : LA : 4%,	
Personnes âgées (> 70 ans)	15 - 20 %	35 - 40 %	40 - 55 %
Personnes actives à dépendance énergétique élevée (NAP > 2)	10 - 20 % ou 1,2 à 1,3 g/kg/j	30 - 35 %	50 - 60 %

Tableau 3 : Intervalles de références nutritionnelles en macronutriments chez l'adulte (15)

NAP : Niveau d'activité physique, ALA : acide  $\alpha$ -linoléique, LA : acide linoléique,

EPA : acide eicosapentaénoïque, DHA : acide docosahexaénoïque

### I.2.1.1 Les protéines

Les protéines sont des macromolécules complexes de poids moléculaire élevé. Elles sont des polypeptides composés d'un enchaînement d'acides aminés de quantité et de composition variable reliés entre eux par des liaisons peptidiques (-CO-NH-). Les protéines sont riches en élément azote.

Les acides aminés contenus dans les protéines alimentaires et étant utilisés par l'organisme sont au nombre de 20. Parmi eux, 8 à 9 acides aminés, selon la situation physiologique ou pathologique, sont essentiels. D'autres acides aminés sont présents dans les tissus mais ne sont pas utilisés dans le métabolisme humain.

Le corps humain renferme plusieurs milliers de protéines différentes, qui représentent au total environ 10 kg : en masse, c'est la seconde réserve de macronutriments après les lipides. Les protéines ont plusieurs fonctions dans l'organisme ; elles interviennent au niveau structural (kératine, collagène, ...), catalytique (production d'enzymes), immunitaire,

endocrinien, de la contraction musculaire (actine et myosine des muscles), du transport d'ions ou de divers substrats, du maintien et du développement de la masse maigre. (16)

Il n'existe pas de forme de stockage des protéines dans l'organisme, ce qui implique que chaque jour, l'alimentation doit apporter les apports nécessaires au renouvellement permanent des structures protéiques de l'organisme. En cas d'insuffisance d'apport, l'organisme mobilise ses propres structures protéiques. Les acides aminés sont alors utilisés comme substrat du métabolisme énergétique via leur oxydation jusqu'au stade d'urée qui fournit en moyenne 4 kcal par gramme de protéine. (16) (10)

Il existe un renouvellement incessant des protéines de l'organisme. Celui-ci consacre à la synthèse protéique 15 % de la dépense énergétique totale chez l'adulte et 30 % chez le nourrisson. Le turnover protéique d'un adulte sain atteint environ 300 grammes par jour soit environ trois à quatre fois plus que la quantité ingérée de protéines. Cette quantité protéique s'explique par différents phénomènes :

- la complexité de la synthèse protéique (ou anabolisme) qui comprend des erreurs entraînant la dégradation de celle-ci et la resynthèse de la protéine,
- un flux permanent de protéolyse (dégradation ou catabolisme) permettant de réapprovisionner les pools de certains acides aminés libres aux fonctions importantes,
- la régulation des voies métaboliques : les enzymes clés d'une voie métabolique sont celles dont la demi-vie est la plus courte, si on augmente sa synthèse on augmente ainsi la production.

Les acides aminés libres se trouvant dans le milieu intracellulaire principalement, ne représentent que 2 % de l'ensemble mais ils jouent un rôle clé. Ce pool sert de réservoir de matière première pour la synthèse protéique. La glutamine est l'acide aminé le plus présent (2/3) au sein du pool. (16)

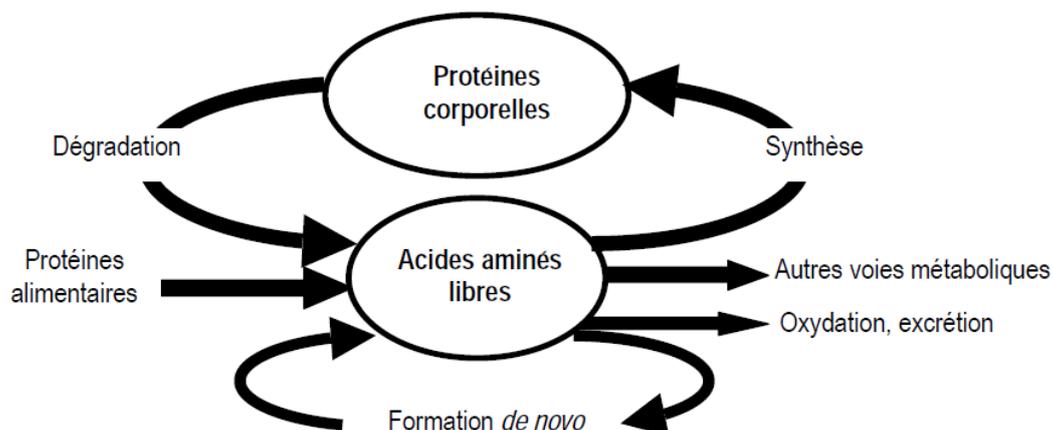


Figure 1 : Modèle général de l'homéostasie des protéines chez l'Homme (17)

### Apport nutritionnels recommandés

Les besoins en protéines chez l'adulte représentent entre 10 et 20 % de l'apport énergétique total. Cet intervalle de référence a été réévalué en 2007 à la suite des travaux internationaux des experts de l'OMS. Pour les femmes enceintes, les femmes de plus de 50 ans, les hommes de plus de 60 ans et les personnes à faible niveau d'activité physique (NAP < 1.5) la limite basse est portée à 12 % minimum (voir Tableau 3). La référence nutritionnelle pour la population pour l'homme et la femme adulte est de 0,83 g/kg/jour en

accord avec les recommandations nord-américaines et internationales. Il s'agit de la même recommandation instaurée par l'AFASSA en 2007 qui a été reprise en 2016 par l'ANSES. (14)

Le bilan azoté (comparaison entre les apports protéiques exprimés en azote et l'azote des divers déchets rejetés) doit être maintenu à l'équilibre. Il a tendance à s'équilibrer chez le sujet adulte en bonne santé.

Un excès d'apport en protéines n'est pas recommandé car le coût métabolique pour les protéines excédentaires est élevé, les conséquences rénales peuvent être délétères et il existe des interactions avec les autres nutriments notamment le calcium avec des pertes urinaires plus importantes. (15)

### **Caractère indispensable et non-indispensable des acides aminés**

En dehors de l'aspect quantitatif du besoin protéique, il faut aussi prendre en compte l'aspect qualitatif. En effet, les acides aminés sont classés soit selon la structure de leur chaîne carbonée soit en fonction de leur caractère indispensable ou non. Les acides aminés dits indispensables ou essentiels sont ceux dont l'organisme est incapable de faire la synthèse et sont nécessaires à l'équilibre azoté. Mais ce concept a évolué et il est maintenant considéré que certains acides aminés non essentiels chez l'adulte sain le deviennent dans des certaines situations (croissance, cicatrisation, agression, infection, nutrition parentérale...). D'autres sont essentiels, non pas pour l'équilibre azoté mais pour d'autres fonctions comme l'hématopoïèse (histidine), l'immunité (arginine), la cicatrisation (proline, glycine), la défense antioxydante (cystéine), ou les fonctions intestinales (glutamine). On parle maintenant plutôt d'acides aminés « conditionnellement essentiels » ou « semi-essentiels ». (16)

Les acides aminés essentiels sont au nombre de 8 à 9 : l'isoleucine, la leucine, la lysine, la méthionine (faisant partie des acides aminés soufrés avec la cystéine), la phénylalanine (faisant partie des acides aminés aromatiques avec la tyrosine), la thréonine, le tryptophane et la valine. L'histidine vient parfois compléter cette liste et est considéré comme essentiel car il doit être apporté en quantité supérieure au cours de la croissance. La quantité apportée doit être supérieure à la capacité de l'organisme à le synthétiser de manière endogène. (16)

Les valeurs de besoins nutritionnels en acides aminés essentiels, initialement déterminés par la méthode du bilan azoté, ont par la suite été réévaluées sur la base de données établies par des méthodes isotopiques, mais les résultats ne sont disponibles que pour certains acides aminés. Dans ces conditions, les valeurs des besoins moyens pour chaque acide aminé indispensable estimés par l'AFSSA seront mentionnées. (18)

La valeur nutritionnelle des protéines est définie par leurs capacité à fournir des acides aminés pour le renouvellement de nos protéines corporelles et pour la croissance de notre organisme. Ainsi, l'aptitude d'une protéine à assurer ces besoins est évaluée par deux critères : la composition en acides aminés notamment essentiels, la biodisponibilité et la capacité à répondre aux besoins fonctionnels et métaboliques.

### **Premier critère nutritionnel des protéines : la composition en acides aminés**

La qualité des protéines alimentaires est en premier lieu évaluée en comparant leur composition en acides aminés indispensables des différentes sources de protéines au profil de référence en acides aminés indispensables (correspondant aux besoins humains).

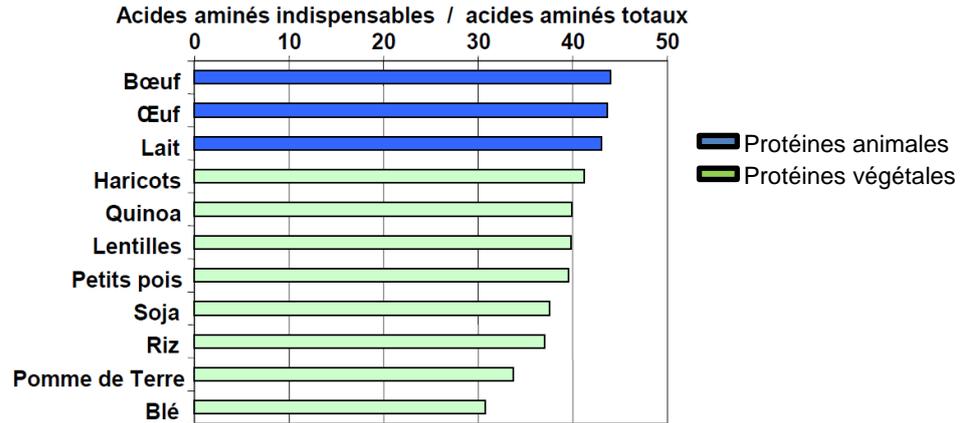


Figure 2 : Teneur en acides aminés indispensables des protéines alimentaires (15)

Une autre approche consiste à partir des données de besoin moyen en acides aminés indispensables ; à calculer un profil de référence de composition en acide aminé indispensables. Ce profil de référence est calculé en considérant que le besoin en chaque acide aminé indispensable doit être satisfait pour un apport correspondant au besoin nutritionnel moyen en protéines, soit 0,66 g/kg/jour. (18)

Le Tableau 4 représente les estimations par l'AFSSA en ce qui concerne les besoins moyens en acides aminés indispensables chez l'homme adulte et le profil de référence en acide aminé indispensables calculé dans la dernière colonne.

Acides aminés indispensables	Besoin moyen en mg/kg/jour	Profil de référence en mg/g de protéine*
Isoleucine	18	27
Leucine	39	59
Lysine	30	45
Acides aminés soufrés (Cystéine et Méthionine)	15	23
Acides aminés aromatiques (Phénylalanine, Tyrosine)	27	41
Thréonine	16	25
Tryptophane	4	6
Valine	18	27
Histidine	11	17

Tableau 4 : Besoins en acides aminés indispensables chez l'adulte (15)

\*calcul : besoins en acides aminés considéré de l'adulte / 0,66

La qualité des protéines est évaluée en comparant la composition en acides aminés indispensables des différentes sources de protéines au profil de référence en acides aminés indispensables. L'indice chimique peut alors être calculé à partir des données précédentes comme le rapport entre la concentration de chaque acide aminé indispensable dans la protéine étudiée et la concentration du même acide aminé dans le profil de référence. L'indice chimique d'une protéine est assimilé à celui de l'acide aminé ayant la valeur la plus faible.

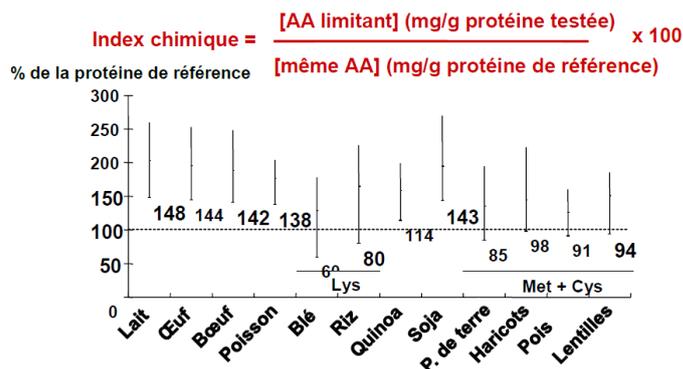


Figure 3 : Indice chimique des protéines alimentaires (14)

Cet indice représente la capacité des protéines et des régimes à satisfaire le besoin en acides aminés indispensables pour un apport en protéines correspondant au besoin nutritionnel moyen en protéines. De part cette approche, il est possible de définir le concept de l'acide aminé limitant. Une valeur supérieure ou égale à 100 % traduit la capacité d'une protéine à satisfaire le besoin nutritionnel. Une valeur inférieure à 100 % signifie que l'acide aminé correspondant est limitant.

D'après la Figure 3, il apparaît que les protéines animales ne présentent pas d'acide aminé indispensable limitant. À l'inverse, **la lysine est un acide aminé limitant dans les céréales (blé, riz, maïs)**. Les acides aminés soufrés (**méthionine et cystéine**) ne sont pas strictement limitant ; ils sont **en quantité limitée dans les légumineuses**, mais proches de la valeur requise. Le **soja** a une valeur tout à fait correcte comparable aux valeurs des produits animaux. (15)

### Deuxième critère nutritionnel des protéines : la biodisponibilité

La biodisponibilité de la protéine est la quantité d'acides aminés disponible pour les tissus après les processus de digestion et d'absorption. La biodisponibilité est évaluée grâce à leur digestibilité d'une part et la rétention azotée qu'elles entraînent d'autre part.

La biodisponibilité est généralement assimilée à la digestibilité iléale ou fécale qui représente la proportion de protéines absorbées. La digestibilité fécale a été mesurée chez l'Homme pour quelques aliments présentés dans le tableau suivant. (15)

Aliment	Digestibilité iléale (%)
Farine de blé (toast)	90.3
Farine de lupin	91.0
Isolat de soja	91.5
Protéines de pois	89.9
Protéines de colza	84.0
Œuf (cru/cuit)	51.3-90.9
Boeuf	94.3
Protéines de lait	95.0
Caseine	94.0-95.0

Tableau 5 : Variation de la digestibilité iléale de diverses sources protéiques (15)

Le Tableau 5 montre que la digestibilité iléale du soja est très proche de celle des protéines animales (bœuf, protéine de lait).

## Méthodes analytiques de l'évaluation de la qualité protéique

Au cours des avancées scientifiques, différents indices ont été proposés pour quantifier la qualité des protéines alimentaires.

### ➤ Le PDCAAS : Protein Digestibility corrected amino acid score

En 1989 l'indice PDCAAS (protein digestibility corrected amino acid score) est créé pour estimer la richesse en acide aminé indispensable dans un aliment. Il est le plus utilisé actuellement et recommandé par la FAO. Il se détermine par la quantité de l'acide aminé indispensable limitant d'une protéine donnée par rapport à la quantité de ce même acide aminé dans la protéine de référence virtuelle définie par la FAO (différente pour l'enfant et l'adulte), en prenant en compte la digestibilité de la protéine. Le PDCAAS correspond à l'indice chimique l'acide aminé limitant multiplié par la digestibilité fécale vraie de la protéine. Il est défini par la formule suivante (15) :

$$PDCAAS = \frac{\text{mg d'AA limitant dans 1g de la protéine testée}}{\text{mg du même AA dans 1g de la protéine de référence}} \times \text{digestibilité fécale vraie}$$

De même que pour l'indice chimique, lorsque la valeur de PDCAAS est supérieure ou égale à 1 pour tous les acides aminés on considère qu'il n'y a pas d'acide aminé limitant dans la protéine considérée. Les aliments d'origine animale ont alors un PDCAAS supérieur à 1 (le résultat est tronqué à 1), alors qu'il est inférieur à 1 généralement pour les aliments d'origine végétale. Ce rapport est généralement voisin de 1 pour l'apport total (protéines animales et végétales) d'un régime occidental mixte. (19)

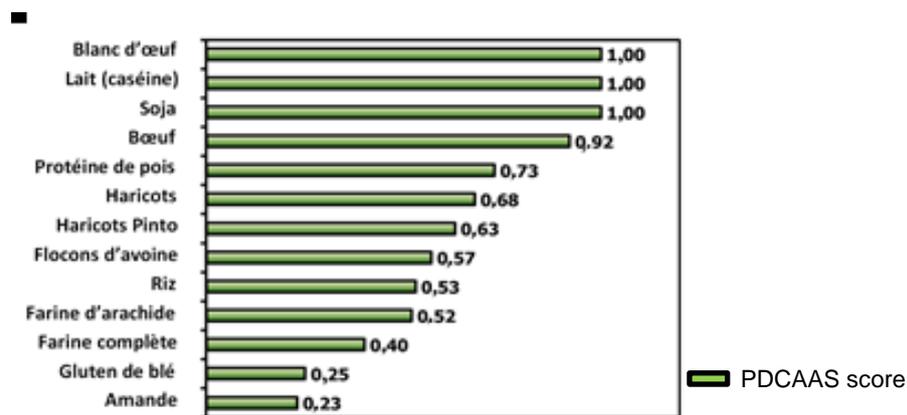


Figure 4 : Score de PDCAAS (indice chimique corrigé de digestibilité) de plusieurs sources de protéines (20)

Les protéines animales sont très digestibles et l'équilibre des acides aminés qui les composent, proche de celui des besoins de l'homme, leur donne un maximum d'efficacité, ce qui n'est pas le cas pour les protéines d'origine végétale pour lesquelles une complémentarité entre sources différentes, est nécessaire pour assurer un apport de tous les acides aminés en quantité adéquate. Cependant, les traitements thermiques (cuisson, autoclavage) ou thermomécaniques (extrusion) mais aussi la fermentation permettent d'augmenter le PDCAAS en améliorant la digestibilité des protéines végétales.

Le PDCAAS a donc des limites et ne peut évaluer à lui seul la qualité des protéines végétales.

Source alimentaire	PDCAAS	Digestibilité (%)
Soja	0,92 – 1,00	95-98
Blé	0,25	96-99
Bœuf	0,92	94-98
Œufs	1,00	97-98
Lait	1,00	95

Tableau 6 : Qualité des protéines évaluée par différentes méthodes (15)

### ➤ Le DIAAS : Digestible indispensable amino acid score

Un nouvel indice le *digestible indispensable amino acid score* (DIAAS) a été proposé par la FAO et l'OMS en 2013 comme plus exact car tenant compte de la digestibilité et de l'absorption iléale de chaque acide aminé indispensable, mais la limitation des données n'en permet pas encore l'utilisation courante. (19) La formule du DIAAS est la suivante.

$$DIAAS (\%) = 100 \times \frac{mg \text{ de l'acide aminé indispensable digestible dans } 1g \text{ de l'apport protéique considéré}}{mg \text{ du même acide aminé indispensable dans } 1g \text{ de protéine de référence}}$$

Cet indice n'est plus calculé sur la base du score du seul acide aminé limitant et de la digestibilité globale de la protéine mais à partir de la composition en chacun des acides aminés indispensables et de leur digestibilité individuelle au niveau de l'intestin grêle (digestibilité mesurée par prélèvement au niveau de l'iléon). Cette digestibilité plus complexe à mesurer est encore peu renseignée. (21) (15)

La méthode PDCAAS classe le soja comme une source de protéines de haute qualité avec un score allant de 0,9 à 1 selon la source de l'aliment, ce qui est comparable à celui des protéines de la viande et du lait. La valeur DIAAS de la protéine de soja peut être légèrement inférieure (0,9) à son score PDCAAS mais cela la classe également dans les protéines de haute qualité. (22)

### Le principe de complémentarité des protéines

Comme nous l'avons vu précédemment, les facteurs limitants de l'apport en protéines végétales sont la lysine (déficiente dans les céréales) et les acides aminés soufrés (la méthionine et la cystéine sont en quantité limitée dans les légumineuses). Les produits céréaliers présentent un apport très important en méthionine mais pauvre en lysine. Les légumineuses ont rapport lysine/méthionine plus équilibré

L'acide aminé limitant peut être différent selon la protéine végétale considérée. Lorsque deux aliments végétaux sont associés, les acides aminés d'une protéine peuvent compenser ceux qui sont sous-représentés dans l'autre. Ce principe de complémentarité de l'apport en protéines via les légumineuses et les céréales est remis en question ces dernières années. Il est alors considéré qu'il n'est pas nécessaire pour un même repas d'avoir systématiquement cette complémentarité légumineuse/céréale, l'équilibre peut être apporté sur une journée voir sur la semaine. (18) En effet, le corps maintient un pool d'acides aminés indispensables qui peuvent être utilisés en complément de l'apport alimentaire ; c'est l'une des raisons pour laquelle la complémentarité stricte des protéines végétales n'est plus considérée comme nécessaire. (23)

### I.2.1.2 Les lipides

Les graisses alimentaires sont classées selon la classification de Hennen (1995) en six catégories de substances : les triglycérides, les glycérophospholipides, les sphingolipides, les terpénoïdes, les stérols et stéroïdes et enfin les acides gras. (24)

#### Rôles physiologiques des lipides

Les lipides ont un rôle énergétique majeur, en effet, un gramme de lipide apporte 9 kcal. Après ingestion une petite partie des lipides peut être utilisée rapidement mais la majorité est stockée sous forme de triglycérides dans les adipocytes.

Les lipides alimentaires ont un rôle fonctionnel essentiel. Le cholestérol est à l'origine de la synthèse des acides et des sels biliaires mais aussi des hormones stéroïdiennes, surrénaliennes et sexuelles ainsi que la synthèse de vitamine D. Les acides gras oméga-3 et oméga-6 sont à l'origine de la cascade réactionnelle aboutissant à la formation de prostaglandines, des leucotriènes et du thromboxane, médiateurs de l'inflammation, de l'agrégation plaquettaire et de la motricité vasculaire. (10) (25)

Les lipides ont également un rôle structural capital : les phospholipides et le cholestérol entrent dans la composition des membranes cellulaires et mitochondriale. Ils participent à la cohésion physico-chimique des membranes et leur confèrent une certaine fluidité. (10)

Le cholestérol est uniquement contenu dans les produits animaux et lorsqu'il est en excès, il favorise l'athérosclérose et le développement de maladies cardiovasculaires ; il faut alors donc limiter sa consommation. Les phytostérols sont des lipides provenant des végétaux et contribuent à l'effet hypocholestérolémiant des végétaux. Il faut noter que les lipides alimentaires permettent une meilleure absorption dans le bol alimentaire des vitamines liposolubles (A, D, E, K).

#### Les acides gras

Les acides gras peuvent être classés selon leur classification biochimique (polyinsaturés, mono-insaturés et saturés) ou bien selon leur distinction acide gras indispensables et acide gras non indispensables.

L'apport en acides gras journalier doit être entre 35 et 40 % de l'apport énergétique total (AET). Afin d'apporter une quantité suffisante en acide gras poly-insaturés (oméga-3 et oméga-6, DHA) la quantité d'acide gras totale ne doit pas être en dessous de 30 % de l'apport énergétique total. En dessous de 35 % et au profit des glucides, des études ont montrées qu'il n'y avait plus de bénéfices établis pour la santé cardiovasculaire.

La classification des acides gras évolue et une autre classification apparaît distinguant les acides gras indispensables des acides gras non indispensables. (26)

Les **acides gras indispensables** sont au nombre de trois : l'acide linoléique ou LA (C18 :2 n-6), l'acide  $\alpha$ -linoléique ou ALA (C18 n-3) et un de ses dérivés l'acide docosahexaénoïque ou DHA (C22 :6 n-3). L'apport de l'acide linoléique (précurseur de la famille des oméga-6) est limité à 4 % de l'AET. De plus, il est important que le rapport oméga-3 sur oméga-6 soit inférieur à 5 et dans l'idéal être égal à 4. Ce ratio d'apport est souhaitable pour la prévention des maladies cardiovasculaires, de l'inflammation et de la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA). L'apport recommandé en ALA (précurseur de la famille des oméga-3) est fixé à 1 %. L'apport minimal en DHA est fixé à 250 mg/jour du fait de la faible conversion à partir de l'acide  $\alpha$ -linoléique. (27)

Les **acides gras non indispensables** comprennent l'acide eicosapentaénoïque (EPA), les acides gras saturés, l'acide oléique, les autres acides gras non énumérés précédemment parmi les acides gras polyinsaturés, mono-insaturés, trans et conjugués. La recommandation pour l'apport en EPA est fixée à 250 mg/jour. (27)

L'acide palmitique, l'acide laurique et l'acide myristique ont un rôle athérogène. Il faut donc limiter leur apport à 8 % de l'AET et compléter à 12 % avec les acides gras saturés à chaîne courte et l'acide stéarique. Chez les personnes en prévention du risque de pathologie cardiovasculaire, l'ANC pour les acides gras saturés totaux est de 12 % également. (27)

L'acide oléique n'a pas d'impact sur le risque cardiovasculaire, il doit donc être utilisé pour ajuster les apports. Son apport se situe entre 15 et 20 % de l'AET. Chez les personnes en prévention du risque de pathologies cardiovasculaires la valeur à ne pas dépasser serait de 20 %. (27)

Il faut souligner que l'apport en acides gras dérivés n-3 (EPA et DHA) doit se faire via l'alimentation car leur synthèse à partir de l'ALA est très faible chez l'homme. L'apport recommandé pour la somme EPA et DHA est de 500 mg par jour et elle est portée à 750 mg/jour en cas de pathologie cardiovasculaire.

Acides gras indispensables			Acide gras non indispensables				
Linoléique	$\alpha$ -linoléique	DHA	EPA	Laurique (C <sub>12</sub> ) Myristique (C <sub>14</sub> ) Palmitique (C <sub>16</sub> )	AGS	Oléique	Autres
C <sub>18</sub> : 2 n - 6	C <sub>18</sub> : 3 n - 3	C <sub>22</sub> : 6 n - 3	C <sub>20</sub> : 5 n - 3			C <sub>18</sub> : 1 n - 9	
%	4	1		≤ 8	≤ 12	15 - 20	< 2
mg		250	250				

AGS : acides gras saturés ; DHA : acide docosahexaénoïque ; EPA : acide eicosapentaénoïque.

Tableau 7 : Recommandations de l'Afssa 2010 pour les apports en acides gras, pour un adulte consommant 2000 Kcal, en % de l'AET sans alcool, l'ensemble des lipides représentant 35 à 40% de l'AET (26)  
DHA : acide docosahexaénoïque, EPA : acide eicosapentaénoïque, AGS : Acide gras saturé

Des recommandations spécifiques existent pour la femme enceinte, allaitante, pour le nouveau-né et le nourrisson ainsi que pour l'enfant et l'adolescent, nous nous y intéresseront dans la deuxième partie de la thèse.

Les apports lipidiques doivent donc être variés en associant des graisses d'origine animales et végétales (à l'exception de l'huile de palme très riche en acide palmitique).

### 1.2.1.3 Les glucides

Les glucides sont des molécules organiques constituées de carbone, hydrogène et oxygène selon la formule générale C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>O<sub>n</sub>. Parmi eux, on compte les glucides simples (chaîne carbonée de trois à sept carbones) que sont les monosaccharides comme le glucose et les disaccharides comme le saccharose. Les glucides complexes sont des polymères plus complexes comme l'amidon. Au niveau réglementaire, les sucres sont définis uniquement comme des mono- et disaccharides.

Aucun glucide n'est indispensable de sorte que le besoin absolu en glucides n'est pas connu avec précision, mais il dépend des quantités de protéines et de lipides ingérées.

Le principal rôle des glucides alimentaires dans l'organisme est d'apporter de l'énergie. Leur métabolisme est rapide est fourni en moyenne 4 kcal par gramme de glucides. Le

métabolisme des glucides entraîne une sécrétion d'insuline (hormone hypoglycémisante) par les cellules bêta du pancréas. D'autre part, les glucides alimentaires ont un rôle constitutif. Ils entrent dans la composition des acides nucléiques tels que ribose et le désoxyribose de l'ADN et de l'ARN ou encore les mucopolysaccharides comme le chondroïtine-sulfate des cartilages, le mucoïtine-sulfate du mucus ou l'acide hyaluronique.(10)

L'**index glycémique (IG)** permet d'estimer le pouvoir hyperglycémiant d'un aliment par rapport au glucose (glucide de référence). En fonction de sa composition en glucides, chaque aliment a un index glycémique propre. L'IG est calculé en mesurant la glycémie suite à l'ingestion d'un aliment pendant plusieurs heures. La courbe du taux de glucose dans le sang en fonction du temps est alors représentée, les valeurs prises en compte pour le calcul de l'IG sont les surfaces sous la courbe (SSC).

$$IG \text{ aliment} = \frac{SSC \text{ aliment}}{SSC \text{ glucose}} \times 100$$

avec *IG aliment* : Indice glycémique de l'aliment étudié sans unité, *SSC aliment* : surface sous la courbe comprise entre la valeur normale de la glycémie et la courbe de la glycémie en fonction du temps, de l'aliment étudié, *SSC glucose* : surface sous la courbe comprise entre la valeur normale de la glycémie et la courbe de la glycémie en fonction du temps.

Des facteurs peuvent influencer la valeur de l'indice glycémique comme la présence de lipides, de fibres, ou d'autres substances (phytates, lectines, tanins), les traitements chimiques (modes de cuisson) ou mécaniques (broyages par exemple).

L'indice glycémique du glucose est de 100. Les aliments sont généralement classés en trois groupes : à IG bas (IG < 50), à IG moyen (50 < IG < 70), et à IG élevé (IG > 70). (28)

En Annexe 2, un tableau classe certains aliments en fonction de leur **charge glycémique (CG)**. Cet indice permet de mieux apprécier dans la pratique l'effet glycémique d'un aliment en corrélant son index glycémique à la quantité de glucides qu'il renferme.

$$Charge \text{ glycémique} = \frac{\text{Index glycémique} \times \text{Quantité de glucides dans une portion d'aliment}}{100}$$

Lorsque la quantité de glucides fournie est inférieure aux besoins pour le fonctionnement des organes glucodépendants, les glucides manquants seront d'abord libérés de par la glycogénolyse, ensuite synthétisés depuis les protéines et les lipides avec formation de corps cétoniques (également libérés lors du jeûne). Une adaptation a lieu si l'insuffisance d'apport persiste, avec maintien d'une néoglucogénèse au niveau de la médulla rénale. Un apport presque exclusif en lipides et protéines permet un équilibre nutritionnel : le danger est qu'il faut un apport massif de lipides afin que l'apport calorique soit suffisant.

L'ANSES recommande tout de même la consommation de 100 grammes de sucres totaux par jour (hors lactose). Les sucres comptabilisés sont les monosides et les diosides : fructose, glucose et saccharose ; ainsi que les sirops de glucose ou de fructose. La part des glucides dits simples devrait être limitée à environ 10 % de la ration énergétique, ils constituent peu d'intérêts nutritionnels car ils apportent seulement de l'énergie. (29) L'OMS recommande de maintenir l'apport éventuel en sucres simples à moins de 10 % des besoins énergétiques totaux et même de le ramener à moins de 5 % si l'on veut obtenir des bienfaits supplémentaires sur le plan de la santé. (30) Il est intéressant que les denrées sucrées soient vectrices de micronutriments comme par exemple au sein des fruits : aliments riches en fructose, glucose, vitamines et fibres.

### I.2.1.4 Les fibres

Les fibres alimentaires sont définies par le Codex Alimentarius en 2008 comme des « polymères glucidiques composés de trois unités monomériques ou plus, qui ne sont ni digérés ni absorbés dans l'intestin grêle humain et appartiennent à l'une des catégories suivantes : (31) (32)

- polymères glucidiques comestibles, présents naturellement dans la denrée alimentaire telle qu'elle est consommée ;
- polymères glucidiques comestibles qui ont été obtenus à partir de matières premières alimentaires brutes par des moyens physiques, enzymatiques ou chimiques et ont un effet physiologique bénéfique démontré par des critères scientifiques généralement acceptés ;
- polymères glucidiques comestibles synthétiques qui ont un effet physiologique bénéfique démontré par des critères scientifiques généralement acceptés. »

Les critères scientifiques « généralement acceptés » sont les suivants :

- une diminution du temps de transit intestinal ;
- une augmentation du volume des selles ;
- la fermentation des fibres par la flore microbienne colique ;
- une réduction de la cholestérolémie totale et de la cholestérolémie LDL ;
- une réduction de la glycémie post-prandiale et/ou de l'insulinémie.

À partir de cette définition, les fibres regroupent :

- les constituants des parois végétales : hémicelluloses, cellulose ou substances pectiques ;
- des produits ajoutés à la formulation de produits alimentaires que l'on peut qualifier d'additifs : gommes (gomme guar, gomme xanthane...), carraghénanes... ;
- les amidons naturels ou obtenus par voie technologique ;
- les oligosaccharides indigestibles : fructo-oligosaccharides, oligo-fructoses, galacto-oligosaccharides (depuis 2002, l'AFSSA inclus les oligosaccharides dans les fibres). (31)

Classes	Dénomination	Exemples de glucides présents dans les aliments	Autres dénominations/classifications	
DP ≤ 2	Oses	Glucose, fructose	Glucides simples	Sucres (classification biochimique)
	Diosides	Saccharose, lactose, maltose		
	Polyols	Sorbitol, xylitol, maltitol		
3 ≤ DP ≤ 9	Oligosides	Maltodextrines (de DP ≤ 9)	Glucides complexes	
		Inuline (fraction dont DP ≤ 9), fructooligosides (FOS), galactooligosides (GOS) (dont les α-galactosides), xylooligosides (XOS), polydextrose		
DP ≥ 10	Polyosides	Amidon, glycogène (α-glucanes)		
		Cellulose, pectines, hémicelluloses (dont les arabinoxylanes, les xyloglucanes), β-glucanes, gommes végétales et mucilages, hydrocolloïdes		

Tableau 8 : Classification et dénomination des glucides et des fibres en fonction de leurs degrés de polymérisation (DP) considérées (oligosides et polyosides) (32)

Les fibres peuvent également être classées en fonction de leur solubilité ou insolubilité en milieu aqueux. Deux catégories de fibres sont ainsi définies, chacune d'elles présentent des propriétés propres. (31)

Les **fibres insolubles** restent en suspension et ont la capacité de rétention d'eau (la cellulose, l'hémicellulose, la lignine notamment). Elles augmentent le volume des selles ce qui facilite le transit. Elles sont présentes dans les céréales complètes, le son de blé, les légumineuses, les oléagineux, les tiges ou feuilles de certaines plantes. (31)

Les **fibres solubles** forment des solutions visqueuses ou gels en milieu aqueux ( $\beta$ -glucanes de l'avoine ou du seigle, la gomme guar, les mucilages et les pectines). L'ispaghul forme au contact de l'eau un mucilage qui accroît le volume des selles. Les fibres solubles ralentissent l'absorption des nutriments (glucoses et lipides en particulier). (31)

Les fibres solubles et insolubles ont la capacité d'échange d'ions ce qui influence leur propriété de fixation des minéraux. De plus, leur hydrophobicité liée à la présence de certains polysaccharides explique leur capacité à se lier aux acides biliaires et/ou au cholestérol et à diminuer leur absorption. C'est le cas par exemple du psyllium (hétéroxylane à 80 % soluble) qui est reconnu pour ces propriétés hypocholestérolémiantes. (31)

Pour conclure, les fibres sont des glucides issus des végétaux, non digestibles par l'homme mais très bénéfiques pour la santé. En effet, les fibres permettent de réguler l'absorption des glucides et de maintenir un transit régulier. Chez l'adulte, l'apport satisfaisant recommandé en fibres par l'ANSES est de 30 grammes par jour. En réalité, les français ont une consommation bien inférieure à cette recommandation.

### **I.2.2. Besoins en micronutriments**

Les micronutriments sont représentés par les vitamines, les minéraux et les oligo-éléments, ils sont nécessaires au maintien d'un métabolisme correct du corps humain. Les micronutriments n'apportent pas d'énergie.

Les vitamines comprennent les vitamines hydrosolubles : les vitamines du groupe B (B1, B2, B3, B5, B6, B9, B12), la vitamine C, et les vitamines liposolubles : les vitamines A, D, E et la vitamine K.

Les principaux minéraux ou microéléments nécessaires sont le sodium, le potassium, le calcium, le phosphore et le magnésium.

Les oligo-éléments ou éléments-traces sont indispensables au métabolisme. Le fer, l'iode, le zinc, le cuivre, le fluor et le sélénium sont considérés comme essentiels.

Les tableaux suivants donnent les différentes valeurs des apports journaliers recommandés en micronutriments pour le sujet adulte.

Vitamines	Femme adulte			Homme adulte		
	BNM	Référence	LSS	BNM	Référence	LSS
A (µg ER/jour)	4 990	RNP : 650	3 000	570	RNP : 750	3 000
B1 (mg/jour)		AS : 1,2 0.14 mg/MJ	/		AS : 1,5 0.14 mg/MJ	/
B2 (mg/jour)		AS : 1,5 0.17 mg/MJ	/		AS : 1,8 0.17 mg/MJ	/
B3 (mg/jour)	11.4 1.3 EN/MJ	RNP : 14 1,6 EN/MJ	10 (acide nicotinique) 900 (nicotinamide)	14.4 1.3 EN/MJ	RNP : 17,4 1,6 EN/MJ	10 (acide nicotinique) 900 (nicotinamide)
B5 (mg/jour)		AS : 4,7	/		AS : 5,8	/
B6 (mg/jour)		AS : 1,5	25		AS : 1,8	25
B9 (µg EFA/jour)	250	RNP : 330 400 en période péri- conceptionnelle	1000 (acide folique)		RNP : 330	1000 (acide folique)
B12 (µg/jour)		AS : 4	/		AS : 4	/
C (mg/jour)		RNP : 110	/		RNP : 110	/
D (µg/jour)		RNP : 15	50		RNP : 15	50
E (mg/jour)		AS : 9,9	300		AS : 10,5	300

Tableau 9 : Références nutritionnelles en vitamines pour l'homme et la femme adulte (15)

BNM : besoin nutritionnel moyen, LSS : limite supérieure de sécurité,

RNP : référence nutritionnelle pour la population, ER : équivalent rétinol, mg/MJ : milligrammes/mégajoule,

EN/MJ : équivalent niacine/mégajoule, EFA : équivalent folate alimentaire, AS : apport satisfaisant

Minéraux et oligo-éléments	Femme adulte			Homme adulte		
	BNM	Référence	LSS	BNM	Référence	LSS
Calcium (mg/jour)	860 avant 25 ans 750 après 25 ans	RNP : 1000 avant 25 ans RNP : 950 après 25 ans	2500	860 avant 25 ans 750 après 25 ans	RNP : 1000 avant 25 ans RNP : 950 après 25 ans	2500
Cuivre (mg/jour)	0.8	RNP : 1	5	1	RNP : 1.3	5
Fer (mg/jour)	6	RNP : 11 (pour les femmes ayant des pertes menstruelles faibles ou normales, soit 80% de la population) RNP : 16 (pour les femmes ayant des pertes menstruelles élevées)	/	6	RNP : 11	/
Iode (µg/jour)		AS : 150	600		AS : 150	600
Magnésium (mg/jour)		AS : 360	/		AS : 420	/
Manganèse (mg/jour)		AS : 2,5	/		AS : 2,8	/
Phosphore (mg/jour)		AS : 700	/		AS : 700	/
Potassium (mg/jour)		À déterminer sur la base d'un rapport équimolaire Na/K	/		À déterminer sur la base d'un rapport équimolaire Na/K	/
Sélénium (µg/jour)		AS : 70	300		AS : 70	300
Sodium (mg/jour)		Données non consensuelles	/		Données non consensuelles	/
Zinc (mg/jour)	6,2 7,6 8,9	7,5 si 300mg/j de phytates 9,3 si 600 mg/jour de phytates 11 si 900 mg/jour de phytates	25	7.5 9.3 11	9,4 si 300mg/j de phytates 11,7 si 600 mg/jour de phytates 14 si 900 mg/jour de phytates	25

Tableau 10 : Références nutritionnelles en minéraux et oligo-éléments pour l'homme et la femme adulte (15)

BNM : Besoin Nutritionnel Moyen, RNP : Référence Nutritionnelle pour la population,

LSS : Limite supérieure de sécurité, AS : Apport Satisfaisant

De ces références nutritionnelles découlent des objectifs nutritionnels avec des repères alimentaires décrits et redéfinis dans le dernier PNNS. Les repères alimentaires visent à ce que la population générale adopte des habitudes alimentaires afin d'arriver à l'apport nutritionnel recommandé. Ces repères ont pour but de couvrir les besoins de la quasi-totalité

de la population, les apports nutritionnels conseillés couvrent les besoins de 97,5 % de la population.

Les besoins en macronutriments et micronutriments chez l'enfant, la femme enceinte, la personne âgée et le sportif seront abordés dans la deuxième partie de ce travail. Des conseils seront apportés afin de mener une alimentation végétarienne/végétalienne équilibrée et sans carences dans ces situations physiologiques.

### I.2.3. Besoins hydriques

L'eau est évidemment un élément essentiel pour l'organisme. L'apport satisfaisant en eau regroupe toutes les sources d'eau à savoir : l'eau de boisson, l'eau présente dans les autres boissons, l'eau contenue dans les aliments et une petite partie produite par le métabolisme de ces aliments. En 2010, l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) a défini les apports hydriques pour la population adulte ayant un mode de vie modérément actif et vivant dans un milieu tempéré. (14)

Population	Femme adulte	Homme adulte	Femme enceinte, allaitante
Besoins hydriques (Litre/jour)	2	2,5	2,5

Tableau 11 : Apports hydriques nécessaires chez la femme et l'homme adulte ainsi que chez la femme enceinte et allaitante (19) (15)

### I.2.4. L'équilibre alimentaire actualisé selon le PNNS 4

L'équilibre alimentaire définit l'apport qualitatif et quantitatif de chaque catégorie d'aliment afin d'obtenir un bon fonctionnement de l'organisme et de maintenir celui-ci en forme et en croissance. Le but étant de maintenir une couverture optimale des besoins nutritionnels à chaque période de la vie. L'équilibre alimentaire entre les aliments apportés est un moyen de prévenir les maladies chroniques à déterminisme nutritionnel.

Le premier Programme National Nutrition Santé a été mis en place la première fois en 2001 (PNNS 1) pour la période 2001-2005. Il définissait les premiers repères nutritionnels pour la population française. Depuis, ces repères ont évolué dans le temps, donnant suite au deuxième PNNS qui s'est établi de 2006 à 2010. Un plan obésité a également été mené de 2010 à 2013. Ensuite il y a eu le PNNS 3 de 2011 à 2016 et dernièrement le PNNS 4 (2017-2021).

Le PNNS propose un modèle alimentaire adapté aux habitudes françaises, qui répond aux préoccupations de santé publique tout en préservant la valeur hédonique de l'alimentation. Le PNNS doit éviter d'uniformiser le paysage alimentaire. (1) L'évolution des données scientifiques, et des habitudes alimentaires de la population, rendent nécessaire l'actualisation des repères de consommation alimentaire et des objectifs de santé publique en nutrition.

Jusqu'à présent, les recommandations officielles sont élaborées pour la majorité des français qui consomment des produits animaux et ne sont donc pas adaptées aux végétariens et végétaliens. Au Royaume-Unis et en Inde (pays où l'on trouve respectivement 11 à 12 % et 30 % de végétariens) les guides nutritionnels sont adaptés à ce régime alimentaire.

D'autre part, dans les conditions actuelles de disponibilité alimentaire en France (incitation à la consommation, contraintes socio-économiques, exigences psychosensorielles),

l'alimentation spontanée d'un individu est assez éloignée de ces objectifs nutritionnels. L'interprétation des études épidémiologiques montre souvent l'existence d'un excès d'apport énergétique avec une surreprésentation des lipides par rapport aux glucides et une consommation insuffisante de fruits et de légumes.

En janvier 2017, l'Anses a rendu un premier avis relatif à l'évolution de ces repères en vue du PNNS 4. Le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) a émis un avis en prenant en considération différents éléments tels que le rapport de L'ANSES, l'audition d'experts ainsi que les recommandations européennes. Les catégories d'aliments sont actualisées et le HCSP propose maintenant douze repères alimentaires au lieu de huit (PNNS 3). (33) Trois nouvelles classes d'aliments font leur apparition avec : les fruits à coque sans sels ajoutés, les légumineuses et la charcuterie. Le rapport mentionne que l'équilibre alimentaire s'effectue plutôt sur une journée que sur un repas. De plus, il est nécessaire de diversifier les aliments (grâce notamment aux lieux et modes d'approvisionnement ainsi que l'origine des produits) et de consommer des produits issus de cultures avec un faible taux d'exposition aux pesticides. La pratique d'une activité physique régulière est également recommandée, c'est-à-dire l'équivalent de trente minutes de marche rapide par jour pour les adultes et une heure pour les enfants. (34)

Le PNNS 4 définit les repères alimentaires suivants :

- 1) Le repère « **5 fruits et légumes par jour** » est toujours d'actualité, avec toujours la recommandation d'augmenter la consommation de fruits et de légumes. Une portion représente 80 à 100 g soit au minimum 400 g de végétaux par jour. La consommation de jus de fruit est limitée à 1 seul verre par jour et les fruits séchés sont à limiter également.
- 2) **Les fruits à coque sans sel ajouté** (amande, noix, noisettes, pistaches...), c'est-à-dire les oléagineux doivent être consommés à raison **d'une poignée par jour**, ils sont source d'acides gras oméga-3 notamment.
- 3) **Les légumineuses** (lentilles, pois chiches, haricots...) peuvent être considérées comme substituts de viandes et de volailles. Les protéines végétales sont revalorisées, la recommandation impose **d'en consommer au moins deux fois par semaine**.
- 4) En ce qui concerne les féculents, **les produits céréaliers sont à consommer tous les jours en privilégiant les produits complets ou peu raffinés**.
- 5) **La consommation de produits laitiers est revue à la baisse avec 2 produits laitiers** par jour conseillés chez l'adulte contre 3 portions par jour chez l'adulte et 4 portions par jour chez l'enfant, l'adolescent et la personne âgée dans le PNNS 3. En raison de leur forte teneur en graisse et de leur pauvreté en calcium, le beurre, la crème fraîche et les fromages fondus à tartiner sont considérés comme des matières grasses et non des produits laitiers. Les desserts lactés (crèmes desserts, flans...), les glaces, et le chocolat au lait ne sont pas considérés comme des produits laitiers.
- 6) Une **diminution de la consommation de viande** (limitée à **500 grammes par semaine**), notamment de viande rouge maximum, la volaille étant à privilégier.
- 7) **La consommation de charcuterie est limitée à 150 grammes par semaine** et le jambon blanc est l'aliment de ce groupe à privilégier. La consommation de viande transformée est à limiter, ainsi que la viande cuite à haute température (barbecue, friture...). Il faut varier les modes de cuisson : rôtie, bouillie...

- 8) **Les poissons et les fruits de mer doivent être consommés deux fois par semaine**, en incluant une fois un poisson gras (maquereau, saumon, sardine...).
- 9) **La consommation de produits sucrés est toujours à limiter** : confitures, gâteaux, biscuits... Il vaut mieux terminer son repas par un fruit plutôt que par un produit sucré. Afin de limiter la consommation de sucre, il faut éviter de sucrer les yaourts et les boissons chaudes.
- 10) En ce qui concerne **les matières grasses, leur consommation doit rester faible**. La limitation concerne aussi bien les matières grasses ajoutées aux plats cuisinés (huiles végétales, beurre, margarine, crème fraîche ...) que les aliments riches en matières grasses comme les viennoiseries, les pâtisseries, les produits frits ou panés ou certains plats préparés (un plat contenant plus de 10 % de graisse est considéré comme trop gras). Les huiles de colza et noix (riches en acides alpha linoléique) ainsi que l'huile d'olive sont à privilégier. Il faut utiliser les modes de cuisson nécessitant peu de matières grasses, à savoir : la vapeur, le wok, la poêle antiadhésives, les papillotes, l'autocuiseur.
- 11) **La consommation de sel est toujours à réduire**, ceci en limitant l'ajout de sel en cuisine et à table ainsi qu'en limitant la consommation d'aliments salés. Le sel iodé est recommandé. La consommation de sel a pour limite 6 g par jour sachant que 80 % du sel que nous consommons provient des aliments eux-mêmes, les 20 % restant provient du sel que l'on rajoute dans l'eau de cuisson ou les plats (il faut donc limiter à 1,2 g l'apport en sel de table par jour).
- 12) **L'eau est à boire à volonté**. En outre, il faut éviter la consommation de boissons sucrées (jus de fruits, soda) et la consommation de d'alcool. La quantité est limitée à deux verres de vin par jour pour les femmes et trois verres pour les hommes ; quantités au-delà desquelles les risques liés à l'alcool augmentent fortement. (33)

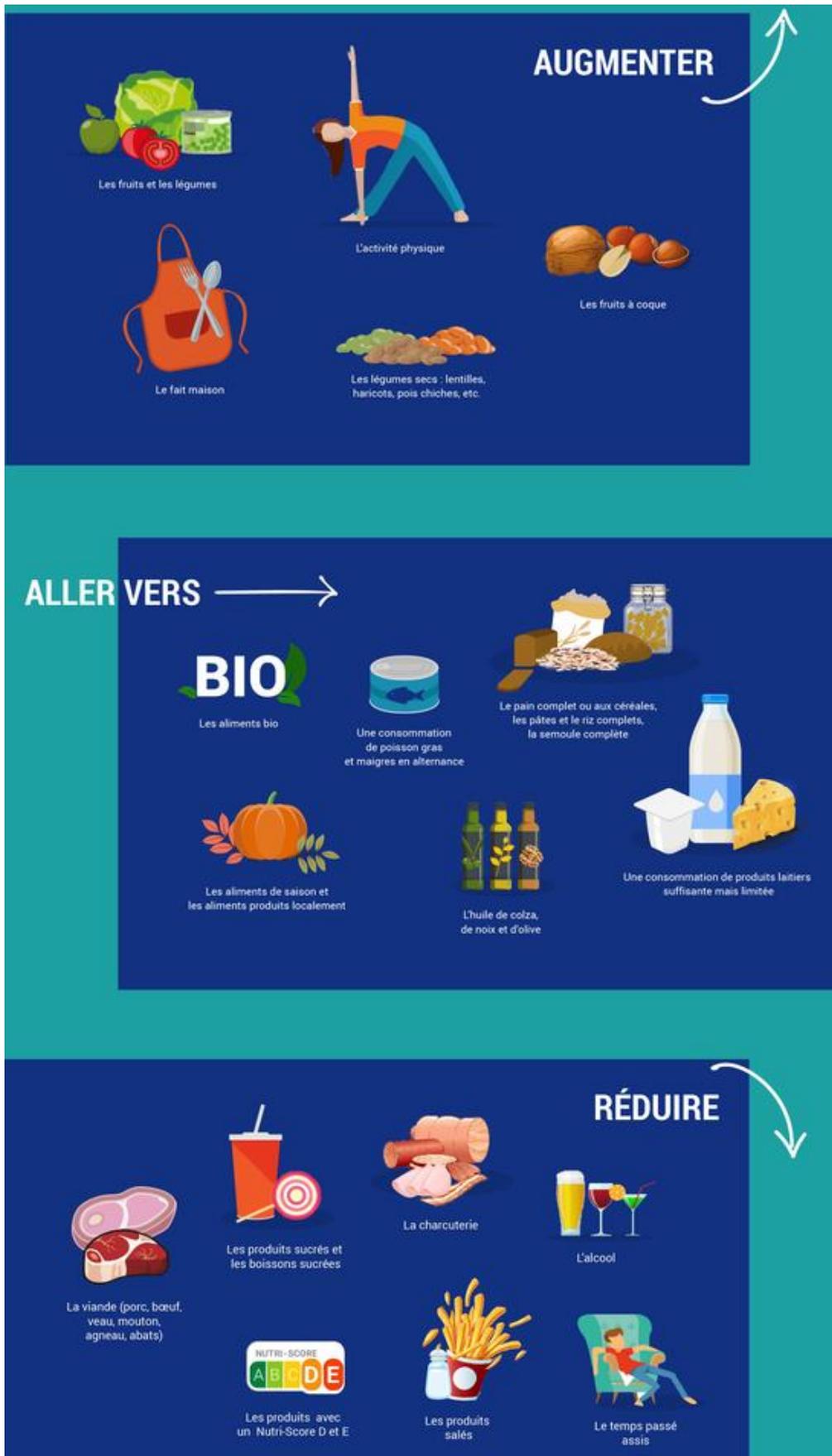


Figure 5 : Les recommandations sur l'alimentation, l'activité physique et la sédentarité en un coup d'œil  
 Représentation des repères nutritionnels selon le PNNS 4 (2017-2021) (35)

### **I.3. Questionnaire sur les habitudes alimentaires des végétaliens et végétariens en France**

Afin de mieux connaître ce que les végétariens et les végétaliens consomment, un questionnaire a été réalisé.

#### **I.3.1. Les données déjà disponibles**

Plusieurs études en France ont déjà été réalisées afin de connaître plus précisément les profils socio-économiques, démographiques et nutritionnels des consommateurs vegans et végétariens.

##### **L'étude Nutrinet-Santé**

L'étude Nutrinet-Santé est une étude de cohorte qui étudie les relations entre la nutrition et la santé depuis 2009. Elle inclue des personnes volontaires, seulement à partir de 18 ans, pas de limite d'âge ensuite. Un article récent s'intéresse aux profils sociodémographiques et nutritionnels des français végétariens et végétaliens. (36) Trois groupes de personnes ont été constitués à partir de déclarations sur le régime alimentaire à l'inclusion dans l'étude : 90 664 omnivores, 2 370 végétariens et 789 végétaliens. (37)

Les résultats montrent que comparés aux sujets omnivores, les végétariens étaient plus souvent des femmes, des individus moins âgés, avaient un IMC plus faible, étaient travailleurs indépendants et chefs d'entreprise, avaient des revenus faibles à modérés et avaient des niveaux d'études élevés. (37)

Les végétaliens étaient plus souvent des hommes, des individus moins âgés, ceux avec un IMC faible, étaient travailleurs indépendants et chefs d'entreprise, avaient des revenus modérés, avaient de faibles niveaux d'études et habitaient en région parisienne. Le fait de vivre seul était plus souvent associé au végétarisme et au végétalisme. (37)

Les végétariens présentaient une prévalence élevée d'insuffisance en vitamines B12, vitamine D et zinc comparé aux autres groupes de régime. (38) (37) Les végétaliens présentaient les plus fortes prévalences d'insuffisance en vitamines A et B2, B5 et B12 (particulièrement chez les femmes), calcium et zinc seulement chez les femmes. Les omnivores présentaient les plus fortes prévalences d'insuffisance en vitamines C et E, en vitamine B9 seulement pour les femmes, et en magnésium. (37)

Les résultats sont concordants avec ceux d'études internationales, en particulier pour les végétariens. La forte prévalence d'inadéquation en vitamine B12 chez les végétaliens a été mise en évidence. Des analyses futures enquêteront sur le lien entre végétarisme ou végétalisme et l'état de santé et sur les motivations conduisant à l'adoption de ces pratiques. (37) Une étude récente a permis de révéler 5 profils de pratiques d'exclusion alimentaire. Le groupe intégrant la plus grande portion de végétariens révèle que leur motivation principale est le bien-être animal. (39)

Une autre étude NutriNet Santé a montré que les végétariens et les végétaliens ou vegans avaient substitué les produits riches en protéines animales par une consommation plus élevée de produits riches en protéines végétales (par exemple des produits à base de soja ou légumes). Les végétariens avaient le régime alimentaire le plus équilibré en termes de macronutriments et aussi une meilleure adhésion aux recommandations nutritionnelles française du PNNS. Comparés aux consommateurs de viande, les végétariens montraient une prévalence estimée plus faible d'inadéquation pour les micronutriments tels que les vitamines antioxydantes, tandis que les végétaliens montraient une prévalence estimée plus élevée d'inadéquation pour certains nutriments, en particulier la vitamine B12 (69,9 % chez les hommes et 83,4 % chez les femmes âgées de moins de 55 ans). Cette étude permet de mettre

en lumière que globalement les végétariens et les végétaliens devraient atteindre les recommandations nutritionnelles. (36)

### **Les études INCA**

Les études INCA sont réalisées tous les 7 ans : INCA1 (1998-1999), INCA2 (2006-2007) et INCA3 (2014-2015). Ces études fournissent sur une période définie des informations sur les habitudes alimentaires de la population française.

Au sein de l'étude INCA2, seulement 0,2 % de la population des enfants et adolescents de 3 à 17 ans déclarait suivre un régime végétarien excluant au minimum la viande. En ce qui concerne la population adulte, dans l'étude INCA2 ils sont moins nombreux (0,5 %) que dans l'étude INCA3 (1,8 %). D'autre part, il n'y a pas d'information précises dans l'étude INCA2 sur les aliments exclus de leur alimentation mais aucun individu n'a déclaré exclure à la fois la viande, le poisson, les œufs et les produits laitiers de son alimentation. (40)

L'étude INCA 3 a permis de recenser un nombre plus important de végétariens parmi les participants ayant répondu au questionnaire auto-administré (AA) s'intéressant notamment aux habitudes alimentaires : soit 2 084 enfants et 2 288 adultes. Parmi les enfants de 0 à 17 ans, seuls 0,4 % déclarent suivre un régime végétarien excluant au minimum la viande. Parmi eux, 48 % déclarent également ne pas consommer de produits de la mer, 29 % de miel et 4,6 % de produits laitiers. Aucun enfant n'excluait les œufs de son alimentation. (41) Au sein de la population adulte de 18 à 79 ans, 1,8 % déclarent suivre un régime végétarien excluant au minimum la viande. Parmi eux, 33 % déclarent ne pas consommer de produits de la mer, 22 % excluent les œufs, 15 % excluent les produits laitiers et 9,2 % excluent le miel. Environ 4,9 % des adultes sont végétaliens soit moins de 0,1 % de la population adulte concernée de l'étude. (41)

Toutefois, l'étude INCA3 cible la population générale de la naissance à 79 ans vivant en France métropolitaine. Ainsi, en France métropolitaine, certaines populations particulières sont insuffisamment couvertes dans l'étude, à savoir les nourrissons et les enfants de moins de 3 ans, les femmes enceintes ou allaitantes, les végétariens et végétaliens, les personnes souffrant d'allergies alimentaires, les populations précaires, etc... Les personnes âgées de 80 ans et plus ne sont pas du tout incluses dans ses études. Tout ceci soulève la question du besoin de données de consommation complémentaires et la nécessité de produire des données sur certaines populations par la mise en place d'études de consommation spécifiques. (40)

Etudes	INCA 2	INCA 3	NutriNet Santé
<b>Adultes végétariens</b>	0,5 % de la population de l'étude Soit n=14 Agés de 18 à 79 ans	1,8 % de la population de l'étude Soit n=40 Agés de 18 à 79 ans	2,52 % de la population de l'étude Soit n= 2370 Adultes sans limites d'âge
Exclusion des produits de la mer	Pas d'informations précises sur les exclusions	33 % (parmi les 1,8 % de végétariens)	
Exclusion des œufs	Pas d'informations précises sur les exclusions	22 % (parmi les 1,8 % de végétariens)	
Exclusion du lait	Pas d'informations précises sur les exclusions	15 % (parmi les 1,8 % de végétariens)	
Exclusion du miel	Pas d'informations précises sur les exclusions	9,2 % (parmi les 1,8 % de végétariens)	
<b>Adultes végétaliens (exclusion de la viande, du poisson, des œufs, des produits laitiers)</b>	Aucun individu n'a déclaré exclure à la fois tous ces aliments	4,9 % (soit moins de 0,1% de la population totale adulte de l'étude) Soit n=3 Agés de 18 à 79 ans	0,84 % de la population de l'étude Soit n=789 Adultes sans limites d'âge
<b>Enfants végétariens</b>	0,2 % (3 à 17 ans) Soit n=3 Agés de 3 à 17 ans	0,4 % (0 à 17 ans) Soit n=11 Agés de 0 à 17 ans	Pas d'enfant dans la cohorte
<b>Caractéristiques des études</b>	Etude d'incidence - Tirage au sort	Etude d'Incidence - Tirage au sort - Harmonisation européenne	Etude de Cohorte - Individus volontaires

Tableau 12 : Synthèse du pourcentage de végétariens et végétaliens dans différentes études

## Le Crédoc

Le Crédoc est un Centre de Recherche pour l'Étude et l'Observation des Conditions de vie. Une partie des études porte sur le domaine de la nutrition. L'étude publiée en 2017, est une étude prospective sur les comportements alimentaires de demain, réalisée pour le ministère de l'agriculture, de l'agro-alimentaire et de la forêt. Elle identifie les tendances de consommations pour mieux comprendre et anticiper l'évolution des pratiques alimentaires des consommateurs français. Parmi les chiffres repères, 23 % des adultes et des enfants de 15 ans et plus en France, déclarent avoir limité leur consommation de viande en 2015 ; ce chiffre est passé à 48 % en 2018. On observe également une tendance à la consommation de plus de protéines végétales : légumineuses (surtout le soja) et céréales. (42) Les moteurs identifiés de cette baisse de consommation de viande sont : une sensibilité accrue aux impacts de l'alimentation sur la santé, une sensibilité accrue des impacts de l'activité d'élevage sur l'environnement, un vieillissement de la population, un éloignement du monde agricole, une sensibilité au bien-être animal (antispécisme). (42)

## Le site journalistique TerraEco

Le site a réalisé un sondage « OpinionWay, Qui sont les végétariens ? » sur deux jours les 27 et 28 janvier 2016, sur un échantillon représentatif de 1 052 personnes. Parmi les participants, il y avait 3 % de végétariens, 10 % ne l'étaient pas mais l'envisageaient et 87 % de non-végétariens. L'envie de consommer moins de viande est de plus en plus présente dans la conscience collective.

### Pourquoi êtes-vous végétarien ? En premier ? Et ensuite ?

Pour des raisons éthiques, de bien-être animal



Pour des raisons environnementales



Pour ma santé



Question posée uniquement aux végétariens, soit 3% de l'échantillon.

## En chiffres

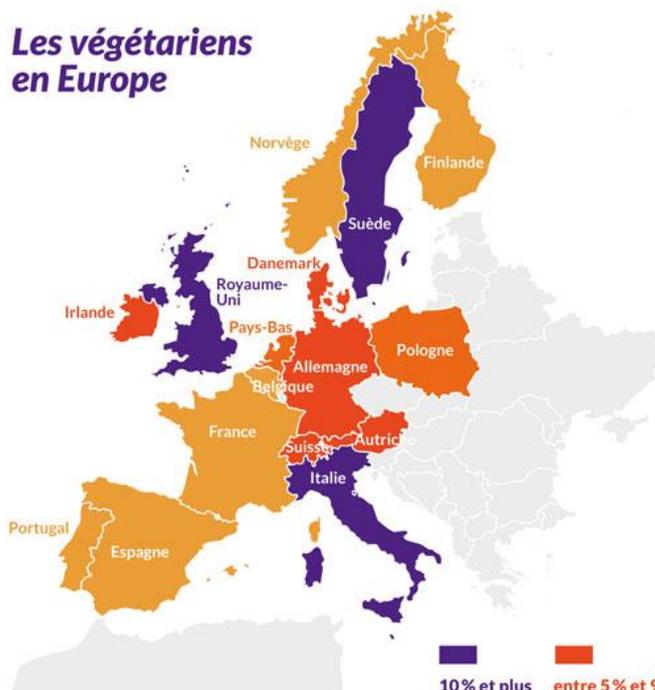
Si le nombre de végétariens reste constant depuis 2012 et notre enquête Terra eco / OpinionWay (3%), le pourcentage de Français qui envisagent de le devenir a très sensiblement augmenté, passant **de 4% à 10%**.

**2% des femmes et 3% des hommes** se déclarent végétariens.

**18%** des sondés âgés de 35 à 49 ans envisagent de devenir végétariens. A partir de 50 ans, ce chiffre tombe à **10%**.

**2%** des personnes interrogées dont le foyer enregistre des revenus supérieurs à 2 000 euros mensuels se déclarent végétariens, contre **4%** dans les foyers aux revenus inférieurs à ce montant.

## Les végétariens en Europe



Presque **85% des Néerlandais** ne consomment pas de viande tous les jours et peuvent être considérés comme flexitariens.

Le marché des produits alimentaires sans viande a atteint **788 millions d'euros** en 2013 au Royaume-Uni.

En 2009, la ville de Gand (Belgique) a lancé le « Jeudi veggie ». Chaque jeudi, toutes les écoles primaires communales et les crèches de la ville proposent désormais une assiette végétarienne. Depuis, **une demi-douzaine de villes**, comme Malines ou Eupen, ont adopté l'idée.

Londres compte **140 restaurants végétariens** ou véganes (contre une quarantaine à Paris).

Plus grand festival végétarien d'Europe, le Vegan fest a attiré **43 000 visiteurs** à Bologne (Italie) en 2014.

Figure 6 : Carte de la répartition de la population végétarienne et végétalienne en Europe (43)

### I.3.2. Questionnaire sur les habitudes alimentaires des végétaliens et végétariens

#### Introduction

Un questionnaire a été construit (voir Annexe 1) afin de répondre à certaines questions sur les habitudes alimentaires des personnes adoptant un régime végétarien ou végétalien (les personnes omnivores ne sont pas ciblées par le questionnaire).

#### Matériel et Méthodes

La première partie du questionnaire s'intéresse aux informations générales des participants : âge, sexe, la façon dont le changement alimentaire a été réalisé.

La deuxième partie du questionnaire vise à évaluer la consommation journalière ou sur la semaine des différentes denrées alimentaires : fruits et légumes, céréales ou pseudo-céréales, légumineuses et plus précisément soja, oléagineux, aliments industriels (produits simili-carnés, chips, biscuits, gâteaux, viennoiseries, barre chocolaté, barre énergétique, pâte à tartiner), algues, soda et jus de fruits, alcool. La méthode utilisée pour renseigner les questions est le rappel des ingestions d'aliments sur la journée ou la semaine précédente.

La troisième partie du questionnaire porte sur les compléments alimentaires, nous la traiterons plus précisément dans la deuxième partie de cette thèse.

Les inclusions se sont déroulées du 7 mai 2018 au 7 juin 2018. La diffusion du questionnaire a eu lieu à la fois via le réseau social Facebook (notamment grâce à l'aide du médecin nutritionniste Docteur Bernard Pellet spécialiste en nutrition végétarienne/lienne qui a relayé le questionnaire sur son mur) et à la fois grâce à des flyers distribués lors du salon WeggieWorld de Bordeaux en mai 2018. Au total plus de 550 personnes ont enregistré leur soumission au questionnaire, mais seulement 548 étaient recevables.

#### Résultats

##### Partie 1 du questionnaire : caractéristiques générales des participants

Parmi les 548 personnes ayant répondu au questionnaire, 431 étaient des femmes soit 78,65 % et 117 des hommes soit 21,35 %. Les végétariens et les végétaliens constituent donc une population majoritairement féminine.

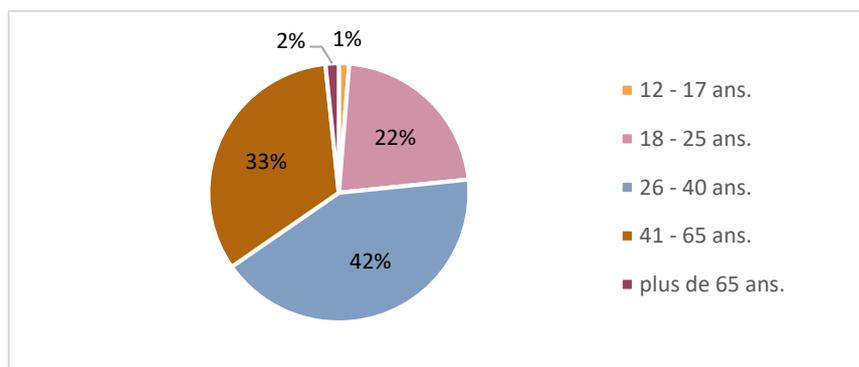


Figure 7 : Répartition des participants selon l'âge des individus

Comme le montre la Figure 7 ci-dessus, la première tranche d'âge représentée sont les personnes entre 26 et 40 ans (42 %), ensuite viennent les personnes entre 41 et 65 ans (33 %), puis les personnes entre 18 et 25 ans (22 %) et ensuite très minoritairement les personnes de plus de 65 ans (2 %) et les enfants de 12 à 17 ans (1 %). Cette répartition peut être influencée

par le mode de diffusion du questionnaire (personnes appartenant à la même tranche d'âge que les diffuseurs).

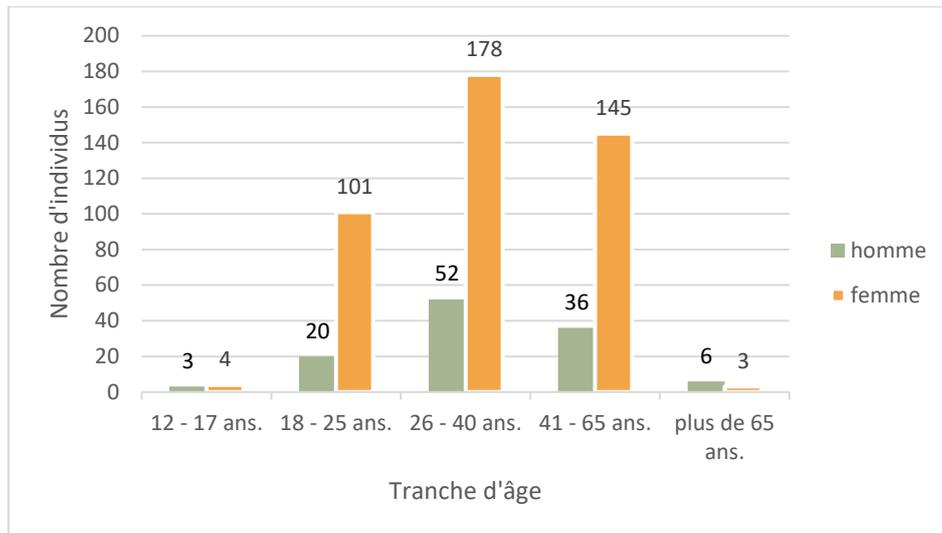


Figure 8 : Répartition des participants selon leur tranche d'âge et du sexe

La répartition des individus hommes et femmes (Figure 8) est globalement homogène en fonction des tranches d'âge. On observe seulement une surreprésentation des hommes dans la catégorie plus de 65 ans (présence de deux fois plus d'hommes que de femmes). Pour la catégorie 26 à 40 ans, à l'inverse les hommes sont moins représentés.

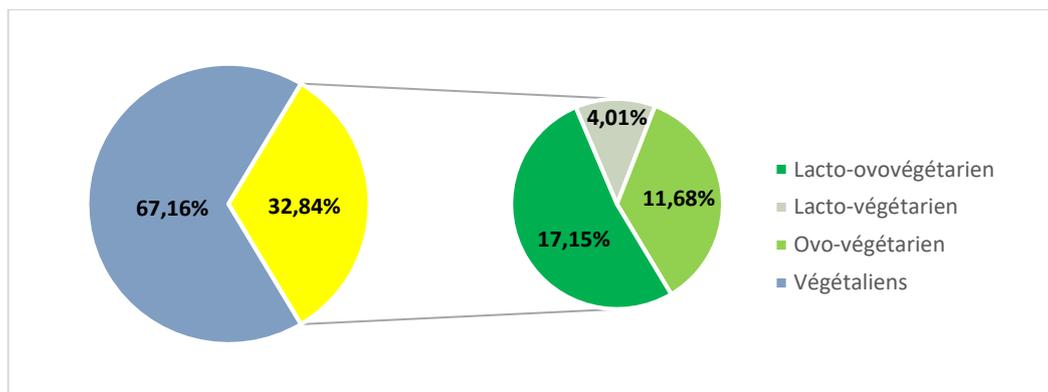


Figure 9 : Répartition des différents types de régimes parmi les participants

Au sein des participants (Figure 9) 67,16 % se déclarent végétaliens et 32,84 % végétariens. Parmi les végétariens on compte 11,68 % d'ovo-végétariens, 4,01 % de lacto-végétariens et 17,15 % de lacto-ovovégétariens.

En ce qui concerne la consommation de miel et des autres produits issus des animaux parmi tous les participants : 21,53 % en consomment.

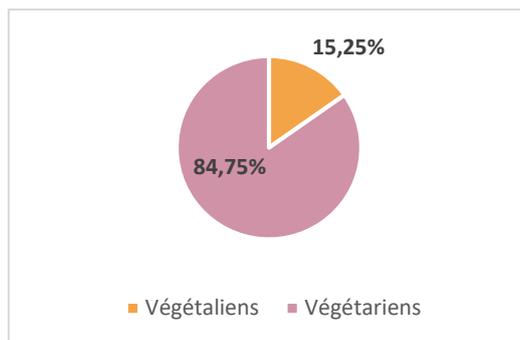


Figure 9 : Répartition des consommateurs de miel

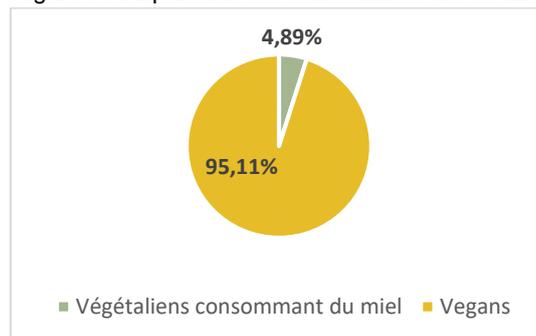


Figure 10 : Pourcentage de végétaliens parmi les végétaliens

La Figure 9 montre que parmi les participants, 15,25 % des végétaliens consomment du miel et 84,75 % des végétariens. La Figure 10 montre, qu'au sein de la population végétalienne, seulement 4,89 % consomment du miel, le reste n'en consommant pas on peut les considérer comme végétaliens.

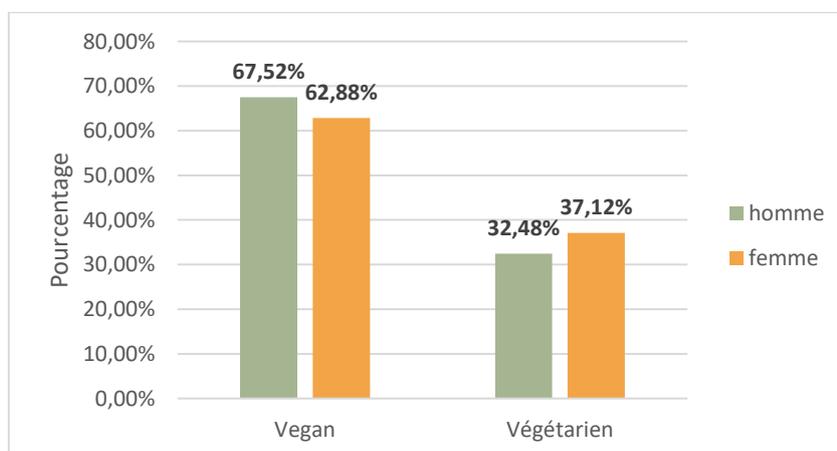


Figure 11 : Répartition des participants selon leur sexe parmi les végétaliens et les végétariens

La Figure 11 montre que les végétaliens constituent plutôt une population masculine et à l'inverse les végétariens constituent plutôt une population féminine. Ces résultats coïncident avec les résultats de l'étude NutriNet Santé. (36)

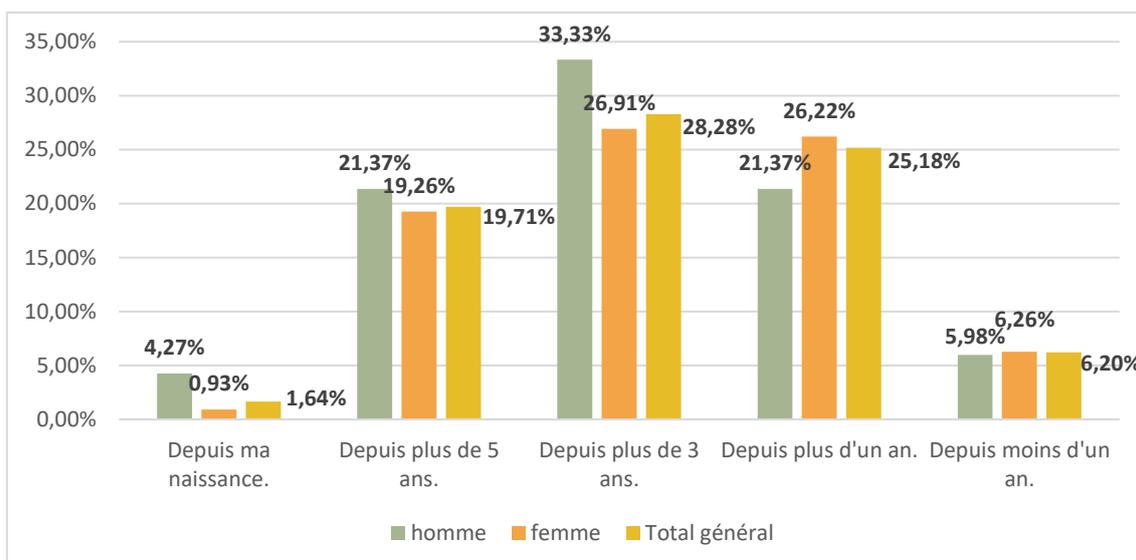


Figure 12 : Répartition des participants en fonction de la période depuis laquelle ils ont changé leur alimentation et de leur sexe

Dans 64,23 % des cas, le changement du régime alimentaire s'est effectué de façon progressive avec une transition vers le végétarisme. La part des personnes ayant changé radicalement n'est cependant pas négligeable, cela représente 35,77 % de la population. Adopter une alimentation végétarienne ou végétalienne équilibrée n'est pas simple, plusieurs associations ont mis en place des programmes pour changer d'alimentation en quelques semaines. La Figure 13 suivante s'intéresse aux différentes tranches d'âge pour le changement d'alimentation.

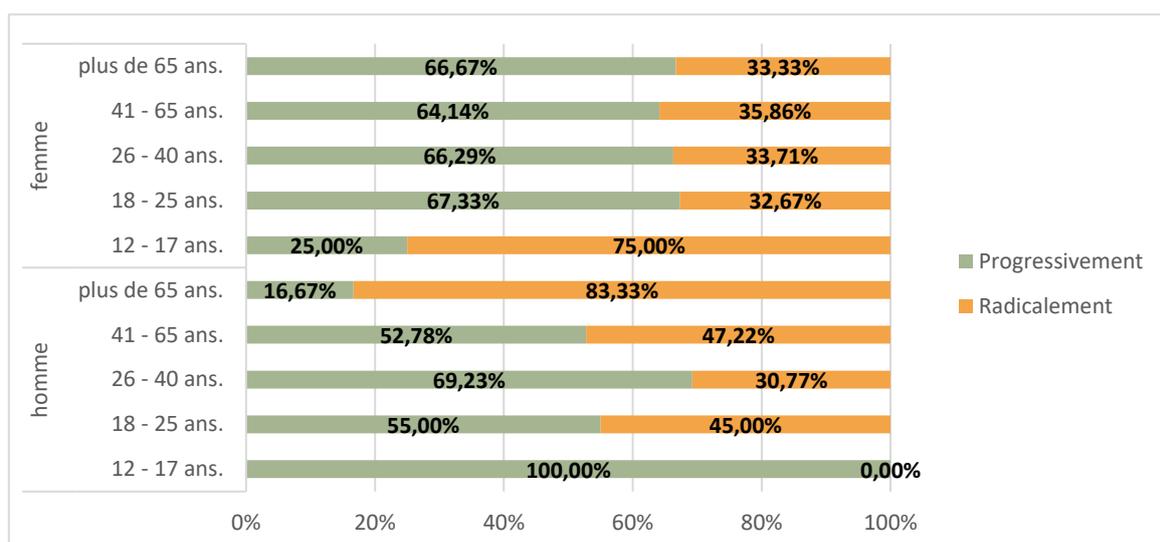


Figure 13 : Répartition du pourcentage de participants en fonction de leur changement d'alimentation (progressivement ou radicalement) et de leur âge

Chez les femmes, le changement d'alimentation est réparti uniformément à l'âge adulte avec près de deux tiers d'entre-elles qui changent progressivement et un tiers d'entre-elles qui change radicalement d'alimentation. Au cours de l'adolescence, le nombre de filles qui changent radicalement d'alimentation est plus important (trois-quarts) et seulement un quart d'entre elles le font progressivement.

Chez les hommes, les résultats sont plus éparpillés comme le montre la Figure 13. Au-dessus de 65 ans, le changement d'alimentation se fait plus radicalement et au contraire de 12 à

17 ans cela a été fait progressivement pour tous les individus. Entre 18 et 65 ans, le changement s'est majoritairement fait progressivement chez les hommes.

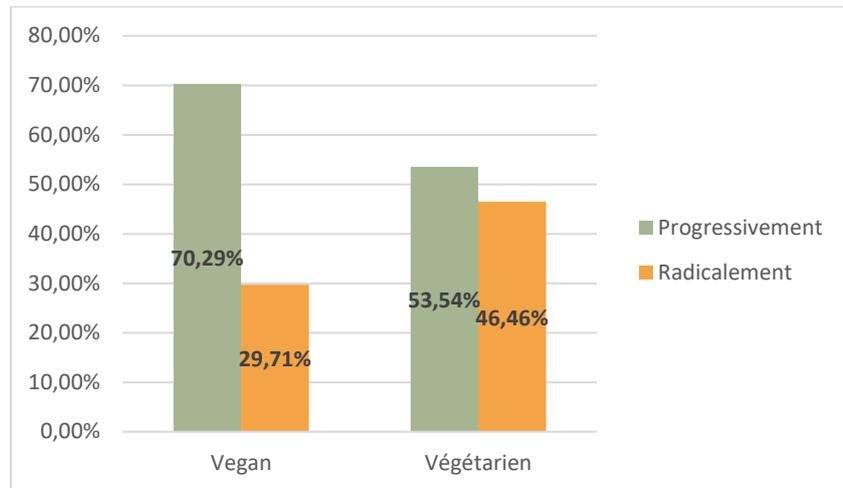


Figure 14 : Répartition du pourcentage de participants ayant changé progressivement ou radicalement leur alimentation en fonction de leur régime (vegan ou végétarien)

Parmi les végétans (Figure 14), la majorité (70,29 %) a changé son alimentation progressivement contre 53,54 % chez les végétariens. L'alimentation végétalienne demande une certaine connaissance des aliments pour arriver à établir un équilibre nutritionnel, il peut être plus facile de commencer d'abord par une transition vers le végétarisme puis le végétalisme.

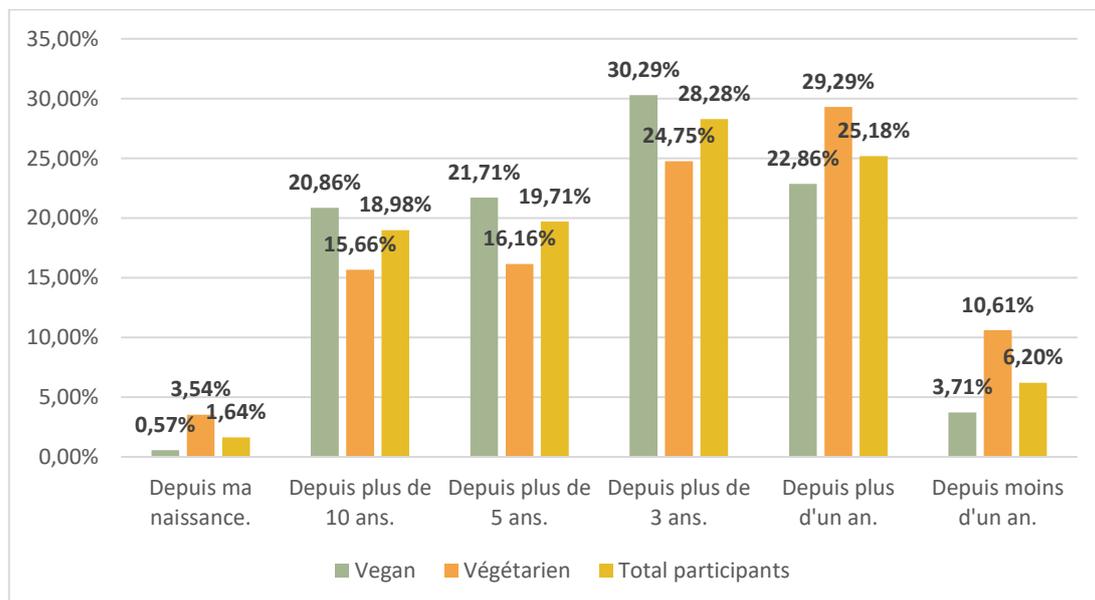


Figure 15 : Répartition du pourcentage de participants en fonction du régime alimentaire et de la durée d'adoption du régime

D'après la Figure 15, on remarque que 10,61 % des végétariens ont changé leur alimentation il y a moins d'un an, et près de 40 % il y a moins de trois ans contre environ 25 % chez les vegans. Pour les vegans, la répartition est assez homogène, on observe un pic néanmoins avec près un tiers d'entre eux qui a effectué le changement il y a 3 à 5 ans. Enfin, 3,54 % des végétariens le sont depuis leur naissance.

Partie 2 du questionnaire : les habitudes alimentaires des participants

• Évaluation de la consommation de fruits et de légumes

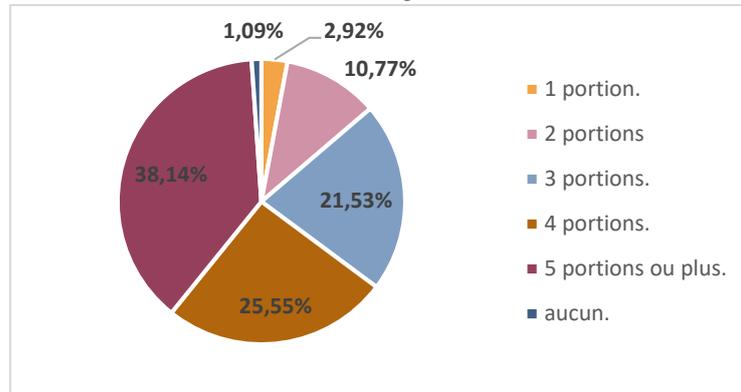


Figure 16 : Consommation journalière de fruits et de légumes

Seulement 38,14 % de la population (Figure 16) consomme ce que préconise le PNNS à savoir 5 fruits et légumes par jour au moins. Ensuite, un quart des participants consomment 4 portions, un cinquième en consomment 3 portions, 10,77 % en consomment 2 portions, 2,92 % une portion, enfin 1,09 % n'en a pas consommé.

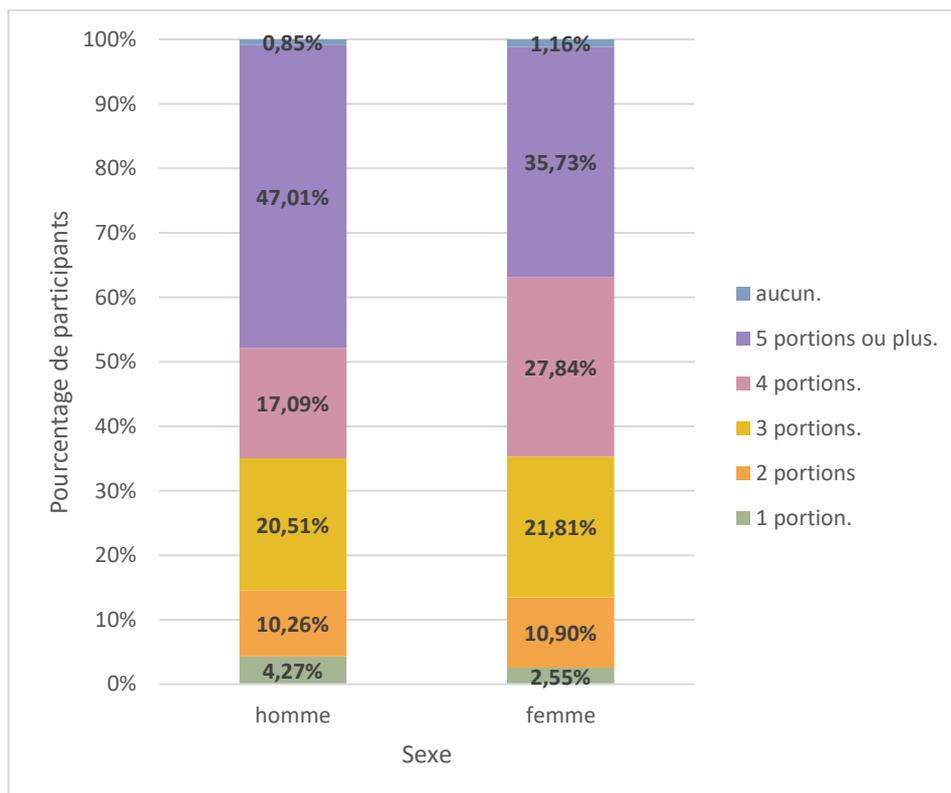


Figure 17 : Consommation journalière de fruits et légumes par les participants

Si l'on regarde selon le sexe (Figure 17), presque la moitié des hommes consomment au moins 5 fruits et légumes par jour. Plus d'hommes que de femmes parmi les participants atteignent ce repère nutritionnel. Si l'on s'intéresse à l'âge, près de deux tiers des participants âgés de 65 ans et plus pour les femmes et 41 ans et plus chez les hommes, consomment 5 fruits ou légumes au moins par jour.

- Évaluation de la consommation de produits à base de soja

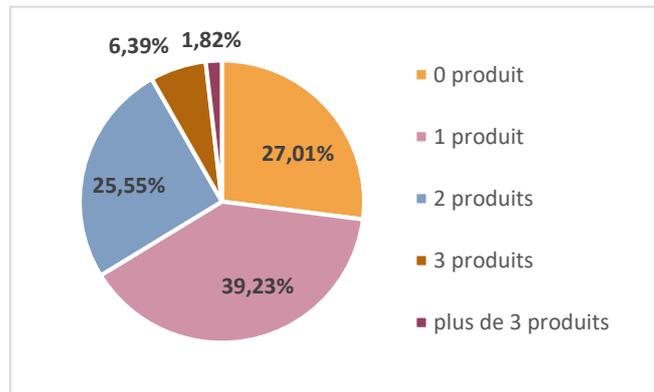


Figure 18 : Consommation journalière de produits à base de soja

Cette Figure 18 permet de montrer que la consommation de produits à base de soja est largement répandue au sein de la population végétarienne et végétalienne. En effet, seulement 27,01 % n'en a pas consommé la veille de la réalisation du questionnaire. Parmi ceux qui ont consommés, 39,23 % en a consommé une portion, 25,55 % en a consommé 2 portions et 8,21 % en a consommé au moins 3 portions.

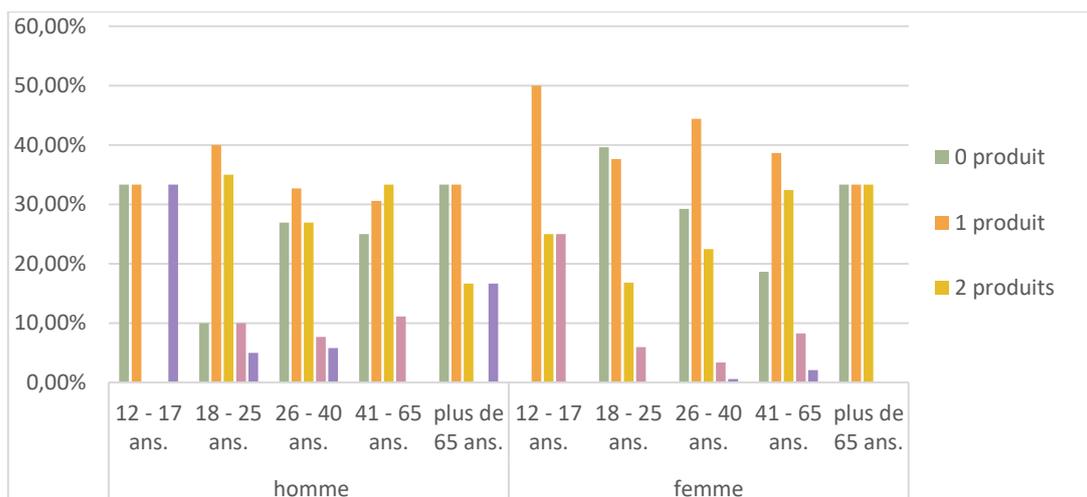


Figure 19 : Répartition de la consommation de produits à base de soja selon le sexe et la tranche d'âge

La Figure 19 montre que les plus importants consommateurs de soja (au moins 3 portions par jour) sont surtout des hommes (13,68 % d'hommes contre 6,73 % de femmes).

- Évaluation de la consommation de céréales et féculents

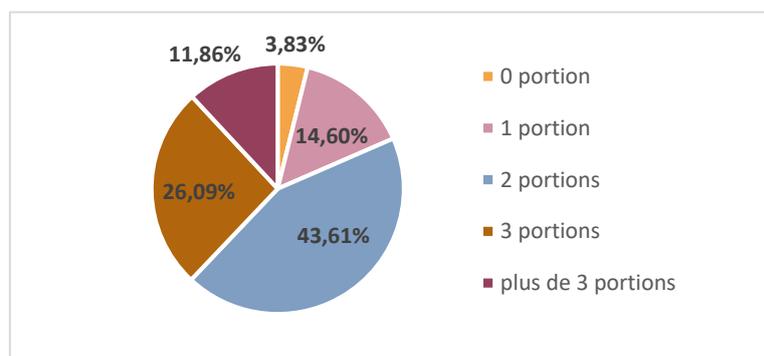


Figure 20 : Consommation journalière de céréales et féculents

La consommation des céréales et féculents (Figure 20) est surtout située entre 2 et 3 portions par jour. Les deux catégories représentent à elles deux 69,70 % des participants soit plus de deux tiers. Au-dessus, 11,86 % des participants consomment plus de 3 portions. Au-dessous, 14,60 % en consomment seulement une portion par jour et 3,83 % n'en consomment pas.

- Évaluation de la consommation de légumineuses

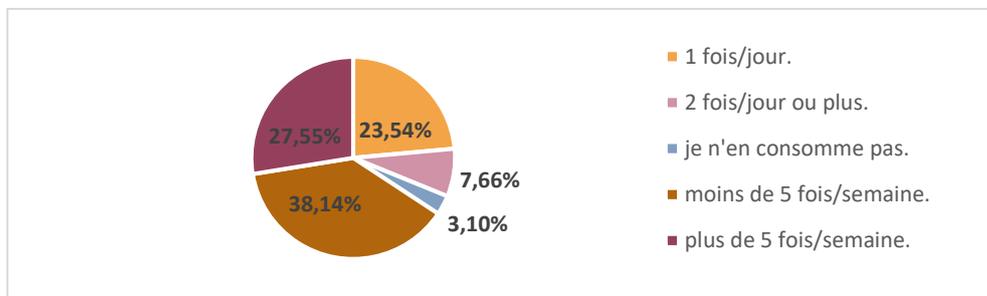


Figure 21 : Consommation journalière de légumineuses

La consommation de légumineuses (Figure 21) est importante dans la population ciblée par le questionnaire. En effet, 7,66 % en consomment 2 fois par jour ou plus, près d'un quart en consomment une fois par jour et un quart en consomment plus de 5 fois par semaine (au total, 58,75 % des participants en consomment régulièrement). Ensuite, 38,14 % en consomment moins de 5 fois par semaine et seulement 3,10 % n'en consomment pas.

- Évaluation de la consommation d'oléagineux

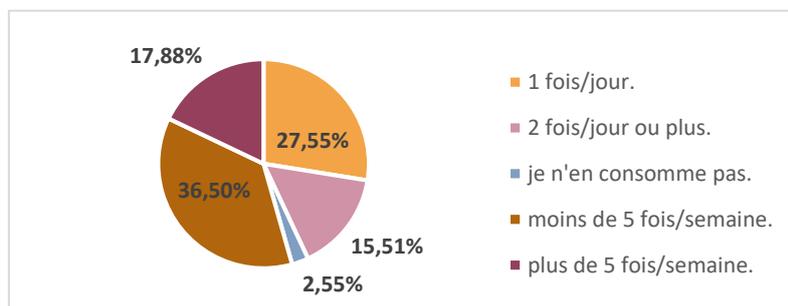


Figure 22 : Consommation journalière des oléagineux

Comme le montre la Figure 22, la consommation d'oléagineux est importante chez les végétariens et végétaliens. Près d'un tiers de la population ciblée consomme au moins une fois par jour des oléagineux, 17,88 % en consomme plus de 5 fois par semaine. Notons quand même que près d'un tiers en consomme moins de 5 fois par semaine et 2,55 % n'en consomme pas.

- Évaluation de la consommation d'aliments industriels

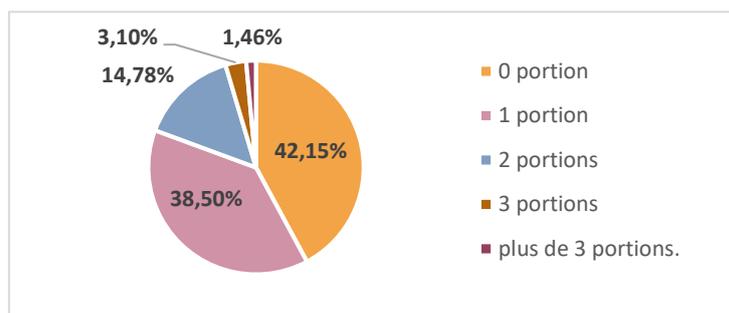


Figure 23 : Consommation journalière d'aliments industriels

Le PNNS 4 prévoit de diminuer la consommation d'aliments industriels. 42,15 % des participants à l'étude (Figure 23) n'en ont pas consommé la veille du jour où ils ont rempli le questionnaire. Environ le même pourcentage (38,50 %) en a consommé une seule portion, 14,78 % en a consommé 2 portions, et 4,56 % en a consommé 3 portions ou plus.

Si l'on s'intéresse à la tranche d'âge, ce sont les personnes de plus de 65 ans qui consomment le moins d'aliments industriels avec 50 % chez les hommes et 66,67 % chez les femmes qui n'en ont pas consommé la veille. Un quart des filles et un tiers des garçons de 12 à 17 ans en a consommé 2 portions, ce chiffre montre que la consommation d'aliments industriels est largement répandue chez les jeunes. Globalement, on observe une plus grande consommation d'aliments industriels chez les hommes que chez les femmes, avec respectivement 64,10 % et 56,15 % qui en ont consommé au moins une portion la veille.

- Évaluation de la consommation d'algues

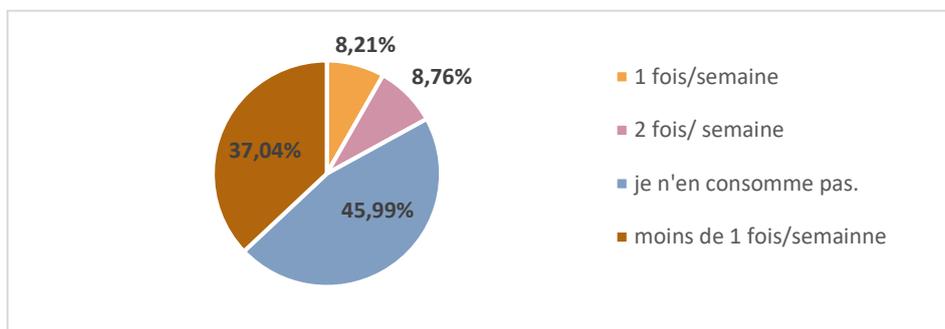


Figure 24 : Consommation d'algues

La consommation d'algue (Figure 24) permet d'apporter des protéines, des acides gras oméga-3 et également de l'iode, du fer : nutriments importants pour la population végétarienne et végétalienne. Parmi les participants, plus de la moitié en consomment (54,01 %) et 16,97 % sont des consommateurs réguliers avec une fois par semaine minimum.

- Évaluation de la consommation de boissons sucrées

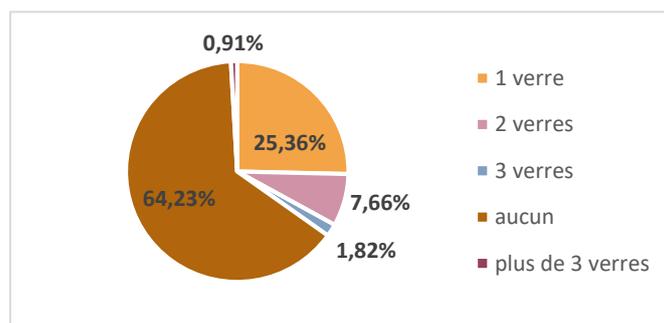


Figure 25 : Consommation journalière de soda et/ou de jus de fruits

Parmi les participants (Figure 25), la majorité (64,23 %) ne boit pas de boissons sucrées ce qui est en accord avec les repères du PNNS. Les jus de fruits et les sodas doivent rester occasionnels car ce sont des aliments trop riches en sucres rapides. Un quart des participants en consomme un verre par jour, 7,66 % en consomment 2 verres par jour, et 2,73 % en consomment 3 verres voire plus.

Si l'on s'intéresse aux tranches d'âges, il n'y a pas de tranche d'âge où la consommation est nettement plus importante. La plus grande tendance montre qu'un quart des 18-65 ans consomme un verre de jus de fruit ou de soda par jour.

• Évaluation de la consommation d'alcool

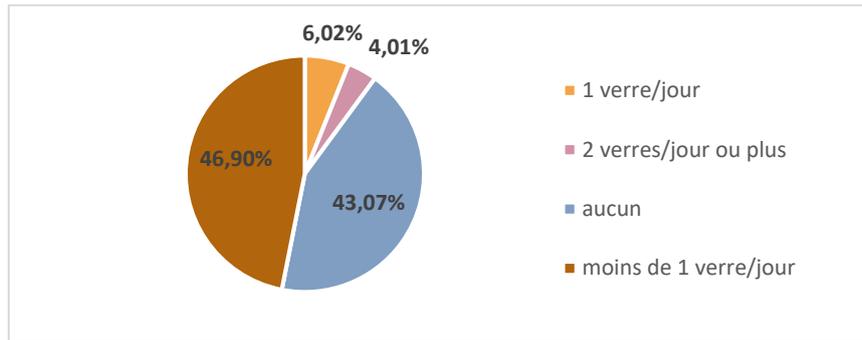


Figure 26 : Consommation d'alcool

La consommation d'alcool (Figure 26) par les végétariens et végétaliens de l'étude est basse : 43,07 % déclarent ne pas en consommer, 46,90 % en consomment moins d'un verre par jour. Seulement 6,02 % consomme un verre d'alcool par jour et 4,01 % en consomme 2 verres voire plus. Néanmoins, une différence existe au niveau du sexe, près de 20 % des hommes et seulement 6 % des femmes en consomment au moins 1 verre par jour. La population végétarienne/lienne a donc une faible consommation d'alcool que l'on peut qualifier d'occasionnelle.

Partie 3 : compléments alimentaires

• Évaluation de la supplémentation en vitamine B12

Au sein des participants, 77,6 % des individus se supplémentent en vitamine B12. La carence en vitamine B12 est insidieuse au début car les signes cliniques arrivent 3 à 5 ans après avoir commencé un changement d'alimentation (durée de la réserve hépatique). Mais les troubles cliniques peuvent être irréversibles c'est pour cela qu'il est important de supplémenter les végétaliens et les lacto-végétariens dès le début. Un travail de sensibilisation de la population végétarienne et végétalienne est à réaliser pour améliorer ce chiffre lorsqu'on connaît les conséquences possibles pour la santé.

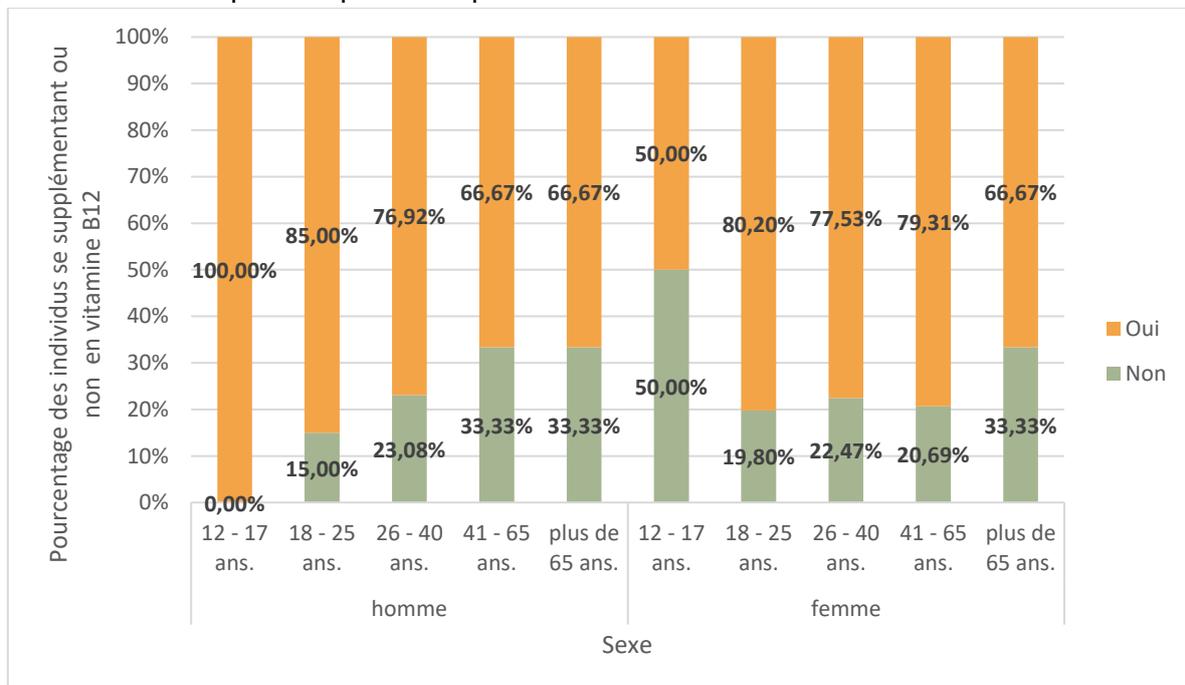


Figure 27 : Représentation des individus se supplémentant ou non en vitamine B12 selon leur sexe et leur tranche d'âge

La Figure 27 montre qu'un tiers des plus de 41 ans chez les hommes et un tiers des plus de 65 ans chez les femmes ne se supplémente pas. Chez les filles de 12 à 17 ans, seulement 50 % se supplémentent alors que chez les garçons de cet âge ils sont 100 % à le faire. L'information de la supplémentation en vitamine B12 apparaît donc nécessaire dans la population globale et aux extrêmes des âges.

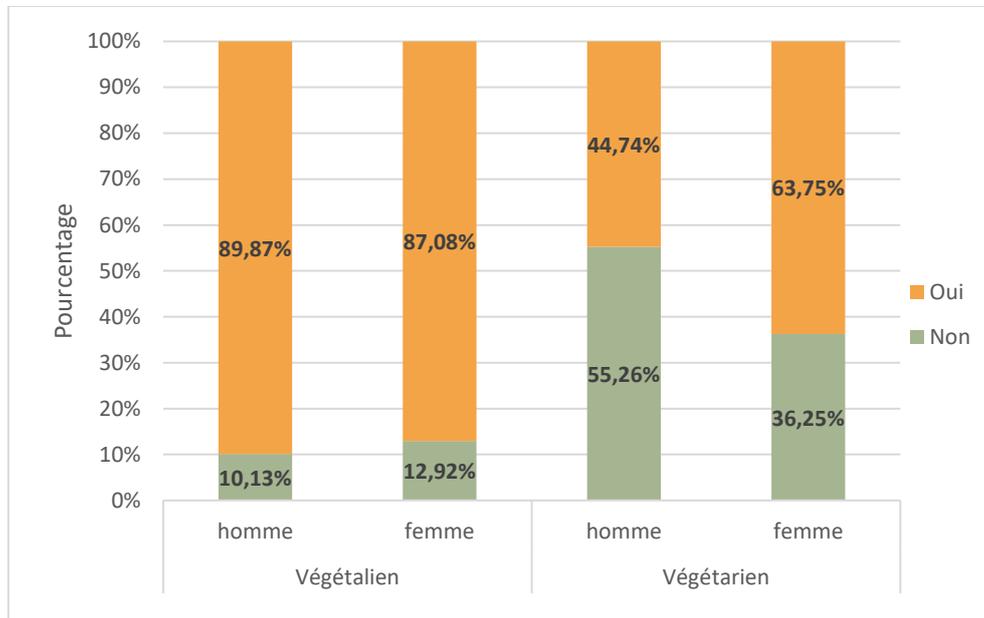


Figure 28 : Représentation des végétaliens et végétariens se supplémentant ou non parmi les hommes et les femmes participants

Au sein de la population végétalienne, le nombre d'individus se supplémentant (87,71 %) est plus important que chez les végétariens (60,10 %). Lorsque l'on compare les hommes et les femmes, le nombre d'hommes végétariens ne se supplémentant pas est plus important que celui des femmes végétariennes.

- Évaluation de l'information à leur médecin généraliste du changement d'alimentation

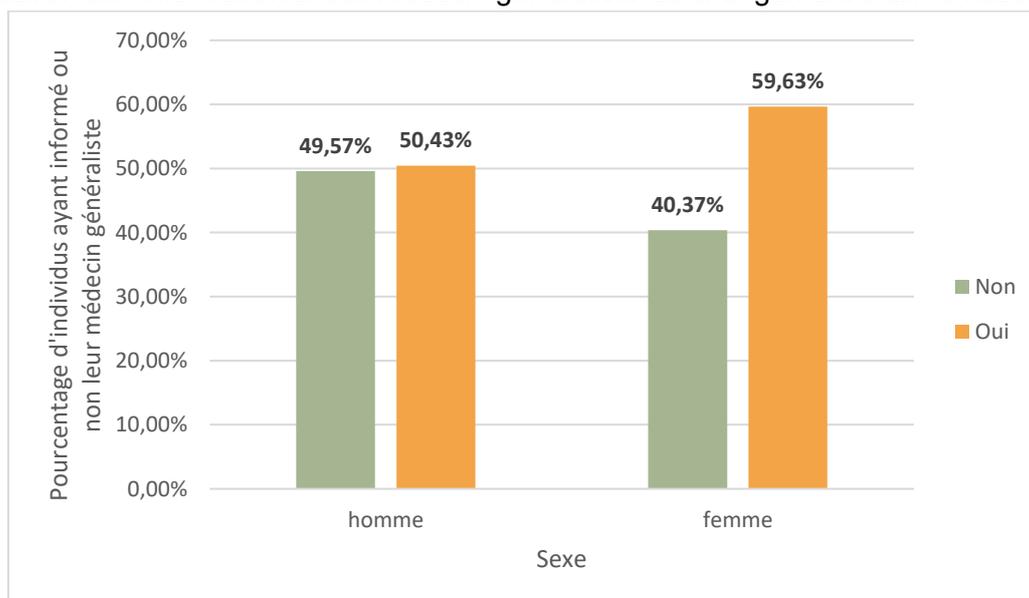


Figure 29 : Représentation de participants ayant ou non informé leur médecin généraliste de leur changement d'alimentation selon leur sexe

La majorité 57.66 % des participants ont informé leur médecin généraliste de leur nouveau régime alimentaire. Chez les hommes, la moitié a informé son médecin ; alors que

chez les femmes, elles sont plus nombreuses à l'avoir fait (près de 60 %), comme le montre la Figure 29.

- Croisement entre la supplémentation en vitamine B12 et l'information au médecin du changement d'alimentation

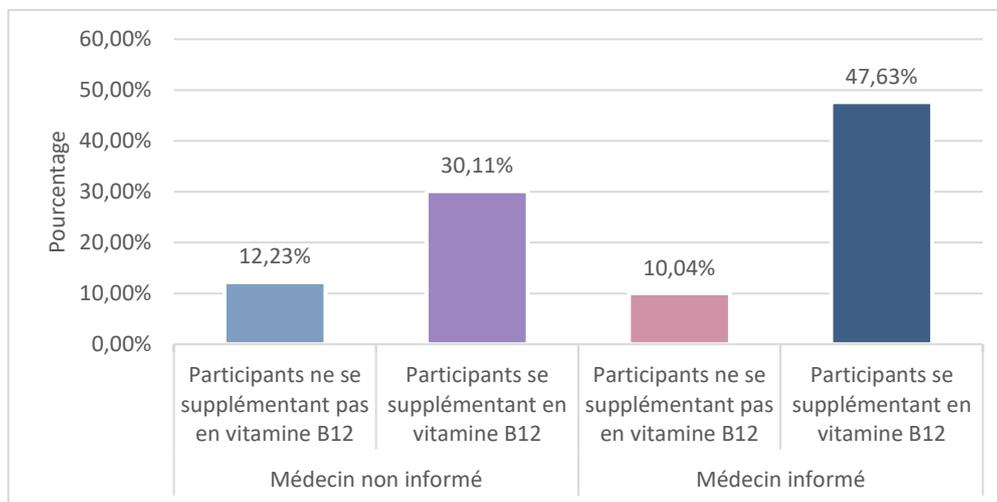


Figure 30 : Pourcentage de personnes se supplémentant en B12 ou non et informant ou non leur médecin de leur changement d'alimentation

La Figure 30 permet de voir qu'une partie (10,04 %) des personnes ayant informé leur médecin traitant de leur changement d'alimentation ne se supplémentent pas en vitamine B12, parmi celles-ci 47 % (soit 26 personnes) sont végétaliennes et nécessitent une supplémentation en vitamine B12.

### I.3.3. Discussion et conclusions apportées par le questionnaire

#### Discussion

Nous allons comparer les résultats trouvés au sein de la population végétarienne/lienne aux repères nutritionnels du PNNS et à la consommation au sein de la population générale lorsque les données sont disponibles. Les données de comparaison proviennent des études NutriNet Santé, Crédoc mais aussi de l'enquête Esteban 2014-2016.

L'étude NutriNet Santé consistait à trois recueils de données alimentaires sur 24 h. Les résultats sont ajustés pour l'âge et le sexe et l'apport énergétique total.

L'étude Esteban émanant du Haut Conseil de Santé Publique évalue l'adéquation aux nouvelles recommandations alimentaires du PNNS 4 des adultes âgés de 18 à 54 ans dans la population générale Française (échantillon de 705 hommes et 922 femmes). Les résultats de cette étude sont disponibles en annexe. (Voir Annexe 3)

- Repère : Consommer 5 fruits et légumes par jour

Le questionnaire a permis de mettre en évidence la forte consommation de fruits et légumes par les végétariens et végétaliens avec plus d'un tiers (38,14 %) qui en consomment au moins 5 portions par jour.

Lorsque l'on compare à la population française, 25 % des français seulement appliquent la recommandation des 5 portions de fruits et légumes par jour (chiffre 2016 du CREDOC). La part des petits consommateurs (moins de 3,5 parts par jour a augmenté pour atteindre 54 % en 2016). (44)

L'étude Esteban présente un résultat de 28,3 % pour la part des consommateurs de 5 portions au moins. (45) D'après les données du questionnaire, la part de la population végétalienne et végétarienne consommant moins de 3,5 fruits et légumes par jour est de 36,31 % ce qui est nettement moins qu'au sein de la population générale.

Chez les enfants le constat est le même, seulement 6 % consomment plus de 5 fruits et légumes par jour, la part de très petits consommateurs est de 45 % en 2016. (44) Parmi les enfants de 12 à 17 ans ayant répondu au questionnaire, 25 % des filles et 33 % des garçons ont consommé les 5 portions recommandées, ces chiffres sont plus élevés que dans la population générale.

Chez les participants au questionnaires âgées de 65 ans est plus, la consommation de fruits et légumes est plus importante, cette tendance se retrouve également au sein de la population générale. (44)

- Repère : Consommer des féculents tous les jours selon appétit, privilégier les produits complets et peu raffinés

Près de deux tiers des participants au questionnaire consomment entre 2 et 3 portions de féculents par jour ce qui est satisfaisant, cependant dans le questionnaire il était question de tous les féculents complets et raffinés ainsi que des tubercules.

En 2006/2007, le repère nutritionnel était de 3 à 6 portions de féculents par jour et 49 % des adultes de la population générale atteignait ce repère. Les légumineuses faisaient partie de ce groupe alors qu'actuellement elles constituent un groupe d'aliment à part. (46)

Le nouveau PNNS 4 incite à privilégier les produits céréaliers complets et peu raffinés. L'étude Esteban estime à 38,7 % la consommation d'au moins un produit céréalier complet. (45) L'étude NutriNet Santé a calculé la consommation moyenne journalière de céréales complètes, elle est plus élevée dans la population végétalienne et végétarienne avec 65,4 grammes chez les végétariens, 83,4 grammes chez les végétariens et seulement 33,9 grammes chez les omnivores. La consommation de produits céréaliers raffinés a également été calculée, comme le montre le tableau ci-dessous. Les végétariens et les végétariens consomment moins de produits céréaliers raffinés que les omnivores ce qui est en adéquation avec les recommandations. (36)

Différentes catégories de féculents	Végétariens	Végans	Omnivores
Pommes de terre et autres tubercules (g)	45,6	58,3	49
Produits céréaliers complets (g)	65,4	83,4	33,9
Produits céréaliers raffinés (g)	127,1	122,9	150,3
Céréales et graines crues (g)	7,6	13	1,7
Quinoa, maïs et autres céréales (g)	16,2	27,3	6,6
Total (g)	261,9	304,9	241,5

Tableau 13 : Consommation moyenne journalière en féculents (1)

D'après le Tableau 13, les végétariens et végétariens ont des apports en féculents plus importants et plus diversifiés que les omnivores.

- Repère : Consommer des légumineuses au moins 2 fois par semaine

D'après les données du questionnaire, 58,75 % des participants en consomment régulièrement, c'est à dire au moins 5 fois par semaine. L'étude Esteban a estimé à 13,1 % la consommation d'au moins 2 fois au moins par semaine de légumineuses dans la population générale. (45) La population végétarienne/lienne consomme donc en quantité et en fréquence plus de légumineuses que la population générale.

Tout comme le montre l'étude NutriNet Santé qui a calculé la consommation moyenne journalière de légumineuses : elle est de 32,8 grammes chez les végétariens, 73,2 grammes chez les végétariens et seulement 11,5 grammes chez les omnivores. (36)

- Repère : Consommer une petite poignée de fruits à coque par jour

Près d'un tiers de la population du questionnaire consomme au moins une fois par jour des oléagineux. L'étude Esteban a estimé à 14,9 % la part des adultes consommant au moins une portion de fruits à coque durant les 3 jours de recueil des données sur 24 h. (45) L'étude NutriNet Santé a calculé la consommation moyenne journalière de fruits à coque, elle est de 11,6 grammes pour les végétariens, 19,6 grammes pour les végétariens et 4,4 grammes pour les omnivores. (36) Les végétariens et les végétariens ont donc une consommation d'oléagineux qui tends plus vers la recommandation du PNNS.

- Repère : Limiter les produits transformés et ultra-transformés

Le PNNS 4 prévoit de diminuer la consommation d'aliments industriels et de privilégier le fait maison, les aliments issus de l'agriculture biologique de saison et produits localement. Au sein des participants du questionnaire, 42,15 % n'en ont pas consommé la veille. Les jeunes générations sont les plus grandes consommatrices de produits industriels. Et âge confondu, les hommes en consomment plus que les femmes.

L'étude NutriNet Santé a calculé la consommation de plusieurs aliments pouvant être considérés comme des produits industriels transformés ou ultra-transformés (produits avec sucre ajouté, sel ajouté, additifs, raffinés, transformation physique ou chimique ne pouvant être réalisée à la maison).

Produits industriels transformés ou ultra-transformés	Végétariens	Végans	Omnivores
Produits céréaliers raffinés (g)	127,1	122,9	150,3
Produits aux protéines de soja texturées (g)	19,7	61	1,3
Galettes végétariennes (g)	6,9	12,3	1,4
Gâteaux et Biscuits diététiques enrichis en céréales (g)	4,9	6,4	2,1
Viande transformée (g)	8,8	5,8	34,9
Collations et biscuits salés (g)	3,9	8,1	4
Produits industriels gras et sucrés (g)	133,3	93,8	135,4
Produits enrichis en protéines (barres énergétiques, ...) (g)	2,9	1,2	1,7
<b>Total (g)</b>	<b>307,5</b>	<b>311,5</b>	<b>331,1</b>

Tableau 14 : Consommation moyenne journalière en produits industriels (1)

Les résultats totaux sont sensiblement identiques chez les végétariens et les végétariens, les omnivores ont au total une consommation un peu plus importante d'aliments industriels. Les végétariens et surtout les végétariens consomment plus de galettes végétariennes que les

omnivores. La consommation de viande transformée est présente même chez les individus se déclarant végétariens ou végétaliens mais elle est bien inférieure à celle des omnivores.

- Repère : Limiter les boissons sucrées

64,23 % des participants déclarent n'avoir pas bu de boissons sucrées ce qui est en accord avec les repères du PNNS 4. Seulement un quart des participants âgés de 18 à 65 ans en a consommé un verre. L'étude Esteban a estimé à 72,4 % la consommation de moins de 250 mL par jour de boisson sucrée (soit 2 verres environ). (45)

Dans l'étude NutriNet Santé, la consommation moyenne journalière de boissons sucrées a été calculée, elle est plus importante chez les omnivores (51,1 mL) que chez les végétariens (40,8 mL) et chez les végétaliens (37,1 mL). (36)

- Repère : Limiter la consommation d'alcool

Les végétariens/liens ont une consommation faible d'alcool, 89,97 % en consomment moins d'un verre par jour. Une estimation de 2006-2007 montre que 83 % des adultes français consommait en dessous de 2 verres d'alcool par jour pour les femmes et 3 verres d'alcool par jour pour les hommes. (46) Par comparaison, la consommation d'alcool chez les végétariens et végétaliens est nettement plus faible que dans la population générale.

Dans l'étude NutriNet Santé, la consommation moyenne journalière d'alcool a été calculée également, elle est plus importante chez les omnivores (122 mL) que chez les végétariens (107 mL) et chez les végétaliens (88,8 mL). (36)

- Supplémentation en vitamine B12 et information à un médecin

La population végétarienne/végétalienne n'informe pas systématiquement son médecin généraliste sur son mode d'alimentation. Les médecins généralistes et les professionnels de santé devraient s'intéresser plus à l'alimentation de leurs patients. Certains médecins sont contre l'adoption de ce type de régime alimentaire. De nombreux témoignages rapportent que certains médecins généralistes demandent à leur patient de régler les analyses biologiques servant à déceler une éventuelle carence en vitamine B12 sous prétexte que c'est un choix de leur part d'être végétalien et ce n'est pas à la sécurité sociale d'en payer les frais.

La supplémentation en vitamine B12 est réalisée chez presque 80 % des participants. Il faut donc encourager cette démarche.

- Biais du questionnaire

Le questionnaire réalisé peut présenter certains biais à savoir : le mode de diffusion du questionnaire a pu influencer (personnes interrogées du même âge que les diffuseurs), le questionnaire était ciblé sur la population végétarienne ou végétalienne (exclusion des omnivores), un seul recueil des données alimentaires portant sur le jour antérieur a été réalisé, le questionnaire a été réalisé sur une durée limitée (limitation des denrées alimentaires disponibles à cette saison de l'année), les femmes enceintes n'ont pas été exclues, le nombre de personnes interrogées dans les âges extrêmes est faible, la consommation d'huiles végétales n'a pas été évaluée.

## Conclusion

Plusieurs aspects positifs à l'alimentation végétarienne/lienne ont été mis en avant. Tout d'abord, les végétaliens et végétariens consomment plus de fruits et légumes que la population générale et sont plus nombreux à parvenir à la recommandation de 5 fruits et légumes par jour. La tendance actuelle d'une alimentation "healthy et vegan" encourage la

consommation de fruits et de légumes ce qui est à souligner d'autant plus que la consommation de végétaux est en baisse au sein des générations les plus jeunes.

La consommation de légumineuses est fortement ancrée dans les habitudes alimentaires des végétariens et végétaliens. Ils consomment également de grandes quantités de produits céréaliers et notamment des produits complets et peu raffinés ; ce dernier point est en adéquation avec les repères nutritionnels du PNNS 4. Cependant ce n'est pas le cas des aliments industriels qui sont assez fortement consommés par les végétariens et végétaliens. Les boissons sucrées et les sodas sont faiblement consommés dans la population participante ce qui est en adéquation également avec le PNNS 4. La consommation d'alcool est plus faible que dans la population générale, ce qui montre que le végétalisme peut être associé à un mode de vie plus sain.

Le questionnaire a également permis de montrer que les végétariens et les végétaliens consomment dans leurs habitudes alimentaires des aliments différents que les omnivores : oléagineux, algues, produits à base de soja, boissons végétales (aliments que peuvent consommer les omnivores mais de façon plus sporadique). La deuxième partie de ce travail exposera les différents produits consommés dans les régimes végétariens.

La consommation de produits à base de soja est largement répandue dans la population végétarienne et végétalienne. Au cours de ces dernières années, de nombreuses études sur les effets des phyto-œstrogènes sur la santé ont été menées, nous traiterons le sujet par la suite.

L'étude NutriNet santé a permis de mettre en évidence que le régime végétarien était celui avec la plus forte adéquation aux repères nutritionnels du PNNS.

Enfin, le questionnaire a permis de mettre en évidence le besoin d'informer la population végétarienne et surtout végétalienne sur la supplémentation en vitamine B12 qui n'est pas systématiquement réalisée chez les végétaliens.

#### **I.4. Risques pour la santé observés dans les régimes végétariens et végétaliens et leurs conséquences physiopathologiques**

Dans cette partie nous allons développer les risques carenciels auxquels sont exposés les végétariens, les végétaliens et les végans. Les compositions nutritionnelles des aliments présentés sont issues de la banque de données de référence pour les aliments consommés en France, la table Ciqual (Centre d'Information sur la Qualité des Aliments) régulièrement mise à jour.

##### **I.4.1. Carences en macronutriments**

L'étude NutriNet Santé a permis de mesurer la contribution de chaque macronutriment à l'apport énergétique total chez les participants. Les résultats ont été comparés à une plage de distribution acceptable réalisée grâce aux valeurs des intervalles de références pour les macronutriments établis par l'ANSES en 2016.

Apport en macronutriments	Végétariens (n=2370)		Végans (n=789)		Omnivores (n=90664)		p <sup>2</sup>
	n	%	n	%	n	%	
<b>Protéines</b>							
Au-dessous de la plage de distribution acceptable	363	15,3	216	27,3	3686	4	<0,0001
À l'intérieur de la plage de distribution acceptable	1751	73,8	509	64,5	62030	68,4	
Au-dessus de la plage de distribution acceptable	256	10,8	64	8,1	24948	27,5	
<b>Lipides totaux</b>							
Au-dessous de la plage de distribution acceptable	857	36,1	380	48,1	30831	34	<0,0001
À l'intérieur de la plage de distribution acceptable	490	20,6	150	19	19544	21,5	
Au-dessus de la plage de distribution acceptable	1023	43,1	259	32,8	40289	44,4	
<b>Glucides totaux</b>							
Au-dessous de la plage de distribution acceptable	541	22,8	125	15,8	32606	35,9	<0,0001
À l'intérieur de la plage de distribution acceptable	918	38,7	242	30,6	37562	41,4	
Au-dessus de la plage de distribution acceptable	911	38,4	422	53,4	20496	22,6	
<b>Fibres</b>							
< 30g/jour	1700	71,7	374	47,4	80821	89,1	<0,0001
> 30g/jour	670	28,2	415	52,6	9843	10,8	

Tableau 15 : Proportion des individus au-dessus, à l'intérieur et au-dessous de la distribution acceptable en macronutriment parmi les végétariens, végétans et omnivores (33)  
(Distribution acceptable établie selon les recommandations du PNNS avec les valeurs des intervalles de références établis par l'ANSES 2016 pour les adultes)

La plus grande proportion d'individus ayant un apport en protéines à l'intérieur de la distribution acceptable se trouve parmi les végétariens (73,8 %) ensuite on a les omnivores (68,4 %) et en dernier les végétans (64,5 %).

En ce qui concerne l'apport en lipides, les trois groupes ont des résultats très proches pour le pourcentage de personnes à l'intérieur de la distribution par contre les végétans sont ceux avec le pourcentage (48,1 %) de personnes le plus grand en dessous la distribution acceptable.

Pour les glucides, les omnivores sont ceux qui sont le plus représentés (41,4 %) dans la distribution acceptable. Les végétans sont majoritairement (53,4 %) au-dessus de la distribution acceptable.

La plus grande proportion d'individus ayant un apport en fibres au-dessus de 30 g par jour se trouve parmi les végétans avec 52,9 % des participants végétans. Seulement 10,8 % des omnivores sont parvenus à cette recommandation. A l'inverse la plus grande proportion d'individus consommant moins de 30 g de fibres par jour se trouve parmi les omnivores avec près de 89,1 %. Les personnes adoptant un régime végétarien ou végétalien consomment plus de végétaux que les personnes omnivores. Les légumes, les fruits, les légumineuses et les céréales constituent leur principale source d'alimentation donc il s'emblerait qu'il n'y ait pas de carence mais plutôt une forte consommation de fibres ayant des effets bénéfiques sur la santé qui seront exposés plus loin.

### **I.4.1.1 Les protéines**

#### **Apports recommandés en protéines**

Pour rappel, le besoin moyen en protéines est calculé à partir de l'équilibre entre les pertes et les apports d'azote. L'OMS a défini ce besoin à 0,66 g/kg/jour. Un coefficient de variation de 12 % (variations inter-études et interindividuelles) a été déterminé et est appliqué successivement deux fois au besoin moyen. Il en résulte un RNP en protéines de 0,83 g/kg/jour pour l'adulte en bonne santé. (47)

#### **Sources alimentaires**

En dehors de la viande, du poisson, des crustacés, l'œuf constitue un très bon apport en protéines pour les omnivores et les végétariens.

Dans l'alimentation, les protéines végétales sont apportées principalement par les légumes secs (haricots, pois-chiches, lentilles) et les produits céréaliers (pains, biscuits, riz), les produits frais préparés à partir de soja (tofu, tonyu, tempeh) et les légumes et les fruits en plus faible proportion. Dans les céréales (blé, riz, maïs) la teneur en protéines est comprise entre 8 et 12 %, dans les légumes secs (pois, haricots, lentilles) entre 20 et 25 %, dans les légumineuses (soja, ...) entre 40 et 45 %. Cette teneur diminue dans les feuilles de la luzerne (entre 15 et 20 %) et dans le tubercule de pomme de terre elle est de 4 %.

Comme nous l'avons abordé dans la précédente sous-partie, le facteur limitant des protéines végétales est la lysine dans les céréales, la méthionine et la cystéine dans les légumineuses. Mais les produits céréaliers ont la particularité d'avoir un apport très important en méthionine mais pauvre en lysine. Les légumineuses présentent un rapport lysine/méthionine plus équilibré et doivent donc être consommées régulièrement chez les végétariens. Cette complémentarité de l'apport en protéines via les légumineuses et les céréales contribue à l'équilibre de l'apport protéique chez les végétariens et les végétaliens.

Les protéines issues d'une variété d'aliments végétaux, consommées tout au long de la journée, permettent d'apporter tous les acides aminés indispensables lorsque l'apport total énergétique est respecté. Il faut s'intéresser à l'apport alimentaire sur la journée et non sur un seul repas. La consommation des légumineuses peut être réalisée à un seul des deux repas journaliers. L'utilisation régulière de légumineuses et de produits à base de soja assure un apport adéquat en protéines pour les végétariens et les végétaliens tout en apportant les autres nutriments et micronutriments essentiels. (48)

On trouve également des préparations diététiques ou aliments spécifiquement conçus pour les sportifs et enrichis en protéines.

Les matières protéiques végétales (MPV) constituent des bases de certains nouveaux aliments industriels. Les MPV sont issues du fractionnement de grains et graines (céréales, légumineuses, oléagineux), de tubercules (pomme de terre) voire de feuille (luzerne). Il existe trois types de MPV suivant leur teneur en protéines : les farines (entre 50 et 65 % de protéines), les concentrés, entre 65 et 90 % de protéines) et les isolés (ou isolats, plus de 90 % de protéines). Les MPV sont ensuite ajoutées aux aliments lors de leur fabrication. Ils peuvent intervenir soit comme ingrédients nutritionnels pour augmenter la teneur protéique du produit fini soit comme ingrédients fonctionnels pour améliorer la texture du produit ou par nécessité pour la formulation, la recette. Le gluten de blé est souvent utilisé dans les produits panifiés et viennoiserie pour ses propriétés viscoélastiques. Les protéines de soja texturées sont ajoutées dans les formulations à base de viande. (4)

## Observations dans les populations omnivores et végétaliennes

L'étude INCA2 montre que la plupart des français consomment près de 1,4 g/kg/jour de protéines ce qui correspond à la ration d'un sportif.

Le tableau suivant, illustre l'excès en protéines dans l'alimentation française pour tous les âges, sauf chez la personne âgée et la femme enceinte où les besoins sont augmentés. La prévalence d'apport insuffisant en protéines dans la population générale est pratiquement nulle sauf chez les personnes âgées. (19)

Tranche d'âge	Protéines en g/kg/jour	
	RNP	Apport réel
Nourrisson 6 – 12 mois	0.94 – 2.6	2.6 – 3.8
Enfants		
1 – 3 ans	0.94 - 2.6	4
4 – 6 ans	0.85 – 0.9	3.2
7 – 9 ans	0.9	3
10 – 12 ans	0.7 – 0.9	2.1 (G) 1.7 (F)
Adolescent(es)		
13 – 15 ans	0.78 – 0.9	1.65 (F) 2 (G)
16 – 19 ans	0.83	1.3 (F) 1.6 (G)
Femmes adultes	0.83	1.3
Hommes adultes	0.83	1.4
Personnes âgées de 75 ans et plus	1	1.1 – 1.2
Femme enceinte	0.9	1.2

Tableau 16 : Apports recommandés en protéines selon Anses en 2016 comparé à l'apport réel, à différentes périodes de la vie (19) F : Fille, G : Garçon

Une étude de cohorte a montré que l'apport protéique moyen était de 87 g/jour chez l'homme adulte omnivore et 83 g/jour chez la femme adulte omnivore contre respectivement 69 g/jour et 59 g/jour pour une population végétarienne et respectivement 62 g/jour et 56 g/jour pour une population végétalienne. Les apports protéiques moyens dans les populations végétarienne et végétalienne semblent donc être inférieurs aux apports moyens des omnivores tout en étant supérieurs ou égaux aux apports recommandés. (10) (49)

### Conclusion sur la population végétarienne et végétalienne

La carence en protéine n'est généralement pas observée dans la population végétarienne ou végétalienne. Toutefois, il est possible de trouver des cas isolés dans la population âgée car les besoins protéiques sont augmentés.

### Le soja : un aliment riche en protéines mais contenant des phyto-œstrogènes ?

Le soja (*Glycine max*) est une légumineuse riche en protéines (43 % des constituants de la graine). Le soja est consommé depuis des siècles en Asie où il permettait un apport de protéines essentiel dans une alimentation à base de riz. (50) (51) (52) (53)

### Les isoflavonoïdes et phytoestrogènes

Les isoflavones du soja sont considérées comme des phytoestrogènes, parmi elles la génistéine et la daïdzéine sont les plus étudiées. Les effets semblables aux estrogènes des

isoflavones fait que certains les classent parmi les perturbateurs endocriniens. Les phytoestrogènes sont des substances actives présentes naturellement dans les plantes (le soja, le trèfle, le fenouil, le lin, la réglisse, ...). Ils présentent une similarité de structure chimique avec le 17  $\beta$ -estradiol à l'origine de similarités fonctionnelles. Des tests in vitro et in vivo doivent être validés pour définir une substance comme étant un phytoestrogène. (51)

Plus précisément, les isoflavones sont décrites comme des modulateurs sélectifs des récepteurs aux estrogènes (Serm) parce qu'elles **lient principalement et transactivent les récepteurs d'estrogènes ER $\beta$**  par rapport aux ER $\alpha$ . Les Serm sont des estrogènes mixtes agonistes/antagonistes et possèdent donc certains avantages des estrogènes sans les effets secondaires de ces hormones. Les récepteurs ER $\beta$  et les ER $\alpha$  ont des répartitions tissulaires différentes et une fonction souvent différente. (51)

Dans un régime occidental traditionnel, les isoflavones sont essentiellement présentes dans les légumineuses et l'apport moyen journalier est inférieur à 1 mg. L'ajout d'aliments à base de soja dans le régime contribue à des apports moyens de 15 mg d'isoflavones par jour. Par comparaison, les japonais ont un apport moyen en phytoestrogènes de 45 mg par jour. Le tableau suivant montre les quantités d'isoflavones apporté pour certains aliments. Un verre de 150 mL de boisson au soja apporte en moyenne 10 mg d'isoflavones (entre 0,3 et 33 mg) et un dessert au soja apporte en moyenne 44 mg (entre 8 et 76 mg).

Ainsi, la consommation quotidienne de plusieurs aliments contenant du soja peut entraîner une consommation d'isoflavones supérieure à celle des japonais.

Source alimentaire à base de soja	Teneur en isoflavones en mg pour 100 g
Miso	41,45
Edamame	17,92
Fromage à base de soja	6,02 – 25,72
Tofu	13,1 – 34,78
Okara de soja	9,39
Tempeh	3,82
Huile de soja	0

Tableau 17 : Quantités d'isoflavones pour 100 g d'aliment à base de soja (54)

Il faut aussi préciser que les aliments au soja contiennent d'autres molécules biologiquement actives pouvant avoir un impact sur les effets des isoflavones de l'aliment. Les études s'intéressant à l'aliment à base de soja dans son entièreté seront les plus pertinentes.

### Absorption

Dans les aliments à base de soja, les isoflavones se rencontrent principalement sous la forme de glycosides, alors que dans les aliments fermentés à base de soja (par exemple le miso, le tempeh, le natto) ils sont en majorité sous forme d'aglycone en raison de l'hydrolyse bactérienne qui a eu lieu. (51)

En ce qui concerne leur absorption, les glycosides sont hydrolysés pour devenir aglycones et pour être absorbés. Dans le foie, ils subissent des étapes de détoxification par des enzymes

de phase II. Une partie subit un cycle entéro-hépatique comme les estrogènes. Ils sont éliminés dans les urines et les fèces sous forme de glucuronides. (51)

Dans l'intestin, les isoflavones peuvent être transformées en d'autres métabolites (grâce à la présence d'une flore intestinale et d'enzymes colocytaires particulières) dont certains sont plus actifs comme l'équol. Cette transformation varie donc largement d'un individu à l'autre, 25 % des non-asiatiques et 50 % des asiatiques hébergent cette bactérie. Chez les personnes productrices d'équol, les effets des phytoestrogènes et notamment de la daïdzéine (précurseur de l'équol) seraient donc plus importants. (51) C'est d'ailleurs pour cette raison, qu'il est difficile d'extrapoler les études réalisées sur les animaux car la totalité des rongeurs et des singes produisent très facilement de l'équol : dans ces espèces, l'équol est le principal isoflavonoïde produit suite à la consommation d'aliment à base de soja. Les rongeurs et les hommes métabolisent très différemment les isoflavones.

### **Effets biologiques – Études sur la santé**

Les isoflavones font l'objet de nombreuses études en raison de leurs éventuels bénéfices sur la santé dans plusieurs domaines : l'ostéoporose, les maladies cardiaques coronariennes, les cancers, ... Les résultats de ces études ne sont pas toujours concordants, les résultats suivants semblent à l'heure actuelle néanmoins admis.

#### *Effets sur le système estrogène*

Chez les femmes pré-ménopausées, la consommation de soja/isoflavones a été associée à une augmentation d'environ un jour de la longueur du cycle menstruel et à une légère diminution des niveaux circulatoires de FSH et de LH. Une méta-analyse récente, montre que l'exposition à des compléments alimentaires ou des aliments à base de soja n'a pas d'effet clinique pertinent sur les niveaux de l'hormone reproductive chez les femmes post-ménopausées. (51)

#### *Cancer du sein*

En Asie, les cancers du sein sont peu nombreux. Une étude récente a montré que les femmes consommant davantage d'aliments à base de soja avaient 29 % de risque en moins de développer un cancer du sein. Les études menées sur des populations asiatiques indiquent que le soja a un effet protecteur contre le cancer du sein. De plus en plus de recherches suggèrent toutefois que pour bénéficier d'une protection maximale, la consommation de soja doit débuter dès le plus jeune âge (au cours de l'enfance et/ou de l'adolescence) et se prolonger à l'âge adulte. (53) Les données épidémiologiques montrent qu'une consommation modérée de soja (équivalente à celle d'un verre de boisson au soja) durant les premières années de vie est associée à une réduction de 28 à 60 % du risque de cancer du sein. (51)

#### *Effets sur le système androgène*

Les similarités chimiques entre les œstrogènes et les isoflavones ont soulevé des inquiétudes en ce qui concerne les effets androgéniques des aliments à base de soja. Une étude épidémiologique a montré que la consommation de soja chez l'homme est inversement liée à la concentration de sperme. Mais ces résultats sont contredits par d'autres études cliniques. En l'état actuel des connaissances, on ne sait pas encore si la consommation de soja est responsable de dysfonctionnement des hormones sexuelles chez l'homme. (51)

## Le soja chez les enfants

L'ENSA affirme que les aliments à base de soja peuvent apporter une contribution nutritionnelle essentielle au régime alimentaire des enfants dès l'âge d'un an. D'autant plus que le soja a des effets protecteurs sur l'obésité, la santé cardiovasculaire et du système osseux, et il permet la réduction du risque de développer un cancer du sein plus tard. (55)

### Recommandation AFSSA 2006

En 2006, l'état des connaissances sur les phytoestrogènes était insuffisant, et l'Afssa recommandait d'éviter l'apport de phytoestrogènes chez les femmes présentant des antécédents personnels ou familiaux de cancer du sein et les sujets traités pour hypothyroïdie. Les compléments alimentaires à base de soja sont à proscrire chez la femme enceinte et n'ont pas d'indication formelle en 2006.

## I.4.1.2 Les lipides

### Sources alimentaires

Les acides gras oméga-3, EPA et DHA ne se trouvent en quantité convenable que chez les poissons, quelques crustacés et mollusques et dans les œufs de poule. Les œufs enrichis en DHA et EPA sont commercialisés depuis quelques années. Les viandes ne contribuent pas à un apport conséquent en acides gras oméga-3. Les graisses provenant des produits laitiers ont un bon rapport acides gras n-6/n-3, mais elles sont également riches en acides gras saturés.

Teneurs lipides totaux	Teneur n-3 (EPA + DHA)	Espèces de poissons
Poissons gras (> 2 %)	Forte teneur (> 1,5 g/ 100 g)	Saumon, maquereau, hareng
	Teneur moyenne (entre 0,5 et 1,5 g/ 100 g)	Truite, sardine, thon
Poissons maigres (< 2 %)	Faible teneur (<0,5 g/ 100 g)	Sole, cabillaud, carpe, anguille

Tableau 18 : Classification des poissons comme source d'acides gras n-3 (56)

Huile	Acide linoléique	Acide $\alpha$ -linoléique	n-6/n-3
Huile de colza	22	9	2,4
Huile de noix	60	12	5
Huile de soja	51	6,8	7,5
Huile de lin	22	50	0,44
Huile de chanvre	58	20	2,9
Huile de chia	18	72	0,25

Tableau 19 : Composition en acides linoléique et  $\alpha$ -linoléique de quelques huiles végétales (en % des acides gras totaux) (56)

## Apport chez les végétariens et les végétaliens

Les apports en acide linoléique (ALA) chez les végétariens et les végétaliens sont similaires aux non-végétariens.

Cependant, les apports en acides gras à longue chaîne n-3, EPA et DHA, sont inférieurs chez les végétariens et quasiment absents chez les végétaliens. De façon générale, comparées aux non végétariens, les concentrations dans les tissus et le sang sont inférieures chez les végétariens et les végétaliens. Le DHA est apporté par les produits issus de la mer, aliments non présents dans l'alimentation végétarienne et végétalienne, c'est le seul oméga-3 à être capable de passer la barrière hémato-encéphalique. (2)

Il faut noter que l'organisme est capable de convertir l'ALA en DHA mais cette conversion est très faible et en compétition avec celle des acides gras oméga-6. Le rendement de conversion des oméga-6 est supérieur à celui des oméga-3. Les végétariens et végétaliens s'exposent donc également à un déficit en EPA par défaut de conversion suffisante. (57)

Les objectifs de santé visent à réduire l'apport en acides gras oméga-6 et à augmenter l'apport en acides gras oméga-3, des sources mentionnent qu'il faut tendre à un rapport oméga-6 sur oméga-3 égal à 4.

Les acides gras oméga-3 diminuent l'agrégation des plaquettes et ont une action anti-inflammatoire. Ils sont également essentiels car ils interviennent dans les structures et les fonctions du cerveau. (58)

La solution pour pallier une éventuelle carence est d'apporter des aliments fortifiés ou bien sous forme de compléments alimentaires. Pour les végétariens, la consommation d'œufs enrichis en oméga-3 et de micro-algues est une source d'EPA et de DHA.

Les situations où les acides gras oméga-3 et oméga-6 deviennent vraiment indispensables sont : le sujet âgé chez qui la baisse de l'efficacité enzymatique diminue la conversion des oméga-3, le nourrisson par immaturité enzymatique et la femme enceinte qui présente des besoins augmentés. (57)

### I.4.2. Carences en micronutriments

#### I.4.2.1 Carences en vitamines

Les carences vitaminiques identifiées dans la population végétarienne et végétalienne sont les carences en vitamine B12 et vitamine D. Des seuils de valeurs biologiques sont souvent associés à des statuts vitaminiques pouvant être qualifiés d'optimal, suffisant, déficient et carenciel.

La constitution d'une carence vitaminique passe par trois étapes principales.

Tout d'abord, un **épuisement progressif des réserves** à lieu et sa durée est variable en fonction des stocks corporels pour une vitamine donnée.

Ensuite, lorsque le niveau des réserves est bas, le fonctionnement cellulaire est altéré et les premiers désordres biologiques sont observés. À cet état de **déficience**, il est intéressant d'établir le diagnostic biologique afin de prévenir l'apparition des signes cliniques.

La troisième étape comprend des dysfonctionnements métaboliques plus importants avec des manifestations cliniques d'abord non spécifiques puis spécifiques pour certaines

vitamines. L'état de **carence** est défini lorsque les signes cliniques non spécifiques ou spécifiques surviennent. (59)

#### I.4.2.1.1. Vitamine B12

La vitamine B12 (aussi appelée cobalamine, facteur antipernicieux ou facteur extrinsèque) est une vitamine hydrosoluble essentielle à l'homme. La molécule de vitamine B12 est formée d'un noyau tétrapyrrolique chélatant un atome de cobalt associé à un groupement nucléotidique. (60)

Sous forme de poudre de couleur orangée/rose dû à la présence de l'atome de cobalt, la vitamine B12 est soluble dans l'eau et l'alcool, insoluble dans les solvants organiques ; enfin elle est très instable. (60)

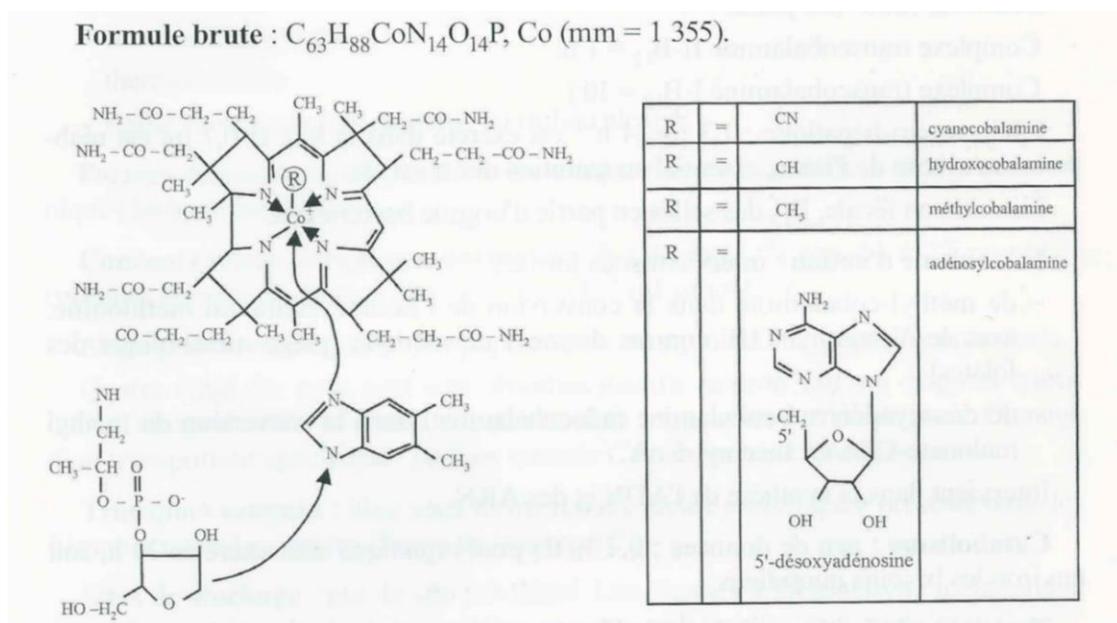


Figure 31 : Structure chimique de la vitamine B12 (60)

#### Les sources alimentaires en vitamine B12

Dans l'alimentation, la vitamine B12 est contenue dans les produits laitiers et la viande.

Aliment	Teneur en vitamine B12 (en µg/100 g d'aliment)
Viandes	
- Rognon d'agneau	78,9
- Foie de veau	52,6
- Abat cuit	21,4
- Lapin	6,51
- Pâté	5,03
- Bœuf steak haché	3,31
- Magret de canard	3,30
Poissons, produits de la mer	
- Palourde	39,5
- Poulpe	36
- Huître	28,6
- Sardine à l'huile	13,6
- Hareng fumé	11,8
- Coquille Saint-Jacques	8,39
Œuf	1,11
Produits laitiers	
- Emmental	1,5
- Roquefort	0,57
- Lait	0,49
- Fromage blanc	0,36
- Yaourt	0,26

Tableau 20 : Sources alimentaires en vitamine B12 (61)

Les sources végétales alimentaires sont dépourvues de vitamine B12 biodisponible. Certains produits végétaux ayant subi une fermentation bactérienne, tels que la bière et le tempeh, peuvent contenir de la cobalamine mais en quantité très faible et ne constituent donc pas une réelle source d'apport en vitamine B12.

### Absorption

En ce qui concerne l'assimilation de la cobalamine par l'organisme, elle est absorbée via deux mécanismes dont le premier étant largement majoritaire par rapport au second.

L'absorption active dépendante du  $\text{Ca}^{2+}$  et du facteur intrinsèque qui possède un site de liaison pour la B12 (rapport 1/1), a lieu au niveau de l'iléon terminal. Elle se réalise aux doses physiologiques.

L'absorption passive non spécifique, se réalise aux doses supraphysiologiques et est indépendante du facteur intrinsèque ; elle représente 1 % de la dose ingérée.

Dans le sang, la vitamine B12 apparaît au bout de 3 - 4 h après ingestion, elle est ensuite liée à son transporteur la transcobalamine II de synthèse hépatique et une autre partie à la

transcobalamine I (ou haptocorrine) synthétisée par les granulocytes. À noter, qu'il existe des récepteurs cellulaires au complexe transcobalamine II-B12.

### **Stockage**

Son lieu de stockage principal est le foie à 60 % ensuite les muscles et le cerveau à 30 %. Chez l'adulte les réserves hépatiques contiennent près de 3 à 5 mg de vitamine B12 mais seulement 25 µg chez le nouveau-né. Un sujet sain a des réserves pour 3 à 5 ans s'il n'interrompt pas ses apports en vitamine B12. Les conséquences sur sa santé ne vont donc pas être visibles de suite sauf chez le nouveau-né car ses réserves sont minimes.

### **Élimination**

La demi-vie de la vitamine B12 est de 350 à 400 jours. Le cycle entéro-hépatique est de 1,3 µg/ 24 h, la vitamine B12 est excrétée par la bile et 0,7 µg est réabsorbé au niveau de l'iléon. Cette réabsorption est donc essentielle au maintien des réserves.

L'élimination fécale de la vitamine B12 provient essentiellement des bactéries contenues dans le colon, mais pas de l'ingestion de la vitamine B12. La vitamine B12 produite par les bactéries ne peut être absorbée car le site d'absorption est plus en amont dans le tube digestif.

### **Apports recommandés**

L'apport satisfaisant pour la vitamine B12 chez l'adulte est de 4 µg/jour. En 2015, l'EFSA considéra qu'il n'existait pas de limite supérieure de sécurité du fait de l'absence de toxicité et de carcinogénicité aux doses considérées. (15)

### **Rôle physiologique**

La vitamine B12 a plusieurs rôles physiologiques. La vitamine B12 intervient dans la synthèse de l'ADN et de l'ARN. Elle est un cofacteur intervenant dans les réactions de méthylation et entre dans la biosynthèse de la thymine ; une des bases de l'ADN. Lors d'une carence, une diminution du nombre de divisions cellulaires à lieu et les tissus avec un fort renouvellement cellulaire sont les premiers touchés (hématopoïèse, tractus digestif). La vitamine B12 permet la bonne myélinisation des neurones et entre dans la synthèse de certains neurotransmetteurs, les conséquences neurologiques d'une carence sont parfois graves. (62) Les signes cliniques seront détaillés par la suite.

Les deux formes actives de la vitamine B12 sont la méthylcobalamine et le désoxyadénosyl-cobalamine. La méthylcobalamine intervient dans la conversion de l'homocystéine en méthionine (avec le N5-méthyl-THF comme donneur de méthyle : piège métabolique des folates). Le désoxyadénosyl-cobalamine dans la conversion du méthylmalonate-CoA en succinyl-CoA. Des taux élevés en homocystéine peuvent être le résultat subclinique d'une carence en vitamine B12.

Peu de données sont disponibles sur le catabolisme de la vitamine B12, 0,2 % du pool organique sont excrétés/24h ce qui équivaut environ aux besoins quotidiens. Les concentrations sanguines normales sont comprises entre 120 et 570 pg/mL dans le plasma et essentiellement sous forme de méthylcobalamine. La valeur seuil est à 100-150 pg/mL selon les équipes médicales.

### **La carence en vitamine B12**

L'EFSA a défini les recommandations nutritionnelles pour la vitamine B12 en se basant sur la combinaison de quatre biomarqueurs : les concentrations plasmatiques en cobalamine,

holotranscobalamine (holoTC), acide méthylmalonique (MMA) et homocystéine. (Statut vitaminique en B12). Il faut savoir que la carence en apport en vitamine B12 ne constitue seulement que 2 % des étiologies des carences en vitamine B12. (63)

Le diagnostic de la carence en vitamine B12 est établi grâce à plusieurs critères :

Critères biologiques :

- diminution du taux plasmatique en vitamine B12 dans le sang (VN : 200 – 800 ng/L) ;
- augmentation des taux sériques en acide méthylmalonique et acide succinique ;
- augmentation des taux sériques en homocystéine et méthionine.

Des éléments importants sont à prendre en compte lors de l'analyse biologique. La consommation de produits contenant des analogues de la vitamine B12 sans activité vitaminique est susceptible d'augmenter artificiellement le taux sérique de vitamine B12. D'autre part, un apport très important en folates (contenus dans les légumes à feuilles vertes), peut temporairement maintenir une numération formule sanguine normale.

Des apports importants en méthionine et en vitamine B6 ou B9 peuvent pallier l'augmentation des taux d'homocystéine et donc masquer la carence.

Finalement, le marqueur le plus fiable est l'acide méthylmalonique car il n'est pas perturbé ; son taux augmente lorsqu'il est associé à une carence en vitamine B12.

Critères cliniques :

- une atteinte hématologique : anémie plus ou moins macrocytaire selon l'association à un déficit ferrique (anémie d'installation progressive), thrombopénie, hypersegmentation des neutrophiles, voire pancytopenie ;
- une atteinte des muqueuses : glossite atrophique avec sécheresse buccale, atrophie de la muqueuse digestive pouvant entraîner différents symptômes (dysphagie, douleurs abdominales, constipation, diarrhées), ulcères, vaginites ;
- une atteinte cutanée : hyper-pigmentation palmo-plantaire, pâleur (due à l'anémie), ictère (lié à l'hémolyse intramedullaire) ;
- une atteinte neurologique : paresthésie, disparition des réflexes, ataxie, polyneuropathie symétrique des membres supérieurs et inférieurs avec atteinte de la sensibilité profonde (sur sclérose combinée de la moelle épinière), déficit sensitif, polynévrite, troubles cognitifs. L'atteinte neurologique est parfois irréversible ;
- une atteinte psychiatrique : dépression, démence. (64) (63) (62)

### **Interaction la vitamine B9 et la vitamine B12**

La vitamine B9 a un rôle fondamental dans le transfert des groupements monocarbonés dans les réactions de métabolisme des acides aminés et des nucléotides. Les folates subissent une double réduction en DHF et THF, puis la fixation de groupements monocarbonés sur les atomes d'azotes 5 et 10 du THF conduit aux formes circulantes actives 5-méthyl THF et 5-formyl THF. Les folates participent notamment à la méthylation de l'homocystéine en méthionine ou synthèse de la méthionine à partir de l'homocystéine

Lors de la reméthylation de l'homocystéine en méthionine, les folates et la vitamine B12 sont mis en jeu. Ainsi, la carence en vitamine B12 peut être secondaire à une carence en folates car ceux-ci sont piégés sous la forme de 5-méthyl-THF. Celui-ci ne peut plus alors conduire à la formation de 5, 10-méthylène-THF (coenzyme impliqué dans la synthèse de la thymidine de l'ADN à partir de la désoxyridine).

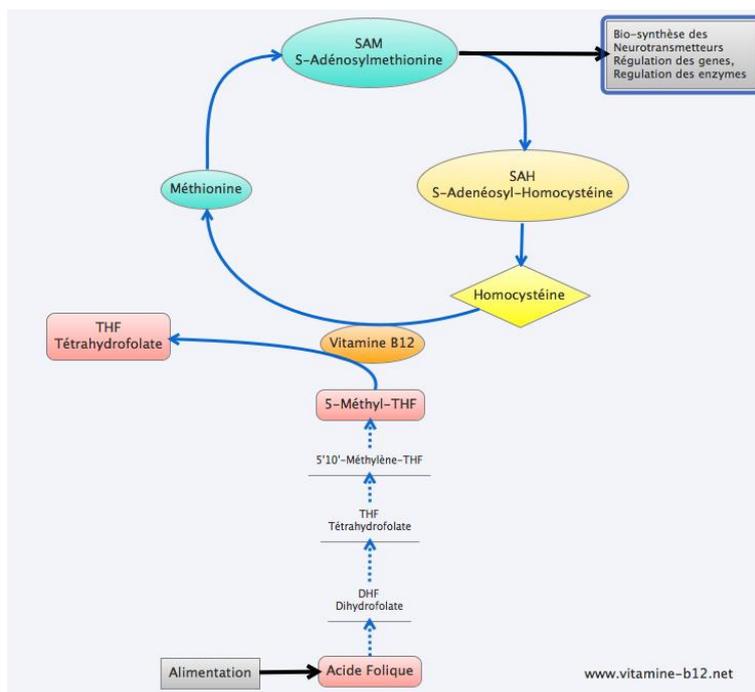


Figure 32 : Métabolisme des folates et de la vitamine B12 (65)

## La biosynthèse de la vitamine B12 dans la nature et sa production industrielle

Au sein du monde vivant, la vitamine B12 est exclusivement synthétisée par quelques bactéries, archées, microchampignons et microalgues. Elle n'est pas biosynthétisée par les plantes ou les animaux.

La synthèse chimique totale de la vitamine B12 est réalisable mais la production industrielle actuelle utilise soit la fermentation de micro-organismes soit des techniques de génie génétique sur des bactéries pour la produire en grande quantité. La majorité de la production industrielle de vitamine B12 dans le monde est destinée aux animaux d'élevage.

Les animaux ruminants, les herbivores possèdent un rumen ou un caecum développé au sein duquel des bactéries commensales produisent de la vitamine B12. Les animaux non-symbiotiques consomment les animaux symbiotiques ou leurs prédateurs. Les omnivores ingèrent donc principalement de la vitamine B12 via la chair animale qu'ils consomment, en effet, la vitamine B12 se lie aux protéines.

## Supplémentation indispensable

Au vu des données ci-dessus, il apparaît évident que les végétariens mais surtout les végétaliens sont exposés à la carence en vitamine B12. La supplémentation de ces derniers est indispensable, elle s'effectue aisément via des formulations pharmaceutiques (comprimés, ampoules...) que nous exposeront par la suite. Les aliments fortifiés en vitamines B12 peuvent être intégrés à leur alimentation mais ne constituent pas une réelle supplémentation car il peut être difficile d'estimer les quantités de vitamine B12 apportées. D'autre part, ils doivent être consommés à des moments différents de la journée et au moins 2 fois par jour. En effet, les petites doses sont absorbées via le facteur intrinsèque, cette voie devient saturée lorsque la moitié du besoin journalier est ingéré et il faut 4 à 6 heures pour obtenir une nouvelle absorption. Le second mécanisme passif d'absorption admet une absorption de 1 % de la dose ingérée, ceci permettant l'administration de doses plus grandes et moins fréquentes. (48)

### I.4.2.1.2. Vitamine D

La vitamine D aussi appelée calciférol ou vitamine antirachitique possède deux formes vitaminiques actives : le cholécalciférol (vitamine D<sub>3</sub>, isolée à partir de l'huile de poisson) et l'ergocalciférol (vitamine D<sub>2</sub>, isolée à partir de l'ergot de seigle).

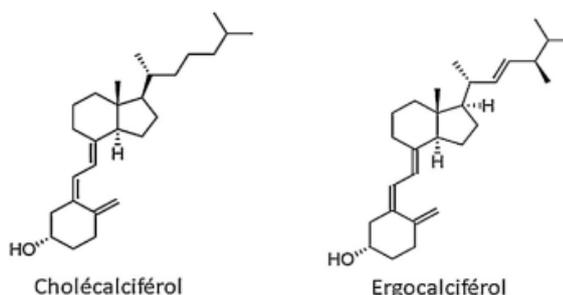


Figure 33 : Structure chimique des vitamines D<sub>3</sub> (cholécalférol) et D<sub>2</sub> (ergocalciférol)

### Sources alimentaires et synthèse endogène

L'apport en vitamine D s'effectue à la fois via la synthèse cutanée (origine endogène) sous l'action des rayons UVB et à la fois via l'alimentation (origine exogène). La production de vitamine D à partir du cholestérol après exposition solaire dépend de nombreux facteurs : l'heure de la journée, la saison de l'année, la latitude, la pollution de l'air, la pigmentation cutanée, l'utilisation de crème solaire et de l'âge. Le mode de vie de plus en plus sédentaire des populations actuelles et l'utilisation des écrans solaires conduisent à une moindre exposition solaire et donc à une moindre synthèse endogène de vitamine D. La pollution atmosphérique bloque une partie du rayonnement UVB ce qui participe également à la réduction de la synthèse de vitamine D.

Les principales sources de vitamines D dans l'alimentation sont exposées dans le tableau ci-dessous. Certains aliments du commerce sont enrichis en vitamine D : le lait de vache, des jus de fruits, des yaourts, des céréales pour petit-déjeuner et des margarines.

Aliment	Teneur en vitamine D (en µg/100 g d'aliment)
Poissons, produits de la mer	
- Huile de foie de morue	250
- Foie de morue appertisé	54,3
- Œufs de saumon	27
- Truite cuite au four	15
- Saumon cuit à la vapeur	8,3
Œuf	2
Produits laitiers	
- Fromage frais	1,55
- Lait enrichi en vitamines	0,75
Fruits et Légumes	
- Cacahuètes ou Arachides	10,3
- Champignons crus	0,3 - 5

Tableau 21 : Sources alimentaires en vitamine D (61)

Les quantités de vitamine D sont exprimées soit en poids soit en unités internationales (UI) d'activité antirachitique : soit 1 mg de vitamine D<sub>3</sub> ou D<sub>2</sub> = 2,6 μmol = 40 000 UI (ou bien 1 UI = 0,025 μg de vitamine D<sub>3</sub> ou D<sub>2</sub>). Comme ce tableau le montre, les meilleures sources de vitamine D alimentaires sont les poissons gras et les œufs. Dans le règne végétal, on en trouve isolément dans les cacahuètes.

### Absorption

La vitamine D est absorbée au niveau du duodénum et du jéjunum, elle est incorporée dans des micelles mixtes de sels biliaires composés d'acides gras et de matières grasses ; ensuite elle subit une diffusion passive lente mais importante. Dans le sang, la vitamine D se lie aux lipoprotéines et à une α-globuline (vitamine D binding protein : DBP). La demi-vie est de plusieurs jours voire semaines pour la vitamine D et le calcidiol.

### Métabolisme et Stockage

La vitamine D absorbée par voie digestive ou synthétisée par la peau subit plusieurs étapes de métabolisation (Figure 34). Tout d'abord, elle est transportée dans le foie où elle subit une première hydroxylation. Ensuite, la vitamine D est hydroxylée une deuxième fois au niveau des reins et de sites extra-rénaux pour aboutir à la forme active la 1,25 dihydroxy-vitamine D. La vitamine D est stockée dans le tissu adipeux et dans le muscle.

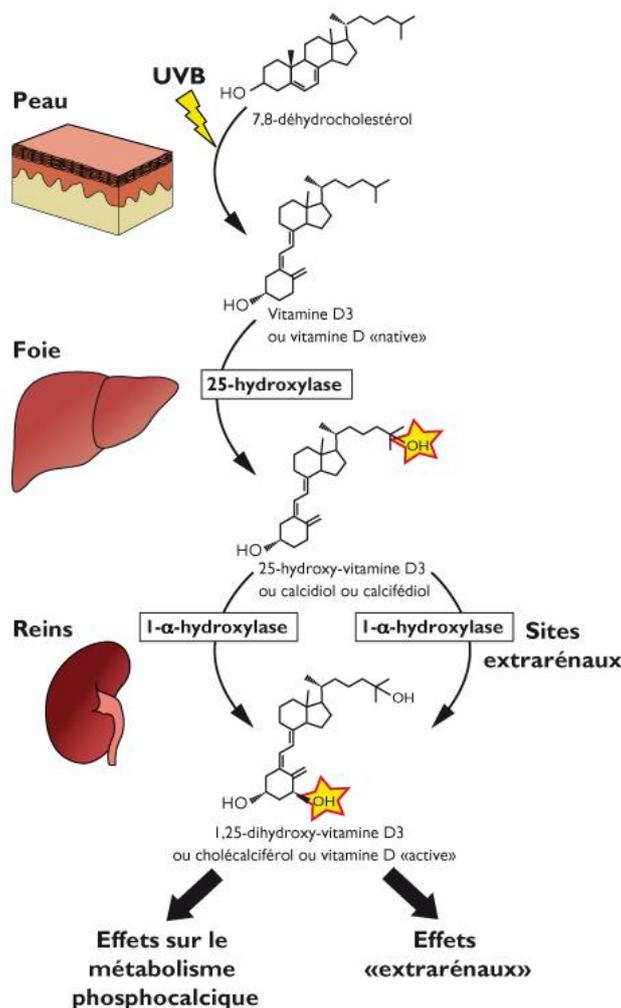


Figure 34 : Métabolisme de la vitamine D (66)

## Elimination

La vitamine D est éliminée à 70 % dans les selles sous forme de composés plus polaires.

## Rôle physiologique

Le métabolite actif  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  de la vitamine D est responsable d'effets génomiques et non génomiques. En effet la vitamine D agit au niveau du génome via un récepteur nucléaire spécifique le VDR (Vitamin D receptor) et au niveau cellulaire via un récepteur membranaire la Pdia 3 (protein disulfide isomerase family A member 3). Le VDR est exprimé dans la plupart des types cellulaires et donc dans tous les tissus de l'organisme.

Le rôle principal de la vitamine D est le maintien de l'homéostasie phospho-calcique (stimulation de l'absorption intestinale du calcium, action sur l'excrétion du calcium au niveau des reins et sur le stockage du calcium dans l'os). Mais la vitamine D a de nombreux autres rôles « extrarénaux » : une action sur le système immunitaire (effet immunomodulateur), une action sur la différenciation et la prolifération cellulaire, un contrôle autocrine de la sécrétion d'insuline et un rôle de régulateur négatif du système rénine-angiotensine notamment.

## Toxicité

Pour des doses supérieures à  $25 \mu\text{g}/\text{kg}/24\text{h}$  ( $1000 \text{ UI}/\text{kg}/24 \text{ h}$ ), une hypercalcémie par augmentation de l'absorption intestinale du calcium et de la résorption osseuse, et une hypercalciurie surviennent. Les signes cliniques associent troubles digestifs (anorexie, nausées, vomissements et constipation), troubles ostéoarticulaires, troubles hydroélectriques et rénaux (néphrocalcinose, lithiase). En France, la limite de sécurité est de  $25 \mu\text{g}/\text{jour}$  ou  $1\ 000 \text{ UI}/\text{jour}$  pour l'adulte. En Europe par l'EFSA et aux Etats-Unis cette limite est portée à  $50 \mu\text{g}/\text{jour}$ .

## Apports recommandés

Le besoin nutritionnel moyen pour l'homme et la femme adulte est de  $10 \mu\text{g}/\text{jour}$  et la référence nutritionnelle est de  $15 \mu\text{g}/\text{jour}$ . En 2012, la limite supérieure de sécurité est passée de 50 à  $100 \mu\text{g}/\text{jour}$  d'après l'EFSA. (15)

Le tableau suivant, donne les références nutritionnelles en vitamine D dans la population à différentes périodes de la vie.

Tranche d'âge	RNP ( $\mu\text{g}/\text{jour}$ )	RNP (UI/jour)
Nourrissons de 0 à 12 mois	20 à 25	800 à 1000
Enfant de 1 à 3 ans	10	400
Enfant de 4 à 12 ans	5	200
Adolescents de 13 à 19 ans	5	200
Adultes	5	200
Femmes enceintes et allaitantes	10	400
Personnes âgées	10 à 15	400 à 600

Tableau 22 : Recommandation nutritionnelle en vitamine D (15)  
RNP : Référence Nutritionnelle pour la Population

En Allemagne, la German Nutrition Society conseille un apport de 20 µg/jour ou 800 UI/jour pour la majorité des groupes de populations. L'Académie nationale de médecine aux Etats-Unis a fixé ses recommandations entre 15 et 20 µg/jour ou 600 à 800 UI/jour selon les groupes de population.

### **La carence en vitamine D**

Le meilleur marqueur du statut en vitamine D utilisé actuellement est le taux sanguin en 25-hydroxycholecalciférol (25(OH)D ou calcidiol) qui est la forme circulante avec une longue demi-vie et reflétant le stock vitaminique de l'organisme. Le seuil biologique correspondant à une carence en vitamine D a été fixé à 30 ng/mL ou 75 nmol/L, mais il n'existe pas de seuil correspondant à un statut optimal.

En dessous ce seuil de 30 ng/mL, il apparaît une hyperparathyroïdie secondaire à l'hypovitaminose D. Plusieurs degrés de carences sont définis ; l'insuffisance entre 10 et 30 ng/mL et la carence en dessous 10 ng/mL ou 25 nmol/L. Néanmoins, il existe des consensus différents en fonction des pays sur ces valeurs seuil et sur la définition d'un seuil optimal.

L'étude INCA 2 a permis de mettre en évidence que les apports alimentaires dans la population française est éloignée des besoins nutritionnels. En effet, l'apport alimentaire en vitamine D n'est que de 2,6 µg/jour (soit 104 UI/jour) chez l'adulte et 1,9 µg/jour (soit 76 UI/jour) chez l'enfant. D'autre part, l'apport alimentaire en vitamine D provient à 38 % de la consommation de poisson, 10 % de la consommation d'œufs et 18 % de la consommation de fromages (respectivement 31 %, 9 % et 7 % chez l'enfant). (67)

De faibles apports en vitamine D sont rapportés chez les végétariens et les végétariens et végétaliens, et leur taux sérique en 25(OH)D est faible aussi, mais surtout pour ceux qui vivent à de grandes latitudes et lorsque la mesure est réalisée durant l'hiver ou le printemps. De faibles niveau de 25(OH)D dans le sang sont associés à un risque accru de fracture, d'aggravation de la perte osseuse chez les femmes de plus de 55 ans et les hommes de plus de 65 ans, un risque accru de cancer (sein et côlon principalement), un risque accru de maladie auto-immune (diabète notamment) ou de pathologie cardio-vasculaire. Chez l'enfant, la carence expose au risque de rachitisme et de diabète de type 1. (68)

La carence en vitamine D n'est pas spécifique à la population végétarienne et végétalienne mais elle est également présente au sein de la population générale en France ; la carence est fréquente en hiver et au printemps à nos latitudes. La supplémentation en prévention est donc nécessaire tout comme le traitement de la carence identifié individuellement. La prévention de la carence s'effectue en administrant systématiquement une ampoule de vitamine D au début et/ou à la fin de la période hivernale.

## **I.4.2.2 Carences en minéraux et oligo-éléments**

### **I.4.2.2.1. Calcium**

Le calcium (Ca) est un minéral présent en grande quantité dans l'organisme, la majorité (99 %) est localisée dans les os. Afin d'obtenir une masse osseuse correcte à la fin de la croissance squelettique et de la maintenir ensuite au cours de l'âge adulte, il est important d'avoir des apports en calcium satisfaisants tout au long de la vie. Ceci dans le but de maintenir le pic de masse osseuse à l'âge adulte et de limiter la perte osseuse fréquente chez la femme ménopausée et les personnes âgées.

## Sources alimentaires

Le Tableau 23 suivant donne un aperçu des aliments riches en calcium. Les haricots blancs, le tahini, les figes, la purée d'amande, les oranges, constituent de bonnes sources de calcium avec une biodisponibilité de l'ordre de 20 %.

Aliment Source Végétale	Teneur en Calcium (en mg/100g)	Aliment Source Animale	Teneur en Calcium (en mg/100g)
Herbes de Provence	1860	Gruyère	1090
Cannelle	1000	Lait en poudre, entier	960
Persil frais	218	Morbier	638
Amande séchée	268	Mozzarella	545
Graine de soja	220	Saumon	270
Figue sèche	167	Lait	208
Epinard cuit	153	Huitre	186
Salade	76	Œuf à la coque	150
Choux de Bruxelles	36,2	Fromage blanc	93,3

Tableau 23 : Sources alimentaires en calcium (61)

## Absorption - Régulation

Généralement, entre 20 et 30 % du calcium apporté par l'alimentation est absorbé par le tractus digestif, la variabilité individuelle étant importante, entre 10 et 50 %. Il faut noter que l'absorption varie en fonction des besoins : elle augmente notamment au cours de la croissance, de la grossesse et de l'allaitement. (69)

L'absorption du calcium repose sur deux mécanismes distincts. (70) La diffusion passive intercellulaire (non saturable) a lieu dans l'iléon. Le transport actif transcellulaire (saturable) a lieu au niveau du duodénum et du début du jéjunum. Lorsque les apports en calcium sont faibles, des hormones calciotropes : la parathormone (PTH) et le calcitriol (1,25OH-vitamine D) sont synthétisés. La PTH agit au niveau rénal en diminuant l'excrétion urinaire de calcium et, au niveau osseux, elle augmente la résorption osseuse par les ostéoclastes. Le calcitriol augmente l'absorption active de calcium au niveau intestinal et accroît la perméabilité membranaire aux ions calcium. (71) Lorsque les apports en calcium sont élevés, la voie active est inhibée avec une diminution de la sécrétion de PTH et de calcitriol, la voie d'absorption passive est stimulée. (71)

Plusieurs facteurs peuvent influencer l'absorption du calcium. (69) Il existe plusieurs formes de calcium organique et inorganique. Selon la littérature, la biodisponibilité du calcium organique est 2 à 5 fois plus importante que celle du carbonate de calcium. Néanmoins, les différentes formes de calcium organique présentent la même biodisponibilité que celle du citrate de calcium.

La présence **d'oxalate** dans les aliments végétaux influence la biodisponibilité du calcium. L'absorption du calcium est généralement inversement proportionnelle à la concentration en

acide oxalique. Cependant, il a été mis en évidence que le soja est une exception notable et, selon les études, l'absorption du calcium dans les aliments au soja est assez bonne. (69)

La présence **des phytates** (composés présents dans les enveloppes ou le son de graines de céréales et de légumineuses) influence également l'absorption du calcium. Certaines études montrent qu'ils diminuent l'absorption du calcium, mais le degré d'inhibition dépend de leur concentration : plus la concentration est grande plus l'inhibition est importante. Les faibles teneurs en phytates dans les boissons au soja n'altèrent pas l'absorption du calcium. (69)

### Cas du soja

L'absorption du calcium dans les aliments au soja est assez bonne mais il convient souligner que la teneur en oxalate et en phytates diffère en fonction de l'aliment comme le montre le tableau suivant.

Aliments à base de soja	Teneur en oxalate pour 100g d'aliment	Teneur en phytates pour 100g d'aliment
Farine de soja	800 à 2060 mg	1100 à 1333 mg
Graines de soja	23 à 54 mg	234 à 1306 mg
Graines de soja sèches	82 à 285 mg	220 à 2200 mg
Boissons au soja	2 mg	80 à 133 mg

Tableau 24 : Teneur en oxalate et en phytates dans différents produits à base de soja (69)

Les boissons au soja sont donc pauvres en oxalate et présentent donc une bonne biodisponibilité en calcium. Il en est de même pour la teneur en phytates qui est de l'ordre de 0,1 % en moyenne, ceci n'a donc pas d'effet défavorable sur la biodisponibilité du calcium. De plus, des chercheurs ont analysé l'absorption du calcium à partir de plusieurs aliments : celle des boissons au soja est de 31 % et est aussi élevée que celle du lait de vache 32,1 %. Les boissons au soja enrichies en calcium sont donc une source très intéressante de calcium et contribuent à satisfaire les apports recommandés. (69)

L'**homogénéité et la solubilité des sels de calcium** dans le lait, l'eau et les boissons végétales enrichies en calcium est aussi un facteur de variabilité de la biodisponibilité du calcium.

De nombreuses études ont démontrées que les **eaux minérales naturelles** présentaient une excellente biodisponibilité du calcium.

Enfin, les **pertes urinaires de calcium** pourraient compter pour 50 % de la variabilité de la rétention du calcium. Le sodium et les protéines jouent un rôle dans les pertes urinaires en calcium. La composition en acides aminés des protéines module l'équilibre acido-basique, et la fuite urinaire de calcium. Les acides aminés soufrés présents dans les protéines animales entraînent une charge acide plus importante dans le corps qui serait alors compensée par une libération de minéraux du squelette et donc de calcium. Le lait et ses produits dérivés sont souvent utilisés comme référence dans les sources alimentaires de calcium et pour leur biodisponibilité favorable. En effet, l'absorption du calcium dans les produits laitiers est de 25 à 35 %. Cependant, celle des végétaux et des crucifères est plus élevée de l'ordre de 60 %, alors que celle des légumes comme les épinards est faible environ 5 % en raison de leur richesse en oxalates. (69)

## Apports recommandés

L'ANSES retient les recommandations proposées par l'Efsa. Pour les hommes et femmes adultes de moins de 24 ans, le BNM est de 860 mg/jour et le RNP de 1 000 mg/jour. Ensuite, à partir de 24 ans, le BNM est de 750 mg/jour et le RNP de 950 mg/jour.

La LSS est fixée à 2 500 mg/jour par l'EFSA en 2006, confirmée en 2015. Cette valeur seuil a été définie d'après la base de données de nombreuses études d'intervention de longue durée s'intéressant à la fois l'alimentation et aux compléments alimentaires. Aucun effet délétère n'a été rapporté pour des apports de 2 500 mg/jour. (15)

## Carence

En France, les études observationnelles montrent que les apports journaliers en calcium dans la population française sont souvent inférieurs aux apports conseillés. En effet, 35 % des adultes ne couvrent pas leurs besoins nutritionnels en calcium et les plus touchés sont les femmes à partir de 55 ans et les hommes à partir de 65 ans.

Les signes de la carence en calcium à court terme sont modérés et peu visibles ; en effet la calcémie est maintenue à des taux normaux grâce aux réserves osseuses importantes. Cependant lorsque la carence d'apport se poursuit, une hypocalcémie et une tétanie pourraient apparaître à plus long terme. La carence calcique se manifeste par une ostéomalacie correspondant à une insuffisance de la minéralisation de l'os. Lorsque l'ostéolyse est plus importante que l'ostéogenèse, les os deviennent plus poreux et plus fragiles. Les individus souffrants d'ostéomalacie sont prédisposés aux tassements vertébraux, aux fractures osseuses en particulier poignet et col du fémur.

Un apport calcique suffisant associé à un statut vitaminique correct en vitamine D est indispensable au cours de la croissance de l'individu et tout au long de la vie.

Les études concernant le risque de fracture chez les végétariens et les végétaliens sont nombreuses et parfois contradictoires mais il semblerait qu'il n'y ait pas de différence entre les lacto-ovo-végétariens et les non-végétariens en ce qui concerne la densité minérale osseuse (DMO).

Une étude (72) sous forme de méta-analyse sur la littérature existante a comparé les DMO et le risque de fracture chez plus de 37 000 participants (incluant à la fois des omnivores, végétariens et végétaliens). Les mesures de DMO au niveau du rachis lombaire et du col du fémur sont plus basses dans le groupe des végétariens/végétaliens que dans le groupe des omnivores. Au sein du premier groupe, cette diminution est plus marquée chez les végétaliens. Le risque de fracture est augmenté dans le groupe des végétariens/végétaliens par rapport au groupe des omnivores mais c'est uniquement chez les végétaliens que le risque est significatif.

L'étude EPIC-Oxford montre que le risque de fracture est 30 % plus élevé chez les végétaliens et pourrait être associé à des apports insuffisants en calcium. (2) Lorsque les végétaliens consomment plus de 500 mg par jour de calcium, le risque de fractures est identique à celui des végétariens. Il est possible que les faibles apports en vitamine D chez certains végétaliens interviennent également. (2)

D'autre part, certains travaux ont montré qu'une alimentation comportant des apports élevés en protéines d'origine animale et pauvres en végétaux, augmentaient le risque de résorption osseuse. À l'inverse, le soja, les fruits et les légumes du fait de leur pouvoir alcalin entre-autre diminueraient le risque de résorption osseuse. (2)

Il apparaît donc important pour les végétariens et les végétaliens de planifier correctement leur repas afin d'éviter les carences en calcium et préserver leur santé osseuse. Il faut informer la population végétalienne et ovo-végétarienne sur les sources de calcium disponibles dans leur alimentation. Au cas par cas, en fonction de l'évaluation des apports et du terrain de chaque individu, une supplémentation en calcium pourra être proposée.

#### I.4.2.2.2. Fer

Le fer (Fe), outre sa position centrale dans la molécule d'hémoglobine, participe entre autres, en tant que cofacteur d'oxydoréduction, aussi bien au transport d'électrons dans la mitochondrie qu'au métabolisme des catécholamines et à la synthèse de l'ADN.

#### Sources alimentaires

Les principales sources alimentaires en fer sont le boudin noir, le foie et les abats pour les omnivores. Les viandes rouges, blanches, les œufs et le poisson contiennent des teneurs plus faibles (moins de 2 mg/ 100 g). Malgré la moins bonne biodisponibilité, certains végétaux ont des teneurs parfois élevées ce qui est intéressant pour les végétariens et les végétaliens.

Aliment Source végétale	Teneur en fer (en mg/100 g)	Aliment Source animale	Teneur en fer (en mg/100 g)
Menthe séchée	87,5	Boudin noir	22,8
Herbes de Provence séchées	69,8	Foie de porc cuit	17,9
Kombu royal ( <i>Saccharina latissima</i> ), séchée ou déshydratée	23,1	Poulpe cuit	9,54
Chocolat noir	22,8	Cœur de bœuf cuit	6,8
Graine de Chia	7,72	Huitre	6
Steak à base de soja	2,3	Steak haché de bœuf	2,83
Pois mange-tout ou Lentille verte cuite	2,4	Jaune d'œuf cuit	0,98

Tableau 25 : Sources alimentaires en fer (61)

#### Absorption - Régulation

La majeure partie du fer dans l'organisme provient du recyclage du fer érythrocytaire qui constitue un pool de 4 g chez l'homme et 2,5 g chez la femme. L'élimination du fer n'est que de 1 à 2 mg/jour. Le fer alimentaire sert essentiellement à combler ces pertes et à répondre à l'accroissement des besoins dans certaines situations physiologiques (règles, grossesse...). Ainsi, la capacité d'absorption est augmentée ou réduite en fonction des besoins. (19)

Le fer héminique (provenant de la viande) présente une meilleure biodisponibilité que le fer non-héminique (provenant des végétaux). Pour compenser l'apport en fer héminique il faut consommer deux fois plus de fer non héminique. (7) Le coefficient d'utilisation digestive supérieur du fer héminique implique que les besoins en fer chez les végétariens et végétaliens sont 1,8 fois supérieurs à celui des omnivores. (57) Malgré les larges possibilités d'adaptation

et la présence accrue de vitamine C qui augmente l'absorption du fer, un régime végétarien et à plus forte raison végétalien expose à un risque accru de carence en fer.

Le fer non-héminique se lie à des composés dans le bol alimentaire qui diminuent son assimilation : les phytates, les tanins, les polyphénols, les phosphates, l'acide oxalique. Le calcium et les médicaments antiacides diminuent l'assimilation du fer. La vitamine C, au contraire, améliore l'absorption du fer et réduit l'effet négatif des phytates.

D'autre part, une diminution de la ferritinémie entraîne une augmentation de l'absorption du fer végétal (fer non héminique).

### **Apports recommandés**

Le besoin nutritionnel moyen est de 7 mg/jour et de 6 mg/jour respectivement pour la femme et l'homme. La référence nutritionnelle pour la population est de 11 mg/jour pour l'homme et identique pour les femmes ayant des pertes menstruelles faibles ou normales. Pour celles qui ont des pertes menstruelles élevées la RNP est de 16 mg/jour.(15)

En 2006, l'EFSA a défini la limite supérieure de sécurité à 50 à 60 mg par jour, dose à laquelle les manifestations gastro-intestinales indésirables (nausées, constipation, inconfort épigastrique) apparaissent lors d'une prise aiguë en dehors du repas. Cette LSS a été maintenue en 2015.

### **Carence**

Une carence en fer est responsable d'une anémie ferriprive, associant baisse des globules rouges, fatigue, pâleur cutanée, essoufflements, chute des cheveux.

La population végétarienne et végétalienne est à risque de développer une carence martiale, il est important de compléter les personnes en ayant besoin et de prévenir la carence en rappelant les sources végétales riches en fer.

### **I.4.2.2.3. Iode**

L'iode est un minéral indispensable entrant dans la composition des hormones thyroïdiennes : tri-iodothyronine (T3) et tétra-iodothyronine (T4). Elles contrôlent dès la vie fœtale l'ensemble des processus de croissance et de maturation cellulaire, la thermogenèse, l'homéostasie glucidique et lipidique, et modulent les synthèses protéiques. (19)

### **Sources alimentaires et apports nutritionnels recommandés**

Les principales sources en iode sont les produits issus de la mer (algues, poissons, crustacés, coquillage), ensuite les œufs, le lait, et enfin les produits céréaliers comme le montre le tableau suivant.

Aliment Source végétale	Teneur en iode (en µg/100 g)	Aliment Source animale	Teneur en iode (en µg/100 g)
Wakamé atlantique ( <i>Alaria esculenta</i> ), séchée ou déshydratée	34600	Huile de foie de morue	400
Kombu royal ( <i>Saccharina latissima</i> ), séchée ou déshydratée	341000	Saumon cuit	300
Nori ( <i>Porphyra sp.</i> ), séchée ou déshydratée	5100	Parmesan	131
Muesli (aliment moyen)	74,2	Œuf au plat	54,5
Chocolat en tablette	21,2	Lait écrémé	24,3

Tableau 26 : Sources alimentaires en iode (61)

Il faut savoir que l'iode est présent dans les œufs et les produits laitiers grâce à la supplémentation animale. L'iode alimentaire est essentiellement présent dans les produits de la mer (poissons, mollusques et crustacés), c'est pour cette raison que les végétariens et les végétaliens peuvent en manquer. La teneur en iode dans le sel marin alimentaire est de 1 860 µg pour 100 g, certaines marques l'enrichissent également en fluor. L'apport recommandé en sel de table est de 1,2 g soit 22,32 µg d'iode.

Concernant l'apport maximum journalier, la valeur de 500 µg/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 LSS de 600 µg/j proposée en 2006.

### Absorption

L'iode dans les aliments sous forme libre (iodure) est rapidement absorbé au niveau de l'estomac et de l'intestin grêle à plus de 90 %. Les compléments alimentaires et le sel enrichi contiennent de l'iode sous forme d'iodate qui se retrouve immédiatement réduit dans le plasma. La cinétique de réduction des iodates en iodures est cependant peu ou mal connue. L'absorption de l'iode contenu dans les œufs est proche de 100 %, elle varie de 66 % à 100 % dans les algues selon leurs concentrations en iode organique ou inorganique. (73)

### Apports recommandés

L'apport satisfaisant pour les hommes et les femmes de plus de 18 ans est de 150 µg/jour. La LSS est fixée par l'EFSA à 600 µg/jour chez l'adulte afin d'éviter le développement d'hyperthyroïdie dans les pays qui ont une longue histoire d'insuffisance d'apport iodé. (15)

### Carence

Le stade de gravité de la déficience en iode au niveau de la population s'apprécie par la valeur moyenne de l'iode urinaire excrété, c'est un bon indicateur car il est strictement proportionnel à l'iode ingéré. En 2004, l'OMS a fixé un apport satisfaisant à 150 µg/j pour les femmes et les hommes adultes. Cet apport correspond dans les études à une iodurie médiane supérieure ou égale à 100 µg/L et une concentration plasmatique supérieure ou égale à 1 µg/L, seuils en dessous desquels on observe une augmentation du risque de goitre (hypertrophie

compensatrice de la glande thyroïde) et une altération possible de la synthèse d'hormones thyroïdiennes. (14)

Le moyen de suppléer au manque potentiel d'iode est de consommer du sel iodé et des végétaux issus de la mer comme les algues. Cependant il est parfois difficile d'en estimer les apports car les quantités d'iode contenues dans les produits de la mer végétaux varient grandement.

#### I.4.2.2.4. Zinc

Le zinc (Zn) intervient dans de nombreuses activités enzymatiques, il joue notamment un rôle important dans toutes les étapes de la synthèse protéique, l'activation des polymérases des acides nucléiques et la synthèse des prostaglandines. Il a également une fonction antioxydante par sa position structurale dans le superoxyde dysmutase, cuivre-zinc dépendante.

#### Sources alimentaires

Le tableau suivant donne un aperçu des sources alimentaires en zinc qui sont : la viande, les abats, le fromage, les légumineuses, les poissons, les mollusques, les crustacés.

À noter que la levure alimentaire contient 8,4 mg de zinc pour 100 g, ceci en fait une bonne source. D'autant plus qu'elle peut être utilisée comme condiment pour agrémenter les plats.

Aliment Source végétale	Teneur en Zinc (en mg/100 g)	Aliment Source animale	Teneur en Zinc (en mg/100 g)
Germe de blé	14	Huître crue	22,5
Sésame grillé	10,2	Bœuf braisé	10,5
Graine de Pavot	9,05	Jambon cuit	6,5
Basilic séché	7,1	Steak haché	4,8
Chocolat noir 70% minimum	2,85	Jaune d'œuf cuit	1,4
Lentilles vertes cuites	1,25	Fromage de chèvre sec	1,59

Tableau 27 : Sources alimentaires en zinc (61)

#### Absorption - Régulation

Le corps humain ne présente pas de réserve mobilisable en zinc, l'apport alimentaire est donc essentiel pour en couvrir les besoins.

L'absorption du zinc est plus élevée dans le cadre d'une alimentation riche en produits animaux, où elle peut atteindre 35 %, alors qu'elle n'est que de 15 % pour un régime pauvre en viande. (19) La biodisponibilité du zinc est diminuée lorsque celui-ci est ingéré avec des phytates (acide phytique présente dans les céréales et les légumineuses), le calcium et le fer (interférences avec formation de complexes).

Lors d'une transition d'un régime omnivore vers végétarien, une diminution de 5 % du taux de zinc sanguin est observé, les carences restent tout de même rares chez les végétariens.

L'EFSA propose cette formule pour estimer le besoin en zinc chez un individu :

$$\text{Besoin physiologique (mg/jour)} = 0.642 + 0.038 \times \text{poids}$$

Le besoin en zinc est estimé grâce à la somme de deux mesures : la quantité de zinc absorbée en fonction du type d'alimentation et notamment de la quantité de phytates ingérés et la détermination des besoins endogènes (variables en fonction du poids et qui doivent strictement être compensés par l'apport).

### **Apports recommandés**

L'apport conseillé par l'ANSES, est de 7,5 à 11 mg par jour chez la femme et de 9,4 à 11 mg par jour chez l'homme, valeur inférieure correspondant à un apport en phytates faible (300 mg par jour) et la valeur supérieure associé à un apport en phytates important (900 mg par jour). (15)

Un excès de zinc est déconseillé à cause de ses effets anti-immunitaires et pro-oxydants. La LSS a été fixée à 25 mg par jour par l'EFSA, avec un facteur de sécurité de 2.

### **Carence**

Dans la pratique, les études menées aux États-Unis montrent que les végétariens ont des apports identiques ou légèrement inférieurs aux non-végétariens. Les concentrations sériques en zinc sont plus basses chez les végétariens mais à l'intérieur de l'intervalle des valeurs normales. Il n'apparaît pas d'effets néfastes sur la santé associé à des concentrations basses en zinc, les mécanismes d'homéostasie permettent aux végétariens de s'adapter. Les carences en zinc ne sont généralement pas présentes chez les adultes végétariens. Les populations les plus à risque sont les personnes âgées, les enfants, les femmes enceintes et allaitantes. (48)

Les conséquences d'une carence en zinc sont de la fatigue, une chute de cheveux, des problèmes cutanés (troubles de la cicatrisation, acné, ...), des troubles de l'apprentissage, ainsi que des troubles du goût et de l'odorat. Le zinc intervient dans de nombreux processus biologiques (coagulation sanguine, fonction thyroïdienne, métabolisme de l'insuline notamment) on comprend qu'une carence prolongée peut avoir des conséquences potentiellement graves surtout chez les populations à risques. (19)

L'apport en phytates est compris entre 300 et 1 200 mg/jour. Chez les personnes végétariennes et végétaliennes, les apports en phytates sont importants du fait de la consommation importante de céréales et de légumineuses. D'autre part les végétaliens et végétariens ne consomment pas ou faiblement de produits animaux, ils ont donc un apport en zinc faible. Des techniques de préparation des aliments comme le trempage des légumineuses ou la germination des graines, faire lever le pain, permettent de réduire l'effet des phytates et d'améliorer la biodisponibilité du zinc. L'acide citrique améliore aussi l'absorption du zinc. (48)

Une supplémentation en zinc sera donc conseillée au cas par cas en évaluant les apports en zinc et en phytates dans la population végétalienne et vegan.

#### **I.4.2.2.5. Sélénium**

Le sélénium est métaboliquement actif sous forme de sélénoprotéines (sélénométhionène, sélénocystéine), où le sélénium est substitué au soufre dans la cystéine (Se-Cys). Le sélénium a plusieurs fonctions, il intervient dans le métabolisme thyroïdien (les désiodases de type I et III), dans les glutathion peroxydases (enzymes antioxydantes qui

gèrent l'élimination des espèces réactives de l'oxygène), dans la thiorédoxine réductase (qui régénère des formes réduites des vitamines C et E) et dans d'autres enzymes intervenant dans la défense contre le stress oxydatif.

### Sources alimentaires et apports nutritionnels conseillés

Comme le montre le tableau suivant, les sources alimentaires en sélénium sont par ordre décroissant : le poisson, les œufs, puis largement en dessous les viandes et les fromages. La teneur en sélénium des aliments dépend de la géologie du pays, en France la teneur est relativement faible.

Aliment Source végétale	Teneur en sélénium (en µg/100 g)	Aliment Source animale	Teneur en sélénium (en µg/100 g)
Kombu royal ( <i>Saccharina latissima</i> ), séchée ou déshydratée	521	Thon à l'huile ou au naturel	307
Noix du Brésil	103	Cabillaud	136
Lentille blonde sèche	50	Jaune d'œuf cuit	76,4
Champignon cuit	11,9	Moule	55,7

Tableau 28 : Sources alimentaires en sélénium (61)

Les fruits et les légumes sont pauvres en sélénium, les végétariens et végétaliens sont donc exposés aux carences en sélénium.

### Absorption - Régulation

La concentration plasmatique et érythrocytaire de sélénium, la sélénoprotéine P, les glutathion peroxydases plasmatique et plaquettaire changent sous l'influence du niveau d'apport alimentaire. L'EFSA considère que c'est le taux plasmatique de sélénoprotéine P, le marqueur le plus pertinent du statut en sélénium car la sélénoprotéine P est impliquée dans l'homéostasie et contrôle la distribution du sélénium aux tissus.

L'organisme ne possède pas de système de régulation de l'absorption intestinale du sélénium mais celui-ci est cependant mieux absorbé sous forme organique (comme dans les protéines) et surtout mieux retenu ainsi dans l'organisme. (19)

### Apports recommandés

L'apport quotidien adéquat est de 1 µg/kg par jour. L'apport satisfaisant est de 70 µg par jour chez la femme et l'homme. La LSS est fixée à 150 µg par jour en France et 300 µg par jour par l'EFSA. (15)

### Carence

Une carence en sélénium se manifeste par un ou plusieurs des symptômes suivants : dystrophie des muscles squelettiques, dépigmentation des phanères, anémie, manifestation arthrosiques, augmentation de la fréquence des infections voire arythmie cardiaque.

Les pesco-végétariens sont les moins à risque d'une carence, pour les végétariens il faut évaluer au cas par cas, mais la supplémentation ne paraît pas nécessaire. Cependant, il est conseillé aux végétaliens et végétariens de se supplémenter en sélénium.

#### I.4.2.2.6. Magnésium

Le corps humain, à l'âge adulte, contient environ 25 g de magnésium dont environ 50 à 60 % sont localisés dans les os et 25 % dans les muscles. Le magnésium extracellulaire ne représente que 1 % du magnésium corporel. Il est le quatrième cation le plus abondant dans l'organisme et le deuxième cation intracellulaire le plus abondant (après le potassium). (14) Le magnésium intervient comme cofacteur dans plus de trois cents systèmes enzymatiques différents et dans la stabilisation membranaire. Seulement une faible partie contenue dans les os est échangeable ; celle située à la périphérie du cristal osseux.

#### Sources alimentaires

Les aliments riches en magnésium sont constitués par les oléagineux, le chocolat, le café, les céréales complètes, les mollusques, les crustacés et les eaux minérales. Quelques chiffres sont présentés dans le tableau suivant :

Aliment Source végétale	Teneur en Magnésium (en µg/100 g)	Aliment Source animale	Teneur en Magnésium (en µg/100 g)
Wakamé ( <i>Undaria pinnatifida</i> ), séchée ou déshydratée	1110	Bulot cuit	144
Noix du Brésil	367	Langouste cuite	51
Amande mondée	268	Parmesan	44
Chocolat noir 70% minimum	178	Steak haché	29,5
Haricots rouges cuits	39	Blanc d'œuf cuit	9,67

Tableau 29 : Sources alimentaires en magnésium (61)

#### Absorption - Régulation

Son absorption a lieu selon un processus passif et non saturable, avec un coefficient d'absorption de 30 à 50 %. La réabsorption tubulaire rénale permet de réguler son homéostasie. Il n'existe pas encore de marqueur biologique suffisamment sensible pour détecter une insuffisance d'apport car ses fonctions cellulaires sont ubiquitaires et que les taux sanguins ne sont modifiés qu'en cas de carence importante. En cas de carence prolongée, le magnésium échangeable tissulaire, en particulier du compartiment osseux, contribue au maintien de la magnésémie 0,75 à 0,96 mmol/L.

#### Apports recommandés

En 2001, la référence pour l'AFSSA était de 420 mg/jour pour les hommes et 360 mg/jour pour les femmes. La méta-analyse de Dong et al de 2011 met en évidence la relation entre l'apport en magnésium et le risque de développer un diabète de type 2. Des incertitudes persistent quant à ce lien, c'est pour cela que les valeurs recommandées sont toujours celles de l'AFSSA de 2001 car plus protectrices. L'apport satisfaisant est de 420 mg/jour et 360 mg/jour respectivement pour l'homme et la femme.

La limite supérieure de sécurité de 250 mg/jour s'applique au magnésium dissociable (sulfate, chlorure, lactate...) et à l'oxyde de magnésium consommé sous forme de compléments alimentaires ou ajouté aux boissons et aliments, sur la base d'études montrant l'absence

d'effets secondaire gastro-intestinal (diarrhée) à ce niveau d'apport supplémentaire. (15) La LSS pour l'apport total en magnésium n'est pas définie.

## Carence

Les signes cliniques d'une carence en magnésium peuvent être de la fatigue, des crampes, un tressautement des paupières, du stress, des difficultés à s'endormir, des ballonnements. D'autre part, le manque de magnésium peut favoriser le développement de maladies chroniques (diabète de type 2, hypertension, maladies cardiovasculaires, ostéoporose, troubles neurologiques, musculo-squelettique) en augmentant l'inflammation chronique dans l'organisme.

Les études d'observation menées en France montrent que les apports journaliers en magnésium sont souvent inférieurs aux apports nutritionnels conseillés.

### I.4.3. Conclusion et tableau synthétique

L'exclusion des produits animaux à des degrés divers peut conduire à des carences. Le risque carenciel a été établi en fonction du régime adopté dans le Tableau 30, le risque est soit considéré comme nul, faible, moyen, ou important.

Évaluation du Risque carenciel	Ovo-lacto-végétarien	Ovo-végétarien	Lacto-végétarien	Végétalien
<b>Protéines</b>	Nul	Nul	Nul	Faible
<b>AG oméga-3</b>	Moyen	Moyen	Important	Important
<b>Vitamine B12</b>	Moyen	Moyen	Important	Important
<b>Vitamine D</b> <i>Supplémentation nécessaire comme dans la population générale</i>	Moyen	Moyen	Important <i>À cause de la non consommation d'œufs</i>	Important <i>À cause de la non consommation d'œufs</i>
<b>Calcium</b>	Faible	Important	Faible	Important
<b>Fer</b>	Important	Important	Important	Important
<b>Iode</b> <i>À nuancer si consommation d'algues</i>	Moyen	Important	Moyen	Important
<b>Sélénium</b>	Faible	Faible	Faible	Important
<b>Zinc</b> <i>Évaluer l'apport en phytates</i>	Faible	Moyen	Faible	Moyen
<b>Magnésium</b>	Idem pop générale	Idem pop générale	Idem pop générale	Idem pop générale

Tableau 30 : Risques carenciels des différents types de régimes végétariens et végétaliens

La risque de carence **protéique** chez les végétariens est considéré comme nul, il peut être présent isolément chez les végétaliens. L'apport en protéines est dans la majorité des cas dans la normale, chez certaines personnes n'ayant pas une ration journalière suffisante (AET insuffisant) il peut exister une carence.

Les **acides gras oméga-3** sont principalement présents dans les poissons gras et faiblement dans les œufs donc chez les végétariens le risque de carence est moyen et chez les végétaliens le risque est plus important.

La quantité de **vitamine B12** dans un œuf est approximativement entre 0,9 et 1,4 µg/100 g et principalement contenue dans le jaune d'œuf. De plus, la vitamine B12 contenue dans les œufs est faiblement absorbée comparée à d'autres produits animaux. La quantité dans

plusieurs types de lait est plus faible encore entre 0,3 et 0,4 µg/100 g. La quantité de vitamine B12 contenue dans le petit lait est considérablement réduite lors de la transformation en fromage par la fermentation par l'acide lactique. Approximativement 20 à 60 % de la vitamine B12 contenue initialement dans le lait est retrouvée dans les fromages. (74) Ces observations permettent d'expliquer pourquoi la carence en vitamine B12 chez les végétariens et les végétaliens est répandue.

Près d'un tiers des réserves en **vitamine D** provient de la consommation de poissons gras, des œufs et d'aliments enrichis en vitamine D. Les végétariens et les végétaliens ne consommant pas d'œufs, ils sont donc plus exposés au risque de carence en vitamine D. Mais de façon générale, étant donné que la synthèse endogène cutanée est déficitaire en France, tous les végétariens et les végétaliens sont exposés au risque de carence comme dans la population générale.

Du fait de la teneur en **calcium** dans les produits laitiers, la carence en calcium est surtout présente chez les ovo-végétariens et les végétaliens.

La carence en **fer** est courante chez les végétariens et les végétaliens, il faut effectuer des dosages biologiques réguliers de la ferritine pour vérifier les réserves en fer.

Selon l'étude INCA3, les produits à base de viandes, poissons, œufs contribuent à 22 % des apports en **iode** chez les adultes (dont 9,2% pour les poissons) suivis par les produits laitiers à hauteur de 20%. Les autres vecteurs importants sont les fruits et les légumes et les produits à base de fruits et de légumes (12% dont 6,9% pour les soupes et les bouillons), les produits céréaliers (12 % dont 6,4 % pour les pains et les produits de panification sèche), les boissons chaudes (7,7 %) et les condiments, herbes, épices et sauces (6,8 %). (75) Les végétariens ne consommant pas de lait ainsi que les végétaliens sont donc les plus exposés au risque de carence en iode.

En France, le **sélénium** est principalement présent dans les produits animaux, la carence en sélénium est importante surtout chez les végétaliens.

La biodisponibilité du **zinc** est inférieure dans les sources végétales comparé aux sources animales. Les produits laitiers constituent une source importante de zinc, donc moins d'inquiétude pour les végétariens consommant des produits laitiers. Cependant le risque de carence est plus important chez les végétaliens.

Enfin, la carence en **magnésium** est fréquente dans la population générale.

#### **I.4.4. Troubles du comportement alimentaire et végétarisme**

Du fait de la complexité à adopter un régime végétarien ou végétalien équilibré, on peut se demander si notamment les adolescents ayant adopté ce régime sont plus souvent sujets à des troubles du comportement alimentaire. L'adolescence est le moment où l'individu peut modifier son alimentation par choix d'indépendance et de transgression. C'est également le moment où l'on voit apparaître des troubles du comportement alimentaire. Le végétarisme et la mode vegan séduisent les adolescents car ce choix de modèle alimentaire est souvent assorti de préoccupations éthiques. D'autre part, le désir de mieux contrôler leur poids pour certains et une plus grande fréquence de troubles alimentaires au cours de l'adolescence justifient une certaine vigilance médicale et de l'entourage. (76)

En ce qui concerne l'association entre un régime alimentaire végétarien ou végétalien et la survenue de désordres du comportement alimentaire, les études montrent parfois des associations négatives et parfois positives.

Une étude a été réalisée en 2004 au Minnesota aux Etats-Unis parmi 2 516 adolescents âgés de 15 à 23 ans. Les données recueillies concernaient le statut pondéral, les prises alimentaires et les comportements malsains de contrôle du poids. Les résultats montrent que les végétariens ont une meilleure prise alimentaire au niveau des fruits, légumes et graisses que les non-végétariens. Cependant, il a été montré que les adolescents et les jeunes adultes végétariens avaient plus de risque de développer une frénésie alimentaire avec des pertes de contrôle de leur prise alimentaire comparé aux non végétariens. (77)

#### **I.4.5. Les risques liés à l'alimentation industrielle et aux produits ultra-transformés**

Au fil des dernières décennies, les progrès technologiques dans l'agriculture et dans l'agro-alimentaire ont transformé les aliments. En outre la valeur nutritionnelle qui a été modifiée, des aliments dit « industriels » sont venus compléter les rayons des supermarchés, amenant l'Homme à consommer différemment sous l'influence des publicités. Aujourd'hui, les consommateurs se retrouvent face à un hyper-choix alimentaire.

En France, la part de l'apport énergétique total issu d'aliments ultra-transformés dans l'alimentation des adultes de la cohorte NutriNetSanté est de 36 %, ce chiffre est très important. Dans l'étude INCA3, le constat d'une alimentation de plus en plus transformée se retrouve au travers de la part plus élevée des aliments consommés sous une forme préparée plutôt que sous une forme brute par rapport à l'étude INCA2. En outre, les produits agro-alimentaires industriels représentent la majorité de ces aliments transformés consommés en dehors des établissements de restauration (deux tiers chez les enfants et la moitié chez les adultes). (40)

La classification NOVA des aliments tient compte du degré de transformation des aliments. Elle a été élaborée en 2010 par Carlos Monteiro à l'université de Sao Paulo au Brésil, puis s'est popularisée en France grâce au docteur Anthony Fardet. Les aliments sont classés en 4 groupes différents. (78) (79) (80)

Le premier groupe concerne **les aliments « bruts » ou peu transformés**, c'est-à-dire les parties comestibles des végétaux (graines, fruits, feuilles, tiges, racines) ou des animaux (muscles, abats, œufs, lait) et aussi des champignons, des algues et de l'eau. Les associations d'aliments bruts font également partis de ce groupe tel que par exemple le granola sans sucre ou miel ou huile ajouté, les aliments complémentés en vitamines et minéraux. Ces aliments peu transformés sont soumis essentiellement à des traitements physiques qui ne modifient pas leurs propriétés nutritionnelles et le mode de consommation de l'aliment d'origine. Parfois, des additifs sont utilisés pour préserver les propriétés de l'aliment originel (lait ultra-pasteurisé avec ajout de stabilisant, légumes sous vides avec antioxydant).

Le deuxième groupe concerne **les ingrédients culinaires** : ce sont des substances extraites des aliments du premier groupe par des transformations physiques et chimiques (pressage, raffinage, meunerie, broyage, séchage). Certaines substances ne sont pas transformées et proviennent de la nature comme le sel. Ces aliments sont des produits utilisables pour préparer, assaisonner, cuire les aliments du premier groupe afin d'élaborer des plats : soupe, bouillons, pain, conserves, salades, boissons, desserts et autres préparations culinaires. Les produits associant deux aliments de ce groupe sont encore des

produits du deuxième groupe, tout comme les produits enrichis en minéraux ou vitamines, par exemple : le sel iodé, le vinaigre fabriqué par fermentation acétique, le vin et les autres boissons alcoolisées, huiles végétales, farines, sel, sucre.

Le troisième groupe comprend les **aliments transformés**. Ils sont fabriqués à partir d'un aliment du premier groupe, brut ou peu transformé, et un aliment du deuxième groupe (huile, sucre...). Les aliments transformés incluent des méthodes de conservation et de cuisson variées, voire une fermentation alcoolique. Le but étant d'augmenter la durée de conservation des aliments du premier groupe (présence de conservateur possible comme le sirop de sucre, le sel) ou bien d'en améliorer leurs qualités gustatives.

Le dernier groupe concerne les **aliments ultra-transformés**, ils sont réalisés grâce à des formulations industrielles réalisées avec 5 ingrédients ou plus tels que le sucre, les huiles, les autres matières grasses, le sel, les antioxydants, les stabilisants, les conservateurs. On trouve dans les aliments ultra-transformés des substances directement extraites des aliments du premier groupe non communément utilisés dans la cuisine familiale : caséine, lactose, lactosérum, gluten, huiles hydrogénées, gluten, isolats de protéines de soja, amidon modifié par exemple. Le but de ses additifs est d'imiter les qualités sensorielles des aliments du premier groupe ou de masquer les qualités sensorielles indésirables des produits finaux (colorants, arômes, exhausteurs de goût, édulcorants, épaississants, agent anti-agglomérant). L'objectif de ces multiples transformations est de créer des produits prêts à l'emploi ; ils ont le plus souvent dans un emballage sophistiqué et attrayant, des allégations santé, une forte rentabilité économique et portent un nom de marque international.

Cette classification a été validée par la communauté scientifique : la FAO ou la Pan American Health Organisation notamment. Elle est également à la base des principales recommandations du guide alimentaire national brésilien. Enfin, c'est un outil validé pour la recherche en nutrition et en santé publique et depuis 2010 de nombreuses recherches ont été publiées en utilisant cette classification.

Les études montrent qu'au niveau mondial, la production et la consommation de produits ultra-transformés augmente de façon exponentielle. Les aliments ultra-transformés prennent la place des aliments non ou peu transformés dans les habitudes alimentaires. De plus, ils ont un impact négatif sur la qualité de l'alimentation humaine et sur la santé avec une augmentation du risque de maladies chroniques ou maladies de civilisation. Ces produits font l'objet d'un marketing intensif et participent à la pollution de la planète via les tonnes de déchets générés par les emballages de ces produits. Cette classification est valable pour tous les régimes alimentaires et l'on voit apparaître de nombreux nouveaux produits ultra-transformés végans également néfastes pour la santé. Une personne consommant principalement des chips, des frites avec du ketchup, des sodas, des céréales de petits déjeuner glacées au sucre, du pain de mie recouvert de pâte à tartiner à la noisette certes à un régime alimentaire végétal mais pas équilibré. Il ne faut pas tomber dans le piège de la « drunk food vegan » et des produits labellisés à outrance « vegan ».

### **Les contaminants alimentaires : le choix des produits issus l'agriculture biologique ?**

En dehors ce choix, le choix de consommer ou non des aliments issus de l'agriculture biologique est également à réfléchir. Dans le cadre de la révision des repères de consommation alimentaire, l'Anses préconise de limiter l'exposition aux contaminants c'est-à-dire aux pesticides, perturbateurs endocriniens, additifs alimentaires potentiellement dangereux pour la santé et aux éléments traces (aluminium, arsenic...). Les aliments issus de

l'agriculture biologique contiennent en général des concentrations plus faibles en ces contaminants mais là encore les résultats de certaines études sont contradictoires.

### **Les additifs alimentaires**

L'OMS donne une définition des additifs alimentaires : « ce sont des substances ajoutées aux aliments pour préserver ou améliorer leur innocuité, leur fraîcheur, leur goût, leur texture ou leur aspect. » (81) Les additifs peuvent être naturels (obtenus à partir d'algues, de micro-organismes d'extrait minéraux ou végétaux) ou bien issus de la synthèse chimique. (82)

Ces substances doivent répondre à des tests d'innocuité sur la santé humaine, plusieurs comités d'experts interviennent :

- au niveau international : le comité d'experts FAO/OMS sur les additifs alimentaires (JECFA) évalue le risque chimique. Ce comité existe depuis 1956, son travail s'est élargi sur les contaminants alimentaires, les toxines naturelles et les résidus des médicaments vétérinaires dans la viande. Seuls les additifs alimentaires évalués sans risque sanitaire par le JECFA peuvent être utilisés dans les aliments entrant dans le commerce international ;
- au niveau européen : l'EFSA évalue la sécurité des additifs et la commission européenne établit ensuite une liste positive des additifs autorisés, ils sont nommés par un code composé de la lettre E majuscule suivi d'un numéro à 3 ou 4 chiffres. Les denrées alimentaires produites ne peuvent comporter que les additifs présents dans cette liste positive ;
- au niveau national : l'ANSES donne son avis scientifique sur les additifs alimentaires.

Le règlement CE 1331/2008 du 16 décembre 2008 établit une procédure d'autorisation uniforme pour les additifs, enzymes et arômes alimentaires, ce qui permet leur libre circulation dans le marché communautaire et garantit l'innocuité pour tous les consommateurs. (82)

Le règlement CE 1333/2008 porte sur la sûreté des additifs alimentaires. Il s'applique depuis le 20 janvier 2010 et remplace les textes législatifs antérieurs. Ce règlement dresse la liste positive des additifs autorisés, simplifie la procédure d'autorisation et impose des conditions d'utilisation et d'étiquetage. En effet, les additifs alimentaires doivent être mentionnés dans la liste des ingrédients d'un produit ; soit par leur nom, soit par leur code. La quantité utilisée dans la préparation doit être la plus faible possible (dose minimale nécessaire pour atteindre l'effet désiré) et de façon générale les denrées alimentaires destinées aux nourrissons ou aux enfants en bas-âge ne doivent pas contenir d'additifs.

Actuellement un processus de réévaluation des additifs alimentaires a lieu et devrait être achevé en 2020. Les dernières évaluations datent des années 1980 et 1990.

### **I.5. Bénéfices observés sur la santé dans les régimes végétaliens, végétariens et végétariens**

Bien que l'alimentation végétarienne et végétalienne comporte certaines carences facilement compensées en prenant quelques mesures simples, celle-ci présente également des avantages que nous allons argumenter dans cette partie. De nombreuses études montrent que les végétariens ont une meilleure santé que les non-végétariens. (2)

Les effets sont tellement bénéfiques pour la santé que ce régime est même proposé comme thérapeutique dans certaines pathologies (régime végétarien thérapeutique). Son efficacité est comparable à la prise d'un hypocholestérolémiant.

### I.5.1. Observations menées sur la population des Adventistes du 7<sup>ème</sup> jour

L'Eglise Adventiste du 7<sup>e</sup> jour a été fondée en 1863 aux États-Unis. Cette communauté adopte une doctrine centrée sur l'attente du retour imminent de Jésus à la fin des temps, ils observent le sabbat ou samedi « le septième jour de la Bible ». Ils sont près de 10 millions dans le monde et plus d'un tiers vit en Amérique Latine.

Les adventistes du 7<sup>e</sup> jour pratiquent une morale fondée sur la stricte observance du décalogue et des autres lois morales consignées dans la Bible. Ils s'abstiennent d'alcool, du tabac, des narcotiques, du thé, du café et recommandent fortement un régime alimentaire végétarien ou à défaut l'abstinence de « viandes à risque », de « viandes impures » (porc, boudin, charcuterie) et de crustacés. Environ 50 % d'entre eux sont strictement végétariens. Ils insistent par ailleurs sur l'hygiène, la santé, la modestie, la qualité de vie et sont très réservés dans leur tenue vestimentaire, dans leur choix de loisirs, de lectures et de spectacles. (83)

Du fait de leur régime alimentaire et de leur style de vie, les adventistes du 7<sup>e</sup> jour ont fait l'objet de nombreuses recherches depuis les années 1958. Les études menées aux États-Unis depuis 1975 présentent un avantage conséquent puisqu'elles ont été effectuées sur un très grand échantillon. La communauté garde un style de vie identique qu'ils soient végétariens ou non, ce qui permet de les comparer entre eux, mais aussi à d'autres populations ayant le même style de vie sans être végétarien et également à la population générale.

**Le risque de développer une maladie cardiovasculaire** apparaît moindre chez les adventistes du 7<sup>e</sup> jour.

Une étude prospective de six années a été réalisée en Californie, 24 044 Californiens adventistes (parmi eux environ 50 % de végétariens) âgés de 35 ans et plus ont été comparés à la population générale. La mortalité coronarienne chez les adventistes de 30 à 64 ans représentait seulement 28 % de celle de l'ensemble de la population au même âge et 50 % pour les sujets de plus de 65 ans. Cette réduction de la mortalité s'expliquait par l'absence de tabac, une activité physique plus régulière, l'absence d'alcool et des différences dans l'alimentation (consommation diminuée de graisses saturées et augmentée de fruits, légumes, fibres et acides gras saturés). (83)

Une étude norvégienne a comparé à l'aide des registres de santé la mortalité cardiovasculaire de 7 253 adventistes à celle de la population générale entre 1973 et 1987. La mortalité cardiovasculaire globale était significativement plus basse chez les adventistes que chez les contrôles. (84)

On note aussi des différences concernant **le poids et le développement d'un diabète de type 2**. Les études montrent que le poids des adventistes végétariens était moins élevé que celui des individus issus d'une population générale. La prévalence du diabète de type 2 est moins importante chez les adventistes végétariens. Dans une étude où les adventistes hispaniques étaient comparés aux catholiques, leur IMC s'est révélé plus faible, tout comme les taux d'insulinémie et de glycémie à jeun. (83)

**Les risques de développer un cancer** ont été étudiés également. Le cancer étant une pathologie multifactorielle, les résultats sont moins significatifs et divergent en fonction des régions du monde. Néanmoins, une grande étude a été réalisée en 1999, 34 198 adventistes ont été suivis durant six années, un questionnaire sur la fréquence des prises alimentaire ainsi qu'un programme de surveillance avec courrier annuel (recueillant les éventuelles

hospitalisations dans les douze derniers mois) et la consultation des registres de cancer. Parmi les participants adventistes, 21,2 % étaient semi-végétariens et consommaient de la viande ou de la volaille moins d'une fois par semaine, 29,5 % étaient végétariens et 49,2 % étaient omnivores. Les résultats donnent un risque relatif significativement moindre chez les végétariens pour les cancers du côlon et de la prostate ; il n'y a pas de différence significative pour les cancers du sein, du poumon et de l'utérus. Le risque du cancer du côlon était augmenté de 88 % chez les omnivores comparés aux végétariens, et une association positive indépendante a été constatée pour la viande rouge et la viande blanche. Pour le cancer de la prostate, le risque moindre chez les végétariens s'expliquait par la consommation plus importante de fruits secs, de tomates et une consommation moindre de poisson. (85) (83)

Le **recours aux soins médicaux** a été évalué à travers un questionnaire adressé à une communauté d'adventiste au cours de l'année 1 976, parmi les répondants (27 766), 55 % (15 228) étaient végétariens. Le nombre d'hospitalisation dans l'année précédant le questionnaire était plus important chez les omnivores que chez les végétariens (9,2 % contre 7,2 % pour les hommes,  $P < 0,001$  ; 13,3 % contre 11,9 % pour les femmes,  $P < 0,01$ ). La prise régulière de médicaments était également plus importante chez les femmes et hommes omnivores que chez les végétariens, tout comme les actes chirurgicaux des douze mois précédents. (83)

**L'espérance de vie** a également été étudiée en comparant la mortalité de 34 192 adventistes californiens au reste de la population de 1 976 à 1 988. Les hommes adventistes vivaient en moyenne 7,3 ans de plus (IC 95 % : 6,6 - 8,0) que les hommes de Californie non-adventistes, et les femmes 4,4 années de plus (IC 95 % : 4,0 - 4,9). L'absence de tabac et de surpoids, une activité physique régulière, la consommation de noix et une alimentation végétarienne étaient associées de façon indépendante à une espérance de vie plus longue. Les personnes présentant le moindre risque étaient celle avec un IMC inférieur à 25 kg/m<sup>2</sup>, faisant une demi-heure par jour d'activité physique, adoptant une alimentation pauvre en acides gras saturés, en fibres et en folates, une consommation modérée d'alcool. (86) (83)

### I.5.2. Sur l'espérance de vie

Comme on l'a vu précédemment, l'espérance de vie est plus grande chez les personnes végétarienne ou végétaliennes que chez les omnivores.

### I.5.3. Sur les pathologies cardiovasculaires

Les régimes végétariens sont associés avec une réduction du risque de maladies cardiovasculaires.

Les végétariens et les végétaliens ont **un risque moindre de mortalité par cardiopathie ischémique**, après ajustement pour l'IMC, l'activité physique et le tabagisme. (2) Une méta-analyse de 2012 sur des études conduites entre 1984 et 2009 ont montré **une incidence de mortalité coronarienne diminuée de 29 %** chez les végétariens comparés aux non-végétariens. (87)

L'alimentation végétalienne permet de diminuer certains facteurs de risques responsables de l'apparition de maladies cardiovasculaires : l'obésité, l'hypertension, l'hypercholestérolémie, l'hyperlipidémie. Ce régime alimentaire agit sur des **facteurs de risques modifiables**. Il permet également de diminuer les marqueurs de l'inflammation comme la protéine C-réactive, de réduire le stress oxydatif et de protéger ainsi contre la formation des plaques d'athérome.

### ➤ Moins d'obésité et un IMC plus faible

L'obésité est définie médicalement comme étant une accumulation excessive de tissu adipeux pouvant entraîner des conséquences néfastes pour la santé. L'excès de masse grasseuse est indirectement estimé par l'IMC (Indice de masse corporelle, exprimé en  $\text{kg}/\text{m}^2$ , correspond à la valeur du poids d'un individu en kg divisé par sa taille en mètre au carré), mesure anthropométrique servant de norme internationale pour définir l'obésité. (10)

L'obésité est la conséquence de plusieurs facteurs : un déséquilibre du bilan énergétique en faveur de l'apport excédentaire, des facteurs génétiques et environnementaux. Le tissu adipeux blanc est composé de nombreuses cellules parmi elles les adipocytes constituent les cellules de réserves en triglycérides. L'augmentation de la masse grasse résulte de l'augmentation de la taille des adipocytes par accumulation de triglycérides. Au-delà, d'une certaine taille, la cellule adipeuse ne grossit plus, l'augmentation des capacités de stockage nécessite une augmentation du nombre de cellules. (88) (10)

Stade IMC	Valeur IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	% parmi les omnivores	% parmi les végétariens	% parmi les végétariens
Maigreur	$\leq 18,5$	5,1	13,5	14,8
Normal	18,5 à 25	64,0	70,2	66,0
Surpoids	25 à 30	21,7	11,3	12,2
Obésité	$\geq 30$	9,2	5,0	7,0

Tableau 31 : Observation de la valeur de l'IMC en fonction du régime omnivore ou végétarien et végétariens (36)

Le Tableau 31 issu de l'étude NutriNet Santé montre qu'une part plus importante de participants végétariens et végétariens a un IMC normal. Le pourcentage de personnes étant en surpoids ou obèses est plus important parmi les omnivores comparés aux végétariens et végétariens. Dans l'étude Adventist Health Study-2, l'IMC moyen était le plus élevé ( $28,8 \text{ kg}/\text{m}^2$ ) chez les omnivores et le plus bas chez les végétariens ( $23,6 \text{ kg}/\text{m}^2$ ). De même, dans l'étude EPIC-Oxford, les omnivores avaient l'IMC moyen le plus élevé ( $24,4 \text{ kg}/\text{m}^2$ ) et les végétariens le plus bas ( $22,5 \text{ kg}/\text{m}^2$ ). En Suède, une étude de cohorte, a mis en évidence que la prévalence de surpoids ou d'obésité était de 40% parmi les omnivores et 25% chez les végétariens.

Un IMC normal est associé avec une amélioration des fonctions cardiovasculaires, une diminution de l'insulino-résistance (amélioration de la sensibilité de l'insuline) afin de réduire le risque de développer une pathologie chronique. (48)

De nombreuses autres études montrent un plus faible poids avec un IMC plus bas chez les végétariens et végétariens que chez les non-végétariens et même un IMC plus faible chez les personnes végétariennes strictes. Le poids des végétariens est proche de celui qui est souhaitable pour l'âge et le sexe. (2)

L'avantage dans les régimes végétariens et végétariens est que les apports importants en fibres exercent un effet de satiété plus rapide. En effet, dans une alimentation pauvre en fibres, il faut ingérer une quantité plus importante d'aliments à forte densité énergétique comme les lipides, les glucides et les protéines, favorisant la prise de poids. Plusieurs études ont établi que la satiété après un repas riche en fibre est supérieure à celle obtenue avec un repas comparable mais pauvre en fibres alimentaires. D'autre part, l'ingestion d'un repas riche en fibres entraînerait une réduction de la prise énergétique pendant la journée suivant ce

repas, par comparaison à un repas pauvre en fibres. Le bilan énergétique journalier se rapproche de l'équilibre, la mise en réserve sous forme adipeuse est alors moindre et l'IMC se rapproche de la norme. (14)

### ➤ **Moins d'hypertension**

Les végétaliens et les végétariens ont également une pression artérielle plus basse que les non-végétariens. (48)

Les principaux déterminants de l'hypertension liés à l'alimentation sont : une consommation élevée de sel, une consommation excessive d'alcool de l'obésité. La moindre incidence de l'obésité chez les végétariens et végétaliens et pour certains une consommation d'alcool faible (mode de vie sain) expliquent les effets sur la pression artérielle. D'autre part, l'étude *Dietary Approches to Stop Hypertension* (DASH) menée en Grande Bretagne, a montré le rôle majeur des fruits et des légumes sur la baisse de la pression artérielle. (2) Des études sur le sujet observent une diminution de 2 à 10 mmHg sur la pression systolique ou diastolique. (89) La non-consommation de tabac peut également être prise en compte pour la réduction de l'hypertension (mode de vie sain parfois retrouvé dans ces populations).

Les végétariens ont une prévalence inférieure d'hypertension comparé aux omnivores. L'étude EPIC-Oxford a montré que les végétaliens ont des valeurs plus basses de pression systolique et diastolique. Les végétaliens représentaient le groupe avec le moins d'hypertension parmi tous groupes de régimes (végétaliens, végétariens, pesco-végétariens et omnivores). Les données de l'Adventiste Health Study-2 montrent également que les végétaliens (considérés comme végétariens stricts) avaient les plus bas niveaux de pression artérielle et moins d'hypertension parmi tous les végétariens. Cette diminution de la prévalence était significative avec les omnivores. (48)

Une méta-analyse a comparé la pression artérielle de plus de 21 000 personnes dans le monde et a constaté que ceux qui suivent un régime végétarien avaient une pression artérielle systolique inférieure d'environ 7 mmHg et une pression artérielle diastolique inférieure de 5 mm Hg aux valeurs des participants omnivores. (48)

### ➤ **Moins de cholestérol total et LDL-cholestérol, plus de HDL-cholestérol**

Le changement de mode alimentaire d'omnivore vers végétarien a un effet rapide sur le taux de cholestérol total et du LDL-cholestérol dans le sang avec une réduction forte de la cholestérolémie. C'est pour cela que les régimes végétarien ou végétalien peuvent être utilisés pour un effet thérapeutique ; on parle de régime végétarien thérapeutique. (2)

Les niveaux sanguins de lipides sont différents chez les végétariens et les végétaliens. En effet, la fraction des LDL est significativement plus basse et la fraction des HDL plus élevée que chez les non-végétariens. (2)

Les facteurs alimentaires qui contribuent à des effets bénéfiques sur les niveaux de lipides sanguins sont les huiles végétales, les fibres solubles, les noix et le soja. La consommation de fruits, de légumes, de céréales complètes, de protéines de soja, de noix et de flavonoïdes peut contribuer à la diminution du risque cardiovasculaire par des facteurs autres que la baisse du cholestérol total et de la fraction LDL. Leurs propriétés antioxydantes permet de réduire l'agrégation plaquettaire et la coagulation du sang, d'avoir une action anti-inflammatoire et d'améliorer ainsi le fonctionnement de l'endothélium vasculaire. Plusieurs études ont montré que la consommation de fibres était inversement corrélée à la maladie coronarienne. (2)

#### **I.5.4. Sur le diabète de type II**

Les végétariens ont un moindre risque de développer un diabète de type 2 (diabète non-insulinodépendant) que les omnivores, grâce notamment à un IMC plus faible. (90)

L'apport de fibres alimentaires dans le tube digestif en grande quantité modifie le profil d'assimilation des glucides. En effet l'assimilation est ralentie grâce aux fibres végétales qui ne sont pas digérées. Le taux de sucre dans le sang est donc maintenu à un niveau plus basal après le repas et on observe moins d'hyperglycémie, moins de métabolisation et de stockage par le foie. La lipogenèse est diminuée ce qui favorise également la perte de poids. De nombreuses études montrent que l'addition de fibres alimentaires en particulier solubles et visqueuses (de type pectine, gomme guar, psyllium et son d'avoine) réduit l'hyperglycémie et l'hyperinsulinémie post-prandiale aussi bien chez les sujets sains que chez les sujets diabétiques. (10)

La consommation élevée de légumes, céréales complètes, légumineuses et noix est associée à un moindre risque d'insulinorésistance et de DT2. Une amélioration du contrôle glycémique chez les sujets diabétiques et non diabétique est également observée. Les légumineuses présentent l'avantage d'avoir un faible index glycémique et d'être riches en fibres solubles qui améliorent le contrôle glycémique. (90) Une étude prospective, chez des femmes suivies en Chine, a montré que le risque de survenue d'un DT2 était diminué respectivement de 38 % et 47 % chez celles qui consommaient de fortes doses de légumineuses et de soja comparées à celles qui en consommaient faiblement ; après ajustement pour l'IMC. (2)

À l'inverse, la consommation fréquente de viandes et de charcuteries constitue à elle seule un facteur de risque important de survenue d'un DT2, même après ajustement pour l'IMC. (2) Une alimentation trop riche en produit carné augmente le risque de survenue d'un diabète. Lorsque la consommation de viande rouge dépasse 100 g par jour et celle de charcuterie 50 g par jour, le risque relatif de DT2 est plus important. (91)

Une étude récente de 2018, démontre les bénéfices d'une alimentation végan dans la prévention du risque de pré-diabète et de diabète de type 2. L'étude a été réalisée aux États-Unis avec 75 participants : femme et hommes âgés de 25 à 75 ans, avec un IMC compris entre 28 et 40 kg/m<sup>2</sup>. Les critères d'exclusion étaient : des antécédents de diabète, de tabagisme, d'alcoolisme ou d'abus d'autre drogue, une grossesse, un allaitement, l'adoption récente d'une alimentation végétarienne ou végétalienne. Deux groupes ont alors été formés : un groupe interventionnel à qui il a été demandé de suivre un régime végétalien pauvre en graisse (ils avaient une supplémentation en vitamine B12 à raison de 500 µg par jour), et un groupe témoin qui ne devait pas changer ses habitudes alimentaires. Les paramètres biologiques et cliniques ont été mesurés avant la période interventionnelle et à la fin de celle-ci. Les résultats dans le groupe interventionnel sont significatifs avec : un IMC plus faible, moins de graisse viscérale, un cholestérol total, LDL et HDL-cholestérol diminués, également une diminution de la glycémie, l'insulinémie et du C-peptide. Dans le groupe témoin il n'y a pas eu de modification significative de ces paramètres. D'autre part, dans le groupe interventionnel, une diminution de la sécrétion basale d'insuline traduisant une augmentation de la sensibilité au glucose des cellules bêta des îlots de Langerhans. De plus, une corrélation positive existe entre la diminution de l'index HOMAR-IR et la diminution de l'IMC. Cette étude a permis de montrer que la fonction des cellules bêta et la sensibilité à l'insuline (ou insulinorésistance) peuvent être améliorée par un régime végétalien pauvre en lipides. (92)

#### I.4.2. Sur le syndrome métabolique

Le syndrome métabolique est défini par les critères suivants : tour de taille supérieur à 80 cm chez la femme et 94 cm chez l'homme, taux élevé de triglycérides dans le sang, hypertension artérielle, faible taux de HDL-cholestérol et glycémie élevée.

Une étude de 2011 s'intéresse à l'association qu'il peut exister entre le type de régime alimentaire adopté (fréquence différente de consommation de viande) avec les facteurs de risque métaboliques et la présence d'un syndrome métabolique. 773 individus âgés en moyenne de 60 ans (entre 30 et 94 ans) de l'étude Adventist Health Study 2 ont été suivis. Ils ont été répartis selon trois régimes définis : les végétariens (consomment de la viande rouge ou du poisson ou du poulet moins d'une fois par mois), les semi-végétariens (consomment du poisson, de la viande rouge et du poulet au moins une fois par mois et moins d'une fois par semaine), les non-végétariens (consomment de la viande rouge ou du poulet au moins une fois par mois et tous les aliments carnés confondus au moins une fois par semaine). (93) Plusieurs paramètres ont été évalués : le taux de LDL-cholestérol, de HDL-cholestérol, le taux de triglycérides, la glycémie, la pression systolique, la pression diastolique, le tour de taille (waist circumference) et l'IMC (BMI). Les régimes non-végétariens ont été pris comme groupe de référence. Des ajustements statistiques ont été fait concernant l'âge, le sexe, l'ethnie, la consommation d'alcool ou non, le fait de fumer, l'activité physique et l'apport énergétique alimentaire.

Les résultats montrent que les végétariens et semi-végétariens étaient en moyenne plus âgés de 3 ans que les non-végétariens. La taille n'était significativement différente entre les trois groupes mais l'IMC était le plus bas chez les végétariens (25,7 kg/m<sup>2</sup>), intermédiaire chez les semi-végétariens (27,6 kg/m<sup>2</sup>) et le plus haut chez les non-végétariens (29,9 kg/m<sup>2</sup>). Des différences apparaissaient concernant les facteurs de risque de maladie métabolique selon les trois régimes alimentaires : végétariens, semi-végétarien et non-végétarien. 12 %, 19 % chez les végétariens, chez les semi-végétariens et 19 % chez les non-végétariens ont 3 facteurs de risques. 8 %, chez les végétariens, 10 % chez les semi-végétariens et 13 % chez les non-végétariens ont 4 facteurs de risques. 3 %, chez les végétariens, 2 % chez les semi-végétariens et 5 % chez les non-végétariens ont 4 facteurs de risques. (93) Comme le montre la Figure 35, les mesures concernant les triglycérides, la glycémie, la tension artérielle, le tour de taille, et l'IMC sont significativement ( $P < 0,05$ ) inférieures chez les végétariens comparés aux non-végétariens. Seulement les mesures concernant le tour de taille et l'IMC étaient significativement inférieures chez les semi-végétariens comparés aux non-végétariens.

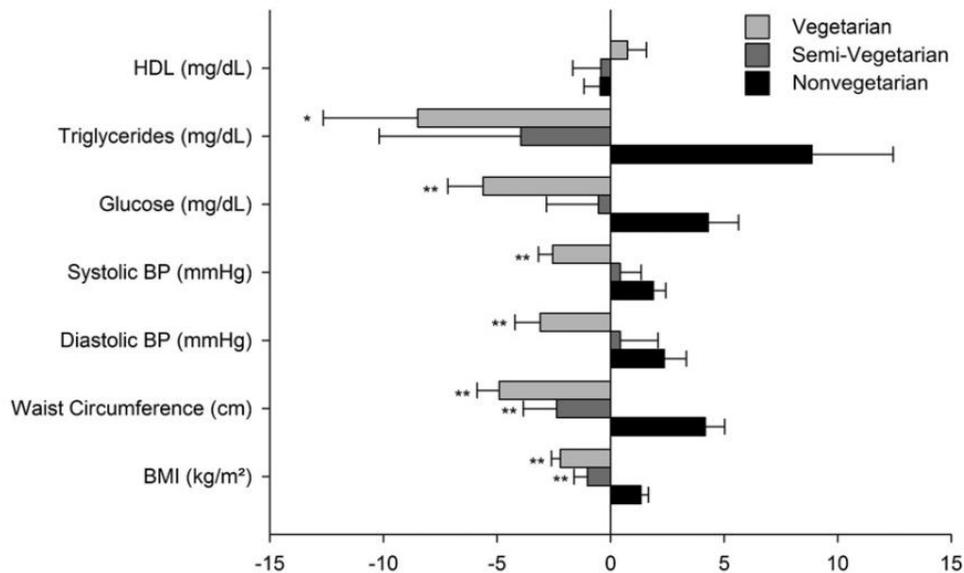


Figure 35 : Lien entre les 3 régimes alimentaires et les facteurs de risque de maladie métabolique.

Les valeurs moyennes sont montrées avec les moustaches. Les P values sont calculées en prenant comme référence le groupe de non-végétariens à chaque fois. \*signifie  $P < 0,05$  ou une forte présomption, \*\* signifie  $P < 0,001$  ou une très très forte présomption, P value pour la variance était  $< 0,01$  pour chaque facteur de risque sauf pour le HDL-cholestérol ( $P > 0,05$ ). Des ajustements ont été fait par rapport à l'âge, au sexe, l'ethnie, la consommation de tabac, la consommation d'alcool, l'activité physique et l'apport énergétique journalier. BP : Blood pressure ou Tension artérielle

La présence d'un syndrome métabolique était plus importante chez les non-végétariens (39,7 %), intermédiaire chez les semi-végétariens (37,6 %) et la plus basse chez les végétariens (25,2 %). Le syndrome métabolique est beaucoup moins fréquent chez les patients adoptant un régime végétarien avec un odds ratio à 0,44 lorsqu'on les compare aux patients avec un régime non-végétarien.

Cette étude montre que le régime végétarien est associé à un meilleur profil concernant les facteurs de risques métabolique et un risque plus faible de développer un syndrome métabolique. De plus, le régime végétarien peut jouer un rôle favorable dans la diminution du risque de survenu d'un syndrome métabolique.(93)

Une consommation accrue de de protéines végétales par rapport aux protéines animales est corrélée à un risque plus faible de survenu d'un syndrome métabolique. (94) Les alimentations végétarienne et végétalienne exerce un rôle préventif dans le syndrome métabolique.

### I.5.5. Sur les cancers

La cancérogenèse est l'ensemble des mécanismes entraînant le développement d'un cancer. Cette pathologie est multifactorielle : elle met en cause des facteurs génétiques, hormonaux, environnementaux. Plusieurs phases se déroulent dans le processus de cancérogenèse. L'alimentation peut donc être protectrice ou bien au contraire procancérigène en fonction du type de nutriment apporté et l'étape de la cancérogenèse à laquelle il intervient. (10)

L'institut national du cancer affirme que 40 % des cancers sont liés à des comportements modifiables : ne pas fumer, éviter l'alcool, pratiquer une activité physique et manger mieux. En ce qui concerne ce dernier comportement alimentaire à modifier, l'institut national du cancer préconise :

- de privilégier les fibres dans son alimentation : « Elles contribuent au bon fonctionnement du système digestif, permettant ainsi de réduire le risque de cancer, notamment ceux de la bouche, de l'œsophage, du côlon et de l'estomac. ». Cette affirmation est vérifiée dans l'étude « Adventist Health study-2 » qui révèle que le régime végétarien est associé à un risque moindre de développer un cancer et spécialement un cancer gastro-intestinal ;
- de limiter sa consommation de viande et de charcuterie : « Les différents types de viandes sont des aliments intéressants sur le plan nutritionnel (apports en protéines, fer, zinc, vitamine B12), cependant, comme pour les charcuteries, l'excès de viande rouge et de charcuterie augmente le risque de cancer :
  - limiter la consommation de viandes rouges à moins de 500 g par semaine ;
  - limiter la consommation de charcuteries, en particulier les plus grasses et/ou salées ;
  - en cas de consommation, il est conseillé de réduire autant que possible la taille des portions et la fréquence de consommation, mais aussi d'alterner avec la consommation de volailles, poissons et œufs. » (95)

Ces deux arguments sont en faveur de l'alimentation végétarienne/lienne.

La consommation de viande rouge a été classée en octobre 2015 par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) comme probablement cancérigène pour l'homme (Groupe 2A). Les données les plus pertinentes, indiquent une association avec la consommation de viande rouge, concernent le cancer colorectal. Il existe également des données indiquant des liens avec le cancer du pancréas et le cancer de la prostate. (96)

La viande transformée a été classée comme cancérigène pour l'homme (Groupe 1), sur la base d'indications suffisantes selon lesquelles la consommation de viande transformée provoque le cancer colorectal chez l'homme. (97)

Aux États-Unis, l'*American Institute for Cancer Research* encourage les régimes alimentaires basés essentiellement sur les végétaux et suggère même à la population d'augmenter de deux à trois fois leur prise quotidienne en légumes, fruits, céréales complètes et légumineuses. Dans les recommandations alimentaires 2015–2020 pour les américains, le régime végétarien est considéré comme l'un des régimes alimentaires les plus sains. Le gouvernement et le département de l'agriculture ont participé à la mise en place d'applications mobiles afin de donner des outils aux végétariens ; leur permettant ainsi de retrouver les besoins nutritionnels, de suivre leurs apports alimentaires et de retrouver les restaurants adaptés. (48)

Aux États-Unis, deux larges études de cohorte ont montré une association positive entre les produits transformés de viande rouge et le risque de développer un cancer colorectal. La consommation de produits transformés de viande rouge (charcuterie, pâté, ...) semble également augmenter le risque de mortalité par cancer. La viande contient du fer héminique certes mieux assimilé par l'intestin grêle mais des études récentes montrent des effets néfastes de ce constituant de la viande rouge.

Les régimes végétariens et végétaliens ont des effets protecteurs sur le cancer du côlon, de la prostate et le cancer du sein. De façon générale, l'incidence des cancers et la mortalité par cancer est moindre chez les végétariens que chez les non-végétariens. (2) Une méta-analyse regroupant 7 études indiquait **une diminution de 18 % de l'incidence des cancers chez les végétaliens** comparé aux non-végétariens. (48) (2)

### ➤ Cancer colorectal

Dans la population générale, l'incidence des cancers colorectaux est plus importante chez les personnes consommant beaucoup de viande et de matières grasses et à contrario peu de fibres, d'amidon et de légumes.

Les fruits, les légumes et les céréales complètes ont un rôle protecteur contre les cancers colorectaux. Des études *in vitro* sur des modèles animaux, montrent que les fructo-oligosaccharides et certains amidons résistants génèrent beaucoup de butyrate lors de la fermentation colique des fibres ce qui pourrait réduire le risque de cancer colique. Cet effet protecteur a été attribué également à certains micro-nutriments (vitamines A, C et/ou E).

En Europe, dix pays ont participé à l'étude EPIC-Oxford, à travers laquelle il a été démontré que plus la prise journalière de fibres est importante plus cela réduit le risque de développer un cancer colorectal (diminution du risque estimée à 25 %). (48)

Degré de certitude	Groupe	Nature de l'association
<b>Convaincant</b>	Viande hors volaille	Augmentation du risque
	Viande transformée	Augmentation du risque
	Boissons alcoolisées	Augmentation du risque chez les hommes
<b>Probable</b>	Produits céréaliers complets	Réduction du risque
	Lait	Réduction du risque
	Boissons alcoolisées	Augmentation du risque chez les femmes
<b>Données suggestives mais limitées<sup>11</sup></b>	Fruits	Réduction du risque
	Légumes	Réduction du risque
	Alimentation de type « prudent »	Réduction du risque
	Alimentation de type « occidentale »	Augmentation du risque
<b>Données insuffisantes</b>	Produits laitiers (hors lait)	Pas de relation définie
	Poisson	Pas de relation définie
	Café, thé	Pas de relation définie
	Boissons sucrées	Pas de relation définie

Tableau 32 : Synthèse des relations entre les groupes d'aliments et le risque de cancer colorectal (98)

Le tableau 33 montre que trois facteurs nutritionnels sont impliqués de façon convaincante dans la survenue d'un cancer colorectal : la consommation d'alcool, et la consommation de viandes rouges et de charcuteries (viande transformée). Le surpoids et l'obésité favorisent également le développement du cancer colorectal. Les facteurs associés à une diminution de risque de cancers colorectaux sont une alimentation riche en fruits et légumes et la pratique régulière d'une activité physique. (99)

### ➤ Cancer de la prostate

Le cancer de la prostate est le plus fréquent chez les hommes, en particulier dans les pays développés. Il se place en France au 1<sup>er</sup> rang des cancers en terme d'incidence, tous cancers confondus. (96) L'âge avancé, l'origine ethnique, et les antécédents familiaux de cancer de la prostate sont des facteurs de risque individuels de cancer de la prostate. Ce sont les seuls facteurs de risques avérés. (96)

Mais les études observationnelles montrent que le **régime végétalien** est associé avec **une diminution de 35 % du risque de développer un cancer de la prostate**. (48) Les hommes végétaliens ont des taux plasmatiques plus bas d'IGF-1 (Insulin-like Growth Factor

impliqué dans le développement de tissus néoplasiques) que les omnivores ou les lacto-végétariens. (89)

En 2016, l'ANSES a édité un rapport où elle étudie les relations entre consommation de groupes d'aliments et risque de maladies chroniques non transmissibles. (98) Le Tableau 33 montre qu'il existe probablement un lien entre la consommation de produits laitiers, de viande hors volaille, de viande cuite ou frite et de poisson cuit à forte température, salé ou fumé et la survenue du cancer de la prostate. Ces données suggèrent que les végétaliens et les végétariens présenteraient moins de risque de développer un cancer de la prostate.

Degré de certitude	de Groupe d'aliments ou boissons	Nature de l'association avec le cancer de la prostate
<b>Données suggestives mais limitées</b> <sup>15</sup>	Tout produit laitier (lait demi-écrémé et fromage)	Augmentation du risque pour tout stade de cancer confondu
	Viande hors volaille, viande très cuite ou frite	Augmentation du risque
	Poisson cuit à forte température, salé ou fumé	Augmentation du risque de cancer avancé
	Régime de type occidental	Augmentation du risque
<b>Insuffisant</b>	Légumes (à feuilles, riches en caroténoïdes, crucifères, etc.)	Réduction du risque sans cohérence dans les études
	Œufs	Pas de relation définie
	Café et thé	Pas de relation définie
	Alimentation de type « prudent »	Pas de relation définie
	Boissons alcoolisées (vin, bière)	Pas de relation définie

Tableau 33 : Association entre certains groupes d'aliments et risque de cancer de la prostate (98)

### ➤ Cancer du sein

Le cancer du sein, cancer féminin le plus fréquent dans l'Union européenne et aux États-Unis, est également le cancer le plus fréquent en termes d'incidence chez la femme en France. (100)

La consommation d'alcool (plus d'un verre par jour) augmente le risque de cancer du sein. L'obésité chez les femmes ménopausées est également un facteur de risque. Il est probable que la consommation de légumes diminue le risque, les éléments protecteurs restent largement inconnus malgré de nombreuses études nutritionnelles envisageant un rôle possible des caroténoïdes, des folates (vitamine B9), de la vitamine C, de phyto-estrogènes ou de certaines fibres. (100) Les végétariens, et surtout les végétaliens, souvent consomment du soja ou des aliments à base de soja ; riches en isoflavones, qui sont supposées réduire le risque de cancer du sein.

Les niveaux d'œstrogènes endogènes sont clairement associés au risque de cancer du sein chez les femmes ménopausées, et un taux élevé d'IGF-1 peut également augmenter le risque. Bien que des études sur les taux d'hormones chez les végétariens ont montré que les taux plasmatiques d'œstrogènes ne sont pas différents de ceux des non-végétariens, les végétaliens ont cependant des taux plasmatiques plus faibles d'IGF-1 que les omnivores ou les lacto-végétariens. (89)

## **Le rôle bénéfique des phytonutriments**

Les études épidémiologiques montrent que la consommation régulière de fruits, de légumes, de végétaux et de céréales complètes est associée à la réduction du risque de survenue des cancers. Les phytonutriments retrouvés dans les végétaux, les fruits, les épices, les céréales complètes sont bénéfiques et jouent un rôle dans la protection contre le cancer. Ces composés sont connus pour interférer avec les processus cellulaires impliqués dans le développement du cancer (substances antioxydantes antiprolifératives). (48)

De façon générale, c'est l'apport plus important en fruits et légumes qui permet d'améliorer l'état de santé. (2)

## II. Suivi médical et accompagnement officinal

---

En France, les régimes végétariens et végétaliens sont encore assez mal connus, ce qui peut poser des problèmes d'équilibrage alimentaire et de prise en charge également au niveau des professionnels de santé. Cette deuxième partie vise à donner les outils essentiels aux patients pour mener à bien leur régime alimentaire. Les alimentations végétarienne et végétalienne nécessitent d'être bien comprises afin d'élaborer des repas de composition variée pour obtenir une alimentation équilibrée répondant à l'ensemble des besoins de l'organisme en nutriments.

### II.1. L'équilibre dans l'alimentation végétarienne, végétalienne

La première partie de ce travail a permis de mettre en évidence les risques carenciels des régimes végétariens et végétaliens.

En 2009, l'Association Américaine de Diététique, a déclaré que « les alimentations végétarienne et végétalienne bien planifiées sont appropriées à tous les stades de la vie, y compris la grossesse, l'allaitement, la petite enfance, l'enfance, l'adolescence, et pour les athlètes. Planifiées de façon adéquate, elles satisfont les besoins nutritionnels des bébés, des enfants et des adolescents, et contribuent à une croissance normale. ». (48)

L'alimentation végétarienne repose sur de nombreuses familles d'aliments malgré la non-consommation de viande et de poisson : les fruits, les légumes, les légumineuses, les féculents, les oléagineux, les graines, et pour les végétariens le lait, les produits laitiers, les œufs et le miel. Certaines adaptations alimentaires simples peuvent permettre de pallier l'apparition de carences nutritionnelles. Le soja et ses dérivés ont une place importante, surtout en cas de refus des produits laitiers.

Dans une alimentation végétalienne, 5 groupes alimentaires principaux sont présents : les céréales, les légumineuses, les oléagineux, les fruits et légumes et les matières grasses. Dans l'alimentation végétarienne, on trouve une catégorie supplémentaire avec les produits laitiers et/ou les œufs. L'eau est la seule boisson indispensable à la vie, il ne faut pas l'oublier et limiter la consommation de jus de fruits trop sucrés, de soda, et d'alcool. Il est également important de cuisiner ses repas et d'éviter de consommer des plats préparés industrialisés. La pratique d'une activité physique régulière est à prendre en compte pour le bien-être et le développement d'un mode de vie sain. Tous ces conseils sont repris dans le nouveau PNNS 4.

## PYRAMIDE ALIMENTAIRE VÉGÉTALE

Ces indications ne reflètent qu'une moyenne.  
Il est important d'avoir à l'esprit que Chaque organisme est différent,  
et nécessite des apports nutritionnels personnalisés.

Portions recommandées dans une journée-type  
pour une alimentation végétalienne équilibrée.  
Une portion correspond globalement à une  
tasse (env. 250 ml) ou l'équivalent de la taille  
du poing du mangeur.



**Eau:** 1 à 2 litres par jour. À augmenter en cas de forte chaleur, fièvre et pratique sportive.  
Une complémentation en **vitamine B12** doit être assurée.

**Autres aliments spécifiques qu'il est intéressant d'inclure dans l'alimentation:**  
Les épices, les herbes aromatiques, les champignons, les algues marines, la spiruline, la levure maltée...

**Produits à limiter:**  
Sucre et produits sucrés, alcool, sel, et produits transformés tels que simili-carnés et simili-fromages.

 Association  
Végétarienne  
de France

Figure 36 : Représentation de l'équilibre alimentaire dans l'alimentation végétalienne, indique la quantité d'aliment à consommer pour chacune des catégories d'aliments  
Une poignée correspond à environ : 30 g (à cause de la forte densité énergétique des oléagineux).  
Une portion correspond à environ à 100 g d'aliment ou 250 ml.  
Valeurs indiquées pour un adulte

Cette pyramide alimentaire représente les repères nutritionnels journaliers pour les végétaliens, elle peut les aider au quotidien à établir des menus équilibrés.

À la base de la pyramide, **les légumes et les fruits** sont présents avec 6 portions minimum au total par jour soit 4 portions de légumes et 2 portions de fruits minimum. Ils doivent être consommés à tous les repas et de façon diversifiée. De plus, il est préférable de les consommer de saison : ils seront de meilleure qualité et plus économique. Ils sont riches en fibres, en glucides, en vitamines (vitamine A, C et B9 pour les légumes à feuilles), en minéraux et présentent également une faible quantité de protéines. La consommation crue des fruits et légumes permet d'apporter une plus grande quantité de vitamine C pour l'organisme (la vitamine C étant sensible à la chaleur et à l'oxydation). De plus, elle permet une meilleure absorption du fer non héminique dont les végétariens/liens ont besoin. La grande consommation de produits végétaux par les végétariens et les végétaliens implique qu'il vaut mieux les choisir issus de l'agriculture biologique pour limiter l'exposition aux pesticides.

À l'étage supérieur, les féculents sont représentés avec **les céréales et les tubercules**. Ces produits apportent des glucides et des protéines. Les féculents sont utilisables en l'état (pomme de terre cuite) ou bien après transformation comme les pâtes à partir du blé. Le raffinage est une technique de transformation qui permet de passer de produits céréaliers complets, à des produits semi-complets ou raffinés (dans ce cas l'enveloppe du grain est totalement enlevée ce qui augmente l'index glycémique et diminue la richesse en micronutriments et phyto-nutriments). Lorsqu'ils sont consommés complets ou semi-complets les produits céréaliers apportent du fer, des vitamines du groupe B, des fibres et des minéraux. Les féculents doivent être apportés à chaque repas puisqu'ils contribuent à l'apport énergétique, ce qui représente 3 à 4 portions par jour.

Au-dessus, **les légumineuses** constituent un apport en protéines, glucides et fer principalement. Dans l'alimentation végétalienne les légumineuses sont les aliments les plus riches en protéines, c'est donc une catégorie très importante à ne pas oublier. Il faut en consommer 1 à 2 portions par jour, certaines sources préconisent même 3 portions ou plus par jour. Les produits à base de soja comptent pour une portion.

À l'étage supérieur, **les oléagineux** sont riches en lipides de bonne qualité, en protéines (pour les fruits à coque) en vitamines du groupe B et vitamine E, et en minéraux (calcium, zinc, magnésium). Il est conseillé d'en consommer une poignée ou plus par jour. Afin de mieux assimiler les nutriments présents dans les oléagineux, il est utile de réaliser un trempage avant de les consommer. En effet ils contiennent de l'acide phytique (inhibiteur d'enzyme) qui empêche une assimilation optimale des micronutriments et une bonne digestion. L'acide phytique peut être facilement éliminé en lançant le processus de germination c'est-à-dire en faisant tremper dans l'eau les graines oléagineuses. Le processus de germination entraîne une diminution de la quantité de graisse et une augmentation de la quantité de vitamines C, B, carotène, et de l'assimilation des minéraux. De plus, cela permet une digestion plus facile.

Les purées d'oléagineux sont riches en énergie et peuvent être utilisées dans de nombreux plats ou dans la préparation des petits déjeuners. Certaines comme la purée d'amande et le tahini sont également riches en calcium.

Enfin, au dernier étage se trouve **les huiles végétales**. Il faut privilégier les huiles riches en acide oméga-3 (huile de lin, de colza, de noix). Elles apportent également de l'énergie. Il est conseillé d'en consommer 2 à 4 cuillères à soupe par jour pour un adulte.

**Les épices** sont également présentes dans l'alimentation végétalienne et végétarienne et permettent d'assaisonner les plats.

**Les algues** sont présentes de façon moins récurrente, environ une à deux/trois fois par semaine, nous verrons par la suite les nombreux bénéfices qu'elles présentent pour une alimentation végétarienne ou végétalienne.

En ce qui concerne les régimes végétariens, le lait et/ou les produits laitiers et/ou les œufs peuvent être présents. Ils seraient en haut de la pyramide alimentaire car ils ne sont pas forcément consommés régulièrement et à chaque journée. **Le lait et les produits laitiers** sont une source de glucides, protéines, lipides, eau et calcium. Les **œufs** sont une excellente source de protéines, de lipides (acides gras oméga-9, oméga-6 et oméga-3, cholestérol), d'eau et pauvres en glucides.

Une alimentation végétarienne est équilibrée lorsque les apports alimentaires sont en quantité suffisante et appropriée dans chaque famille d'aliment. Comme nous l'avons vu l'alimentation végétalienne nécessite une supplémentation pour être équilibrée. Nous allons détailler l'apport des nutriments pouvant être à risque de carences à savoir : les protéines, les acides gras oméga-3, les vitamines B12 et D puis certains minéraux et oligo-éléments : calcium, fer, zinc, magnésium, iode, sélénium.

## **II.1.1. Les apports en macronutriments**

### **II.1.1.1 L'apport en protéines**

L'OMS définit l'apport en protéines à 0,66 g/kg/jour, ce qui correspond pour une personne de 70 kg à 46,2 grammes de protéines à apporter quotidiennement. L'ANSES quant à elle définit l'apport en protéines à 0,83 g/kg/jour soit 61,6 grammes pour une personne de 70 kg. L'apport en protéines est donc estimé à la hausse dans les conseils nutritionnels actuels. Généralement les apports observés dans les régimes végétariens et végétaliens dépassent les apports protéiques recommandés, lorsque les apports caloriques sont suffisants.

Le principe de complémentarité protéique permet d'améliorer les apports protéiques lors des régimes végétariens et végétaliens. Afin d'obtenir un apport complet avec tous les acides aminés, il faut associer un aliment dont l'acide aminé limitant est présent en grande quantité à un autre aliment où ce même acide aminé est en quantité insuffisante. Cette association peut être réalisée sur la journée entière et non obligatoirement lors d'un même repas. La consommation régulière de légumineuses et de produits à base de soja permet d'assurer un apport adéquat en protéines.

Il est possible de lui faire subir des transformations chimiques et physique au soja afin d'en obtenir d'autres ingrédients comestibles. Le Tableau 34 suivant montre les principaux ingrédients issus du soja.

Ingrédient	Description
Tofu	Procédés de trempage et de chauffage avec addition de coagulants protéiques tels que le sulfate de calcium au lait de soja. Le caillé de soja pressé peut subir des processus de fumage ou de marinage par la suite (tofu fumé, tofu aux herbes, aux épices...)
Boisson au soja ou Tonyu	Extraction à l'eau des fèves de soja décortiquées et broyées. Le mélange cru est filtré. Le jus obtenu est porté à ébullition ce qui permet d'enlever la saveur forte de fève.
Tempeh	Fèves de soja décortiquées puis fermentées avec <i>Rhizopus oligosporus</i> Il est détaillé en tranches. Il peut être frit jusqu'à ce que sa surface devienne croustillante ou également se préparer comme le tofu. Haché et rissolé, il est utilisé dans la composition de sauces (sauce bolognaise végétarienne par exemple).
Natto	Fèves de soja fermentés avec <i>Bacillus natto</i> et <i>Bacillus subtilis</i> Il est consommé le plus souvent comme accompagnement du riz nature dans la cuisine japonaise, notamment au petit déjeuner.
Sulu	Tofu fermenté avec <i>Actinomyces elegans</i> , se présentant sous forme d'une pâte molle et crémeuse.
Edamame	Fèves de soja non mures, vertes
Miso	Fèves de soja fermentées avec <i>Aspergillus oryzae</i> ou <i>Aspergillus soyae</i> Utilisé pour l'assaisonnement de soupes, de bouillons, de sauce, ou comme dans la préparation de plats cuisinés.
Yuba « Peau ou Feuille de tofu »	Séchage de la peau (film) formée lors de la production de boisson de soja pendant l'ébullition.
Sauce soja	Fèves de soja ou flocons de soja fermentés avec différentes bactéries, levures ou traités avec des enzymes isolés. Le pressage et la filtration après fermentation sont nécessaires pour extraire la phase aqueuse.
Protéines végétales texturées de soja	Extrusion et cuisson de farine de soja, pleine ou dégraissée, dans des conditions d'humidité et de température contrôlées.

Tableau 34 : Description de produits alimentaires issus du soja (54)

Le tofu contient autant de protéines qu'un œuf. Des aliments comme les steaks de soja (15 g/100 g en moyenne), le tempeh (18,5 g/100 g en moyenne) ou le seitan (pâte cuite fabriquée à partir de farine de blé, composé essentiellement de gluten, 23 g/100 g en moyenne), les pois chiches (environ 9 g/100 g en moyenne) apportent aussi des protéines en quantités non-négligeables. (101)

Les légumineuses sont divisées en cinq catégories : les haricots, les lentilles, les pois secs et pois chiches, les fèves. Les graines peuvent être utilisées à différents degrés de maturité : frais (petits pois), intermédiaire (haricots michelets), secs (lentilles)... De nombreuses préparations sont réalisées grâce aux légumineuses : l'houmous à partir des graines de pois chiche en est un exemple.

### Encadré 5. Les équivalents protidiques

Environ 20 g de protéines sont retrouvés dans :

- 100 g de poisson ou de viande ;
- 2 œufs ;
- un demi-litre de lait ;
- 4 yaourts ;
- 250 g de fromage blanc ;
- 80 g de camembert ;
- 70 g de gruyère ;
- 300 g de haricots blancs ou de haricots rouges ;
- 250 g de lentilles ;
- 250 g de pain blanc ;
- 125 g de pain complet ;
- 100 g d'amandes ou de noisettes.

Figure 37 : Quantité d'aliment apportant 20 g de protéines

Tableau 1. Teneur en protéines des céréales.

Céréales	Protéines/100 g
Quinoa	12,00
Sarrasin	12,00
Couscous	6,70
Blé	4,70
Pâtes	4,60
Semoule de maïs	4,40
Riz	2,4-2,8
Pommes de terre	2,00

Tableau 2. Teneur en protéines des légumineuses.

Légumineuses	Protéines/100 g
Tofu	12,6
Haricots secs	8,4
Pois chiches	8,3
Lentilles	8,2
Fèves	6

Tableau 35 : Teneur moyenne en protéines pour différents aliments végétaux

Comme les données des Figure 37 et Tableau 35 (102), la teneur en protéines varie considérablement en fonction des sources végétales. Les Tableau 36 et Tableau 37 sont basés sur les apports journaliers recommandés fournis par l'OMS pour différents acides aminés essentiels et il prend en compte le taux de digestibilité de chacune des protéines (PDCAAS). (103)

Portion	Portion en gramme	Grammes de prot / portion	% des AJR couvert par portion d'aliment en acides aminés essentiels								
			Isoleucine	Leucine	Lysine	Méthionine + cystéine	Phénylalanine + tyrosine	Thréonine	Tryptophane	Valine	
Œufs	2 œufs	-	15	58 %	47 %	51 %	79 %	82 %	69 %	102 %	47 %
Lait entier de vache	1 tasse	250	8	29 %	24 %	17 %	22 %	43 %	34 %	67 %	24 %
Soja	1/4 assiette	50	18	70 %	61 %	64 %	56 %	92 %	84 %	106 %	52 %
Lait de soja	1 tasse	250	8	32 %	27 %	29 %	25 %	42 %	38 %	48 %	23 %
Flageolets	1/2 assiette	60	5	45 %	35 %	37 %	20 %	57 %	46 %	35 %	35 %
Pois chiches	1/2 assiette	60	11	34 %	22 %	27 %	22 %	39 %	28 %	24 %	21 %
Lentilles	1/2 assiette	60	14	36 %	32 %	38 %	19 %	54 %	45 %	38 %	30 %
Riz complet	1/2 assiette	60	5	9 %	9 %	5 %	9 %	15 %	11 %	12 %	9 %
Farine de blé complète	60g	60	7	11 %	10 %	5 %	15 %	19 %	12 %	20 %	9 %
Epeautre	1/2 assiette	60	10	18 %	16 %	8 %	25 %	31 %	21 %	23 %	16 %
Millet	1/2 assiette	60	6	14 %	18 %	5 %	14 %	15 %	14 %	23 %	11 %
Mais	1/2 assiette	60	5	9 %	14 %	5 %	13 %	2 %	13 %	9 %	9 %
Quinoa	1/2 assiette	60	8	16 %	14 %	13 %	13 %	23 %	21 %	69 %	13 %
Sarrasin	1/4 assiette	50	5	11 %	7 %	8 %	12 %	7 %	13 %	18 %	10 %
Spiruline	1 cuillère à café	3	2	5 %	4 %	3 %	4 %	7 %	6 %	7 %	4 %
Avocat	1 avocat	250	5	11 %	10 %	12 %	7 %	25 %	13 %	17 %	10 %
amandes	une poignée	30	7	11 %	10 %	5 %	5 %	12 %	10 %	11 %	10 %

Tableau 36 : Pourcentage des apports recommandés en acides aminés essentiels par portion d'aliment (5)

Le Tableau 36 montre que la composition en légumineuses est déficitaire en méthionine et cystéine, au contraire, les céréales sont déficientes en lysine. Seulement le soja atteint des apports en acides aminés essentiels similaire aux œufs. Il convient donc de faire des associations céréales et légumineuses et d'ajouter en plus une source complète de protéines par jour (soit un œuf soit un produit à base de soja) ou bien il faut consommer des quantités importantes de légumineuses et de céréales tous les jours.

				% des AJR couvert par portion d'aliment en acides aminés essentiels							
Portion		Portion en gramme	Grammes de prot / portion	Isoleucine	Leucine	Lysine	Méthionine + cystéine	Phénylalanine + tyrosine	Thréonine	Tryptophane	Valine
Œufs	2 œufs	-	15	58 %	47 %	51 %	79 %	82 %	69 %	102 %	47 %
Lait entier de vache	1 tasse	250	8	29 %	24 %	17 %	22 %	43 %	34 %	67 %	24 %
Soja	1/4 assiette	50	18	70 %	61 %	64 %	56 %	92 %	84 %	106 %	52 %
Lait de soja	1 tasse	250	8	32 %	27 %	29 %	25 %	42 %	38 %	48 %	23 %
Flageolets	1/2 assiette	60	5	45 %	35 %	37 %	20 %	57 %	46 %	35 %	35 %
Poids chiches	1/2 assiette	60	11	34 %	22 %	27 %	22 %	39 %	28 %	24 %	21 %
Lentilles	1/2 assiette	60	14	36 %	32 %	38 %	19 %	54 %	45 %	38 %	30 %
Riz complet	1/2 assiette	60	5	9 %	9 %	5 %	9 %	15 %	11 %	12 %	9 %
Farine de blé complète	60g	60	7	11 %	10 %	5 %	15 %	19 %	12 %	20 %	9 %
Epeautre	1/2 assiette	60	10	18 %	16 %	8 %	25 %	31 %	21 %	23 %	16 %
Millet	1/2 assiette	60	6	14 %	18 %	5 %	14 %	15 %	14 %	23 %	11 %
Mais	1/2 assiette	60	5	9 %	14 %	5 %	13 %	2 %	13 %	9 %	9 %
Quinoa	1/2 assiette	60	8	16 %	14 %	13 %	13 %	23 %	21 %	69 %	13 %
Sarrasin	1/4 assiette	50	5	11 %	7 %	8 %	12 %	7 %	13 %	18 %	10 %
Spiruline	1 cuillère à café	3	2	5 %	4 %	3 %	4 %	7 %	6 %	7 %	4 %
Avocat	1 avocat	250	5	11 %	10 %	12 %	7 %	25 %	13 %	17 %	10 %
amandes	une poignée	30	7	11 %	10 %	5 %	5 %	12 %	10 %	11 %	10 %

				% des AJR couvert par combinaison alimentaire en acides aminés essentiels							
Portion		Portion en gramme	Grammes de prot / portion	Isoleucine	Leucine	Lysine	Méthionine + cystéine	Phénylalanine + tyrosine	Thréonine	Tryptophane	Valine
Millet	1/2 assiette	60	6	14 %	18 %	5 %	14 %	15 %	14 %	23 %	11 %
Haricots rouges (cuits)	1/2 assiette	150	14	30 %	28 %	32 %	24 %	45 %	38 %	41 %	25 %
Soja	1/4 assiette	50	18	70 %	61 %	64 %	56 %	92 %	84 %	106 %	52 %
<b>TOTAL</b>		<b>38</b>		<b>115 %</b>	<b>106 %</b>	<b>101 %</b>	<b>93 %</b>	<b>152 %</b>	<b>137 %</b>	<b>170 %</b>	<b>88 %</b>

				% des AJR couvert par combinaison alimentaire en acides aminés essentiels							
Portion		Portion en gramme	Grammes de prot / portion	Isoleucine	Leucine	Lysine	Méthionine + cystéine	Phénylalanine + tyrosine	Thréonine	Tryptophane	Valine
Millet	1/2 assiette	60	6	14 %	18 %	5 %	14 %	15 %	14 %	23 %	11 %
Haricots rouges (cuits)	1/2 assiette	150	14	30 %	28 %	32 %	24 %	45 %	38 %	41 %	25 %
Soja	1/4 assiette	50	18	70 %	61 %	64 %	56 %	92 %	84 %	106 %	52 %
<b>TOTAL</b>		<b>38</b>		<b>115 %</b>	<b>106 %</b>	<b>101 %</b>	<b>93 %</b>	<b>152 %</b>	<b>137 %</b>	<b>170 %</b>	<b>88 %</b>

Tableau 37 : Exemple de combinaison de sources végétales apportant des quantités intéressantes d'acides aminés essentiels (5)

Le Tableau 37 montre la composition en acide aminé pour une assiette végétarienne équilibrée associant millet, haricots rouges et soja.

## Conseils

- le trempage des légumineuses avant leur cuisson permet meilleure digestibilité et une diminution du temps de cuisson (104),
- consommer du pain complet au levain et des produits à base de soja fermenté (miso, tempeh) car le levain et la fermentation s'opposent à l'effet des phytates (104),
- lors de l'achat de produits industriels il est possible de repérer les produits riches en protéines grâce à l'allégation riche en protéine (20g de protéines au 100 g minimum),
- il faut veiller à consommer des légumineuses et des céréales au cours d'une même journée afin de garantir l'apport quantitatif et qualitatif en acides aminés limitant de chacun de ces deux groupes d'aliment,
- la consommation d'au moins une fois de soja ou d'œuf (en fonction du régime adopté) dans une journée permet d'avoir en une source complète de protéine.

### II.1.1.2 L'apport en glucides

L'apport des glucides doit être réparti au cours de la journée afin de maintenir une glycémie correcte tout au cours de la journée (le but étant d'éviter trop grandes variations de la glycémie avec des hyperglycémies ou des hypoglycémies). Pour cela, il faut privilégier des aliments à index glycémique bas (voir Annexe 2) et consommer des produits céréaliers complets ou semi-complets plus riches en sucres complexes.

Lors du sucrage des plats :

- le sucre de fleur de coco présente l'avantage d'apporter des micro-nutriments en plus comparé au sucre blanc raffiné ;
- le sucre de canne complet n'a subi aucune transformation ni aucun raffinage, il peut être utilisé dans les pâtisseries; de plus il contient des vitamines B1, B2, B5, vitamine E, potassium, magnésium, phosphore et fer ;
- le sirop d'agave, le sirop de riz, le sirop d'érable, le nectar de fleur de coco (élaboré à partir de la sève des fleurs de cocotier) sont des alternatives au miel au niveau gustatif pour les végétariens ;
- les épices comme la cannelle ou la vanille permettent d'apporter un goût aux aliments sucrés.

La cuisson et la préparation des aliments influence l'index glycémique. Plus la maturité d'un fruit est grande plus son index glycémique est grand. Un moyen de diminuer l'index glycémique est de consommer des fibres et des protéines en même temps que les glucides, cela permet de ralentir l'absorption des glucides. (105)

Il faut éviter de consommer des produits transformés et/ou industriels trop sucrés et trop riches en sucres raffinés. Prendre le temps de réaliser les plats maison permet de connaître la quantité de sucre que l'on ajoute aux préparations et donc de doser. D'autre part, pour les desserts, il vaut mieux privilégier les fruits frais de saison qui apportent du fructose mais également de l'eau, des vitamines (vitamine C notamment) et des minéraux.

### **II.1.1.3 L'apport en lipides**

Il convient de préciser que pour l'apport lipidique, l'équilibre alimentaire s'établit sur plusieurs jours. L'apport en lipides totaux quotidien est de 75 à 88 g/jour (35 à 40 %) chez l'adulte. (106) (26)

#### **Apport en acides gras saturés (AGS)**

L'apport en acides gras saturés est limité, avec une limite supérieure de  $\leq 12\%$  soit 26 grammes par jour. Dans l'alimentation végétarienne, le lait, les produits laitiers non écrémés et les produits transformés représentent les sources d'acides gras saturés ; dans l'alimentation végétalienne seulement les produits transformés (plats cuisinés industriels ou maison, aux pâtisseries, viennoiseries, biscuits, quiches...). Les acides gras trans issus des plats industriels dont les aliments ont subi des transformations thermiques et des techniques de préparation industrielles, sont nocifs pour la santé.

L'acide laurique, l'acide myristique et l'acide palmitique (correspondant aux acides gras saturés les plus athérogènes) sont présents dans certaines matières grasses végétales comme l'huile de palme, de coprah et de palmiste et peuvent être utilisées dans les produits transformés.

#### **Apport en acide gras mono-insaturés (AGMI)**

Les AGMI comprennent l'acide oléique et les oméga-9, ils permettent de diminuer le LDL-cholestérol sans réduire HDL-cholestérol. Ils sont présents principalement dans l'huile d'olive, de colza, de tournesol ou encore l'huile d'arachide.

#### **Apport en acides gras poly-insaturés (AGPI)**

L'apport en acides gras indispensables est à surveiller chez les végétariens et végétaliens. Les principales sources végétales en oméga-6 avec notamment l'acide linoléique

(LA) sont les noix, le soja, les huiles végétales (de tournesol, de noix, de sésame, d'onagre, de carthame, de maïs, de pépins de raisin, de carthame, de soja, de germe de blé). Les végétariens et les végétaliens ont donc des sources variées pour leur apport en oméga-6. Actuellement, la population omnivore mais également végétarienne et végétalienne consomme les acides gras oméga-6 en trop grande quantité par rapport aux acides gras oméga-3, favorisant notamment le développement de maladies cardiovasculaire et l'obésité.

### **Apporter plus d'acides gras oméga-3**

Il faut donc apporter plus d'acides gras oméga-3. L'acide  $\alpha$ -linoléique (ALA) est indispensable car il est le précurseur de deux autres oméga-3 : l'EPA (acide eicosapentaénoïque) et le DHA (acide docosahexaénoïque). Les acides gras oméga-3 sont importants pour le développement et le maintien du cerveau, de la rétine et des membranes cellulaires. Les oméga-3 sont principalement présent dans les poissons gras, les pescovégétariens n'en sont donc pas carencés. Cependant chez les lacto-ovo-végétariens et les végétaliens, il faut veiller à un apport via les graisses végétales. L'ALA se trouve dans les graines de chia, les graines de chanvre et les graines de lin et de façon moindre dans les noix et le soja. L'huile de périlla (mais difficile à trouver en France) en contient aussi, elle peut être consommée sous forme de complément alimentaire. Les DHA et EPA sont plus rares dans le règne végétal, ils se retrouvent néanmoins dans les algues et microalgues : spiruline, chlorelle ou le schizochytrium (produits que l'on retrouve dans les compléments alimentaires). (26) (105)

### **Conseils**

- limiter voire diminuer l'apport en acides gras saturés : cela passe par la diminution de la consommation de produits transformés ;
- pour les végétariens, il est conseillé de consommer des œufs enrichis en oméga-3 ;
- consommer des graines riches en acides gras oméga-3 : les noix, les graines de lin, de chia, de canola, de soja, de colza sont riches en oméga-3. Les nutriments contenus dans les graines de chia sont absorbés uniquement si celles-ci sont moulues. Les graines ainsi moulues peuvent être ajoutées à des bouillies de céréales, des compotes, des salades et autres préparations ;
- la consommation de margarines végétales enrichies en oméga-3 est intéressante ;
- lors des préparations culinaires il est important de bien choisir les huiles de cuisson et d'assaisonnement :

L'huile d'olive présente l'avantage de ne pas être dénaturée au chauffage. Elle contient peu d'oméga-3 et 6 mais elle reste intéressante en tant que source de vitamines E et K, ainsi que d'acides gras mono-insaturés. De plus, elle permet de ne pas trop déséquilibrer le ratio entre oméga-3 et 6 (107),

Les huiles de lin, de noix, de canola, de soja sont de bonnes sources en acides gras oméga-3, elles sont utilisées en assaisonnement dans les salades par exemple car chauffées car elles se dégradent rapidement et perdent leurs propriétés. Il est conseillé de les conserver au frais et à l'abri de la lumière pour éviter qu'elles s'oxydent.

Aliment	Quantités apportant 2,2 g d'ALA
Huile de lin	4 g ≈ 1 cuillère à café
Huile de cameline	7 g ≈ 1,5 cuillère à café
Huile de chanvre	9 g ≈ 2 cuillères à café
Huile de colza	29 g ≈ 2 cuillères à soupe
Huile de soja	30 g ≈ 2 cuillères à soupe
Graines de lin moulues	12 g ≈ 1 cuillère à soupe
Graines de chia moulues	12 g ≈ 1 cuillère à soupe
Cerneaux de noix	29 g ≈ 6 cerneaux

Tableau 38 : Quantités d'aliment nécessaires pour assurer les apports journaliers en ALA chez l'adulte (73)

Tous ces conseils sont ciblés sur l'apport d'acides gras oméga-3 afin de rétablir la ration oméga-3 sur oméga-6 le plus proche de 5. Il faut veiller à consommer plus d'oméga-3 que d'oméga-6 afin de permettre une conversion correcte de l'ALA en EPA et DHA. Dans certaines situations physiologiques, un apport complémentaire en oméga-3 peut être nécessaire, comme par exemple au cours de la grossesse.

### Spécialités pharmaceutiques médicamenteuses

- Omacor® capsules à 1000 mg d'esters éthyliques d'acides oméga-3 à 90 % dont 460 mg d'EPA, et 380 mg de DHA, utilisé pour la prévention secondaire en post-infractus du myocarde, non listé et non remboursé, ne convient pas aux végans (capsule en gélatine animale), médicaments pouvant être conseillé dans l'alimentation végétarienne/lienne à la posologie de 1 capsule par jour.

### Compléments alimentaires apportant des acides gras oméga-3

- capsules d'huiles végétales riches en oméga 3 : huile de périlla, huile de lin ;
- capsules d'huile de microalgues ou algues ;
- Elteans® : 200 mg huile de petits poissons sauvages, 170 mg huile de bourrache, 30 mg huile de soja-carotte, 2 mg vitamine E naturelle ; composition équilibrée en oméga 3 et 6, posologie adulte : 4 capsules par jour pendant 15 jours puis 2 capsules par jour pendant 45 jours (cure de 2 mois à renouveler), posologie enfant de 3 à 12 ans : 2 capsules par jour pendant 15 jours puis 1 capsule par jour pendant 45 jours.

Il convient de préciser que certaines capsules ou gélules peuvent être en gélatine animale et ne pas convenir aux végans.

## **II.1.2. Les apports en micronutriments**

### **II.1.2.1 Les vitamines**

#### **II.1.2.1.1. Vitamine B12**

La vitamine B12 est l'unique vitamine absente du règne végétal. La carence est présente à tous les âges de la vie à des fréquences différentes, entre 11 et 90 % chez les personnes âgées, entre 25 – 86 % chez les enfants, 62 % chez la femme enceinte et entre 21 et 41 % chez les adolescents. (74) L'étude Nutrinet Santé a montré que parmi ses participants, 33 % de hommes et 45 % des femmes végétariennes ; 70 % des hommes et 83 % des femmes végétaliennes avaient un apport en vitamine B12 inférieur aux recommandations. (104) Une autre étude montre qu'un végétalien sur deux et presque un végétarien sur trois sont carencés en vitamine B12. (108) La carence en vitamine B12 est donc présente et fréquente au sein de cette population.

La supplémentation est donc fortement recommandée pour les végétariens en particulier les lacto-végétariens et les femmes enceintes, elle pourra être évaluée et proposée au cas par cas pour les autres végétariens. En ce qui concerne les végétaliens, la supplémentation est obligatoire. Si elle n'est pas compensée, la carence en vitamine B12 conduit à une anémie et des neuropathies pouvant être irréversibles.

Il faut mettre en garde les patients vis-à-vis de croyances à propos de la vitamine B12. L'homme n'est pas autosuffisant quant à la production de vitamine B12 endogène, et les sources de vitamines B12 végétales ne sont pas fiables comme il sera exposé par la suite. (108)

#### **Forme pharmaceutique de vitamine B12**

Dans le commerce, plusieurs formes de la vitamine B12 sont disponibles : l'hydroxycobalamine (utilisée lors d'une intoxication au cyanure), la méthylcobalamine, l'adénoxcobalamine, la cyanocobalamine. La cyanocobalamine est la forme la plus stable, elle est la plus recommandée pour une supplémentation dans l'alimentation végétalienne/rienne.

#### **Différents modes d'administration**

Sur le site de l'association « fédération végane », le schéma suivant est conseillé pour la supplémentation en vitamine B12 (adultes et enfants à partir de 12 ans) : (109)

- 10 à 25 µg 1 fois par jour ;
- 2000 µg 1 fois par semaine ;
- 5000 µg tous les 15 jours.

#### **Correction d'une carence en vitamine B12 : effectuer d'abord un traitement d'attaque**

La cyanocobalamine est utilisée en thérapeutique, les formes ampoules et comprimés sont indiquées par voie orale en cas de carence d'apport en vitamine B12 entraînant une anémie par carence d'apport alimentaire en vitamine B12 chez les végétaliens stricts depuis plus de 4 ans. L'utilisation des ampoules par voie intramusculaire est réservée au traitement des déficits en vitamine B12 dus à un défaut d'absorption (maladie de Biermer, gastrectomie totale, résection de l'iléon terminal, maladie d'Imerslund).

## Spécialités pharmaceutiques médicamenteuses

Cyanocobalamine		
<b>Ampoules injectables (IM) et buvables</b>	Vitamine B12 Delagrance ® ou Gerda ® 1000 µg/2ml ou 4ml  Vitamine B12 Lavoisier ® 1000 µg/1ml	Non listé, Remboursement à 65% par la sécurité sociale  La voie IM est réservée à la carence due à un défaut d'absorption, la voie orale pour la carence liée à des apports alimentaires insuffisants.  Posologie :  Traitement d'attaque : 1 ampoule par jour pendant 15 jours à 1 mois.  Traitement d'entretien : 1 ampoule tous les 10 jours.
<b>Comprimés</b>	Vitamine B12 Gerda ® cp sécable 250 µg	Non listé, Non Remboursé  Posologie (à partir de 6 ans) :  Traitement d'attaque : (restauration des réserves hépatiques) : 1 comprimé par jour pendant 15 jours à 1 mois.  Traitement d'entretien : (suffisant pour couvrir les besoins quotidiens) : 1 comprimé tous les 10 jours.

Tableau 39 : Spécialités pharmaceutiques utilisées dans la carence en vitamine B12

### Compléments alimentaires

- vitamine B12 500 µg gélule végétale Solgar ®, sous forme de cyanocobalamine, (convient aux végétariens) ;
- le complément alimentaire Veg1 ® de l'association Vegan Pratique contient 25 µg de vitamine B12 sous forme de cyanocobalamine (convient aux végétariens). La posologie recommandée est d'un comprimé par jour pour les adultes et un demi-comprimé par jour pour les enfants de moins de 12 ans (les comprimés peuvent être écrasés pour les nourrissons et les enfants n'avalant pas les comprimés) ;
- vitamine B12 liquide Solgar ® avec d'autres vitamines du groupe B : B5 15 mg, B3 10 mg, B6 5 mg, B2 2 mg, B1 2 mg, B12 1 000 µg, B8 150 µg, B9 100 µg (convient aux végétariens).

### Interaction médicamenteuses / Précaution d'emploi

De nombreuses pathologies (pancréatiques ou intestinales, innées ou acquises) et plusieurs médicaments, ainsi que les contraceptifs oraux et l'alcool, sont susceptibles de perturber l'absorption de la vitamine B12. (19)

### Surdosage

Il n'y a pas de risque de surdosage suite à une administration de vitamine B12 car c'est une vitamine hydrosoluble éliminée par voie rénale. D'ailleurs, il n'existe pas de limite supérieure de sécurité.

### Sources alimentaires non fiables en vitamine B12

Il existe des sources alimentaires en vitamine B12 autre qu'animale et également des aliments industriels enrichis mais ces aliments ne constituent pas des sources fiables d'apport.

- les produits enrichis en vitamine B12 : certains “laits végétaux”, yaourts végétaux et produits céréaliers peuvent être enrichis en vitamine B12 mais cet enrichissement est trop faible et très variable en fonction des marques et des produits pour constituer la seule source de vitamine B12 dans un régime végétarien, végétalien ou vegan (101) ;
- les produits végétaux fermentés obtenus par fermentation chimique via l'acide lactique ou grâce aux bactéries propioniques ne constituent pas non plus une source fiable de vitamine B12 (bière, tempeh...). Par exemple, les aliments à base de soja fermenté comme le tempeh peuvent contenir entre 0,7 et 8 µg/100 g de vitamine B12 ; cette grande variabilité de concentration rend difficile l'estimation des apports, ce n'est donc pas une source fiable (74) ;
- les champignons comestibles tels que les cèpes, les coulemelles, les pleurotes, les morilles contiennent seulement des traces de vitamine B12. Les trompettes de la mort et les girolles en contiennent plus (entre 1,09 et 2,65 µg/100 g de poids sec) mais pas les formes actives chez l'humain. Le shiitake (champignon comestible poussant en Extrême-Orient) contient en moyenne 5,61 µg/100 g de poids sec de vitamine B12, et ce sont rarement les formes actives qu'il contient. (74) Il faudrait consommer près de 70 grammes de champignons shiitake (pesés secs) par jour pour arriver à la recommandation de 4 µg chez l'adulte, ce qui est difficilement réalisable ;
- les algues alimentaires peuvent contenir de la vitamine B12, principalement les algues vertes du genre *Enteromorpha sp.* et les algues rouges du genre *Porphyra sp.*, les autres n'en contiennent pas ou seulement des traces. La vitamine B12 est retrouvée à la fois sous forme active et inactive dans les algues vertes et rouges. Après assaisonnement ou autre traitement culinaire, la teneur en vitamine B12 diminue avec par exemple pour l'algue Nori 51,7 µg/100 g de vitamine B12 active dans le produit sec. Une étude (dont la fiabilité n'est pas établie au vu du faible nombre de participants) menée sur 6 enfants vegans consommant du riz cuisiné avec de l'algue Nori (algue rouge) a suggéré que la consommation de cette algue permettrait de prévenir une carence en vitamine B12. (74) Là encore, les concentrations en vitamine B12 active varient d'une espèce à l'autre et après préparation, une consommation régulière journalière pourrait parvenir aux besoins mais serait difficilement réalisable ;
- la chlorelle (*Chlorella sp.*), une microalgue eucaryote, est utilisée comme complément alimentaire. Elle contient la forme active de vitamine B12 mais en fonction de la provenance les quantités qu'elle contient peuvent varier considérablement, elle ne constitue donc pas une source fiable de vitamine B12 (74) ;
- la spiruline est constituée de cyanobactéries (*Spirulina sp.*) formant des filaments à la surface de l'eau, nommée parfois « microalgue ». Il existe également d'autres cyanobactéries du genre *Aphanizomenon sp.* et *Nostoc sp.* (74) En France, la spiruline est commercialisée comme une denrée alimentaire en vrac, sous forme de poudre ou de compléments alimentaires, sous forme de gélules ou de comprimés pouvant apporter 0,25 à 5 g de spiruline par jour environ. La spiruline contient un analogue de la vitamine B12 (pseudo-vitamine B12) qui est une forme non assimilable par notre organisme car elle ne se fixe pas sur le facteur intrinsèque, elle est donc non active. La supplémentation par de la spiruline d'enfants déficitaires en vitamine B12 s'est avérée inefficace pour la correction de l'anémie macrocytaire. L'Académie Américaine de Nutrition et de Diététique considère que la spiruline ne constitue pas une source fiable de vitamine B12 pour les populations végétarienne et végétalienne. (110)

## Conseils

- les aliments industriels enrichis en vitamine B12 peuvent être consommés mais ne doivent pas constituer à eux seuls la supplémentation nécessaire à un régime végétarien ou végétalien car l'observance est difficile à maintenir dans le temps donc par sécurité le patient devra se supplémenter ;
- il est important de commencer la supplémentation dès le début du changement alimentaire afin de prévenir la survenue de la carence en vitamine B12 dont les conséquences peuvent être irréversibles, autant chez les végétariens que chez les végétaliens ;
- prévenir le patient d'un effet indésirable possible lors de la supplémentation : la coloration rouge des urines correspondant à l'élimination urinaire de la vitamine B12 (l'atome de cobalt au centre de la molécule est responsable de cette couleur) ;
- chez les patients ayant un traitement au long cours avec des antisécrétoires antihistaminiques H2 (cimétidine, famotidine, nizatidine, ranitidine) et les antisécrétoires inhibiteurs de la pompe à protons (ésoméprazole, lansoprazole, oméprazole, pantoprazole, rabéprazole) il existe un risque de carence en cyanocobalamine. Ces médicaments réduisent l'acidité gastrique pouvant diminuer l'absorption digestive de la vitamine B12. L'association d'antisécrétoires gastriques de ce type avec la vitamine B12 est une association à prendre en compte.

### II.1.2.1.2. Vitamine D

L'alimentation occidentale actuelle n'est pas capable d'atteindre les besoins en vitamine D et l'exposition solaire ne le permet pas en raison de notre mode de vie actuel et de la latitude. Le dépistage de la carence n'est pas systématique dans la population adulte, il est recommandé dans certaines situations physiopathologiques. La prévention de la carence en vitamine D doit donc être réalisée systématiquement chez les végétariens et les végétaliens tout comme dans la population générale.

#### Spécialités pharmaceutiques médicamenteuses

Le cholécalciférol (vitamine D<sub>3</sub>) et l'ergocalciférol (vitamine D<sub>2</sub>) et sont les principes actifs utilisés en thérapeutique lors de la prophylaxie de la carence mais ils peuvent aussi être utilisés en traitement.

Le cholécalciférol est produit à partir de la lanoline. La lanoline est exposée à un rayonnement UVB (réaction de photosynthèse identique à celle qui se produit dans notre organisme). Le cholestérol est alors transformé et des cristaux purs de vitamine D<sub>3</sub> se forment, ils ne contiennent plus de lanoline même sous forme de traces. Il existe également une forme vegan de cholécalciférol obtenu à partir d'une culture de lichen boréal.

L'ergocalciférol est une forme synthétique obtenue par irradiation UV de l'ergostérol d'origine végétale (à partir de levures ou de champignons).

Cholécalciférol (vitamine D <sub>3</sub> )		Ergocalciférol (vitamine D <sub>2</sub> ) « végétal »	
<b>Ampoules buvables</b>	Zyma D ® 50 000UI, Posologie prophylaxie : 1 ampoule tous les 1 à 2 mois Zyma D ® 80 000UI Posologie prophylaxie : 1 ampoule tous les 2 à 3 mois Zyma D ® 200 000UI Posologie prophylaxie : 1 ampoule tous les 6 mois Uvedose ® 100 000 UI Posologie prophylaxie : 1 ampoule tous les 3 mois Vitamine D3 BON ® 200 000 UI/ml sol inj en ampoule IM Posologie prophylaxie : 1 ampoule tous les 6 mois	<b>Ampoules buvables</b>	Stérogyl ® voie IM 15H 600 000 UI/1,5 ml Stérogyl ® voie orale 15A 600 000 UI/1,5 ml (réservé à l'adulte) Posologie prophylaxie : ½ à 1 ampoule (soit 300 000 à 600 000 UI), en une seule prise, une fois par an. Spécialités contre-indiquées chez l'enfant, pendant la grossesse et l'allaitement.
<b>Solutions buvables en gouttes</b>	Zyma D ® 10 000 UI/ml Adrigyl ® 10 000 UI/ml Posologie prophylaxie : 2 à 3 gouttes par jour soit 600 à 900 UI par jour Dédrogyl (caclicifédiol) ® 15 mg/ml Posologie traitement de la carence : 2 à 5 gouttes par jour, généralement pas utilisé en prophylaxie	<b>Solution buvable en gouttes</b>	Stérogyl ® 2 000 000 UI/100ml Posologie prophylaxie : 400 à 1000 UI/jour soit 1 à 2 gouttes par jour.

Tableau 40 : Spécialités pharmaceutiques utilisées pour la prophylaxie et le traitement de la carence en vitamine D

Toutes les spécialités présentées ci-dessus sont disponibles sous prescription médicale en pharmacie. Seulement les flacons compte-gouttes ZymaD ® et Adrigyl ® 10 000 UI/ml qui ne sont pas listés, peuvent être délivrés sans ordonnance.

### Excipients

Les excipients pour la spécialité Stérogyl ® goutte sont : hydroquinone (composé organique), alcool éthylique à 96,2° et eau purifiée. Stérogyl ® peut donc être considéré végétal.

### Compléments alimentaires

Les compléments alimentaires suivants contiennent de la vitamine D3 produite à partir de la lanoline :

- ErgyD ® Nutergia : vitamine D3 (cholécalférol), excipients : huile de colza vierge antioxydant : vitamine E d'origine naturelle, 1 goutte contient 5 µg (200 UI) de vitamine D3 ;
- DPlante Vitamine D3 : vitamine D3 (cholécalférol), excipients : huile vierge de colza, antioxydant : vitamine E (tocophérol), 1 pulvérisation contient 25 µg (1 000 UI) de vitamine D3;
- Pediakid ® vitamine D3 : excipients : Huile de tournesol oléique désodorisée, antioxydant : Vitamine E naturelle, 1 goutte contient 5 µg (200 UI) de vitamine D3.

Chez les personnes végétaliens, il faut leur proposer l'utilisation de l'ergocalciférol qui est un précurseur végétal de la vitamine D3, et une exposition régulière aux UVB pour activer la

biosynthèse. Il existe depuis quelques années des compléments alimentaires à base de vitamine D3 d'origine végétale et non d'origine animale. En effet le cholécalciférol peut être produit à partir de lichen boréal.

- Dplante Vitamine D3 végétale ®, excipients : huile vierge de colza, antioxydant : tocophérol, 2 000 UI de vitamine D3 par pulvérisation ;
- comprimés Vitashine ®, excipients : maltodextrine, amidon, saccharose, dioxyde de silicone, antioxydants (D-alpha-tocophérol, palmitate d'ascorbyle), antiagglomérant (acide stéarique, stéarate de magnésium), 2 500 UI de vitamine D3 par comprimé. Pour un adulte, la fréquence d'administration est de 2 comprimés par semaine ;
- spray Vitashine ® : 200 UI de vitamine D3 par pulvérisation, excipients : diglycérides d'acides gras de noix de coco, tocophérol D-alpha. La pulvérisation est à réaliser dans la bouche ou sur la nourriture. Cette forme est utilisable dès la naissance ;
- le complément alimentaire Veg1 ® contient 20 µg de vitamine D3 (cholécalciférol obtenu à partir de lichen boréal) par comprimé (convient aux végétariens).

### Conseils

- pour éviter tout risque de surdosage, tenir compte des doses totales de vitamine D en cas d'administration répétées (ne pas dépasser 600 000 UI/an) ou bien en cas d'association avec un traitement contenant déjà cette vitamine ou en cas de lait supplémenté en vitamine D pour les nourrissons. Par l'alimentation (aliments enrichis ou compléments alimentaires), il n'y aurait pas de risque de surdosage jusqu'à au 25 µg/jour soit 1000 UI/jour de vitamine D. (limite supérieure de sécurité en France) (106) ;
- les personnes ayant un phénotype de peau foncée ont besoin de s'exposer plus longtemps au soleil pour obtenir autant de vitamine D car la mélanine de la peau est une protection naturelle contre les rayons UVB, leur supplémentation est systématique ;
- les besoins en vitamine D sont augmentés chez les enfants de moins de 3 ans, les femmes enceintes et allaitantes, la supplémentation est donc systématique au cours de ces situations physiologiques ;
- la vitamine D est une vitamine liposoluble, son administration doit se faire en même temps qu'une prise alimentaire contenant des lipides afin d'en améliorer l'absorption. Les gouttes buvables ou les ampoules peuvent être administrées pures à l'aide d'une cuillère ou bien mélangées dans un aliment liquide ou semi-liquide ;
- s'exposer au soleil au moins 15 min par jour à partir du mois d'avril jusqu'à octobre ;
- consommer des produits enrichis en vitamine D : produits laitiers enrichis pour les végétariens, boisson au soja, jus de fruits, céréales enrichi pour les végétaliens par exemple (de faibles doses de vitamine D2 et vitamines D3 sont utilisés dans les les aliments enrichis).

#### II.1.2.2 Les minéraux et oligo-éléments

Certains minéraux et oligo-éléments peuvent être insuffisamment apportés dans l'alimentation végétarienne ou végétalienne, c'est le cas du calcium, du fer, du magnésium, du zinc, de l'iode et du sélénium. Les adaptations du régime alimentaire afin d'en améliorer l'apport seront présentées ainsi que les solutions de supplémentations.

##### ➤ Apport en calcium

Il est possible d'évaluer les apports calciques grâce au questionnaire Grio (Groupe de recherche et d'information sur les ostéoporoses) (voir Annexe 3). (111) Le questionnaire Grio permet d'une part de voir si en fonction du sexe et de l'âge du patient les apports sont

satisfaisants et si ce n'est pas le cas d'adapter au mieux les conseils à donner au patient pour arriver à compléter ses apports en calcium.

Les graines de soja contiennent du calcium mais les boissons en soja non enrichies n'en contiennent pas beaucoup en raison du procédé de fabrication incluant une dilution. Cependant, dans l'union européenne le règlement CE 1925/2006 permet d'enrichir les boissons et les dessert au soja en calcium sous différentes formes : carbonate de calcium, phosphate de calcium, citrate de calcium et lactate de calcium. Certains produits issus de l'agriculture biologique sont également enrichis grâce à une algue (*Lithothamnium calcareum*) naturellement riche en calcium sous forme de carbonate de calcium.

Le Tableau 41 montre des exemples de portions d'aliment riche en calcium qu'il est important de rappeler au patient végétalien ou végétarien.

Exemple de portions d'aliment riche en calcium	Quantité de calcium apportée
100 ml de « lait végétal » enrichi en calcium	120 mg
100 g de yaourt végétal enrichi en calcium	120 mg
200 g de brocoli cuit	86 mg
50 g de fèves séchées	83,5 mg
30 g d'amandes	80 mg
1 cuillère à soupe de purée de sésame (Tahini)	64 mg

Tableau 41 : Exemple de portions d'aliments riches en calcium (101)

### Spécialités pharmaceutiques médicamenteuses

Les spécialités renfermant du calcium sont indiquées lors de la prévention et du traitement des carences calciques notamment en période de croissance, de grossesse, d'allaitement.

- carbonate de calcium : Cacit ® cp effervescents à 500 ou 1 000 mg, Calcidose ® sachet à 500 mg, Calciprat ® cp à sucer à 500, 750 ou 1 000 mg, Calperos ® Fixical ® Orocal ® cp à sucer à 500 mg, Densical ® cp à sucer à 600 mg, Calprimum ® cp à croquer à 500 mg, Caltrate ® cp sécable à 600 mg
- carbonate de calcium + gluconolactate de calcium : Calcium sandoz ® sachet ou cp effervescent à 500 mg
- gluconate de calcium + lactate de calcium pentahydraté + glucoheptonate de calcium + chlorure de calcium + levure *Saccharomyces cerevisiae* : Calciforte ® ampoule de 500 mg, la présence de la levure entraîne un dépôt, secouer l'ampoule avant de l'ouvrir puis diluer le contenu dans un verre d'eau, administrer de préférence au cours des repas.

Ce sont toutes des spécialités non listées et remboursables

La posologie est de 1 à 2 unités par jour, chez la dose sera fonction de l'âge (en général de 6 à 10 ans (500 mg par jour) et après 10 ans (1 g par jour).

Il existe des bithérapies associant du calcium et vitamine D sous forme de cholécalciférol ; sous forme de sachet ou de cp à sucer ou à croquer avec des dosages variables : 500, 600, 1 000 ou 1 200 mg de calcium associé à 400, 440, 800 ou 880 UI de vitamine D (exemples de spécialités : Cacit vitamine D3 ®, Eptavit ®, Fixical vitamine D ®, Idéos ®, Calcidose vitamine

D3 ®). Les bithérapies sont indiquées chez le sujet âgés lors de la carence en vitamine D et calcium et lors du traitement de l'ostéoporose.

### **Compléments alimentaires**

- Calcium Magnésium Vitamine D Solgar ® cp à 200 mg de calcium, 100 mg de magnésium et 2 µg de cholécalciférol, posologie adulte : 2 cp par jour, (convient aux végétariens) ;
- Calcium bisglycinate Solgar ® cp à 500 mg de calcium (convient aux végétariens).

**Conseils pour les végétariens et les ovo-végétariens** (car les ovo-lacto et lacto-végétariens sont exclus normalement leur apport est satisfaisant) :

- pour les boissons végétales, privilégier les boissons végétales enrichies en calcium sous la forme de carbonate de calcium qui garantit une absorption équivalente à celle du lait de vache (69) ;
- consommer des produits enrichis en calcium : tofu enrichi en calcium, yaourt végétal enrichi par exemple. De la même façon que pour les boissons végétales, l'absorption du calcium du tofu enrichi en chlorure de calcium ou en sulfate de calcium est similaire à celle du calcium de lait de vache ;
- afin de garantir un apport adéquat en calcium, il convient de consommer 3 portions d'aliments riches en calcium par jour, elles peuvent appartenir aux différents groupes d'aliments ;
- boire une eau minérale riche en calcium. Afin de maintenir le calcium en suspension dans la boisson, agiter avant de consommer afin de garantir la bonne homogénéité et solubilité des sels de calcium. Il est possible de connaître la teneur en calcium de l'eau du robinet de la ville sur le site du ministère de la santé ou en s'adressant à la mairie de la commune ;
- la caféine qui se retrouve dans de nombreuses boissons (le café, le thé, les boissons à base de cola) diminue l'absorption digestive du calcium et augmente son excrétion urinaire, il faut donc les consommer à distance des apports en calcium ;
- prévenir le patient des possibles effets indésirables lors de la prise des médicaments ou des compléments alimentaires : troubles digestifs type constipation, flatulence, nausées ;
- il existe des interactions médicamenteuses : avec les cyclines (chélation du calcium, différer la prise de 2 h au moins), avec les digitaliques (risques de troubles du rythme nécessitant une surveillance clinique), et un risque de diminution de l'absorption digestive des biphosphonates (différer la prise de 2 h minimum).

#### ➤ **Apport en fer**

Au cours de la puberté, les besoins chez les filles augmentent à 13 mg par jour puis 16 mg par jour chez la femme adulte réglée. Les besoins chez l'homme adulte et la femme ménopausée sont de 11 mg par jour.

Les végétariens consomment autant voire plus de fer que les omnivores. Mais dans les observations, les réserves en fer chez les végétariens sont généralement inférieures à celles des non-végétariens. Des taux plus faibles en ferritine sérique peuvent être un avantage, car des taux élevés de ferritine sérique ont été associés au risque de développer un syndrome métabolique. (38) Le processus d'absorption semble s'adapter efficacement dans le cas des végétariens occidentaux car les valeurs d'hémoglobine et la plupart des autres mesures de l'état du fer sont similaires à celles observées chez les non-végétariens. (38) (48)

Le fer non héminique est présent dans les végétaux. Malgré la biodisponibilité moins bonne, certains végétaux ont des teneurs parfois élevées ce qui est intéressant pour les végétariens et végétariens. Certains végétaux ont des teneurs autour de 6 mg/100 g, pour la farine de soja

et les céréales pour petit-déjeuner enrichies en fer, plus de 1 mg/100 g pour les céréales complètes, de 0,5 à 1,5 mg/100 g pour de nombreux légumes, mais la biodisponibilité est nettement plus faible. (19)

La spiruline souvent consommée en tant que complément alimentaire, contient 28,5 mg/ 100 g de fer, elle se consomme sous forme de gélule mais lors d'une carence en fer il n'est pas aisé d'apporter de grandes quantités de fer en utilisant cette solution.

La supplémentation en fer se fera au cas par cas grâce à un dépistage par dosage de la ferritinémie. L'absorption des sels ferreux est faible (entre 10 et 20 % de la dose ingérée), mais elle est majorée lorsque les réserves en fer sont diminuées. (112) Le fer non hémique se trouve sous forme libre oxydée de fer ferrique Fe III. Le fer hémique renferme du fer ferreux Fe II. Pour être absorbé, le fer ferrique nécessite d'être réduit en fer ferreux. La réduction du fer est favorisée par la vitamine C qui agit comme agent réducteur. La vitamine C permet également de prévenir la chélation du fer par les phytates. (113)

### Spécialités pharmaceutiques médicamenteuses

Plusieurs spécialités médicamenteuses existent. Les sels ferreux sont multiples et disponibles à divers dosages. Certaines spécialités renferment également de la vitamine C (acide ascorbique) afin d'en améliorer l'absorption, et parfois de la vitamine B9 pour augmenter la synthèse des globules rouges lorsqu'une anémie est associée.

- ascorbate ferreux : Ascofer ® gélule à 33 mg ;
- férédétate de sodium : Ferrostrane sirop ® 0,68 % (34 mg/ 5 ml) ;
- fumarate ferreux : Fumafer ® cp à 66 mg, poudre dosée à 33 mg/g (boîte de 50 g) ;
- sulfate ferreux : Tardyferon ® cp à 50 mg, cp à 80 mg, Fer AP-HP ® gélule nouveau-né dosées à 0,5 mg ;
- sulfate ferreux + vitamine C :
  - Timoferol ® gélule à 50 mg de fer et 30 mg d'acide ascorbique ;
  - Fero-Gard-Vitamine C ® cp à 105 mg de fer et 30 mg d'acide ascorbique ;
- sulfate ferreux + vitamine B9 : Tardyferon B9 ® cp à 50 mg de fer et 0,35 mg d'acide folique.

### Compléments alimentaires

- Gentle iron (fer doux) Solgar ® 25 mg par gélule, gélules végétales, fer sous forme de bisglycinate de fer qui a la particularité de ne pas constiper (convient aux végétariens) ;
- Floravital Fer + Plantes ® flacon 250 ml, composition pour 15 ml : gluconate de fer (soit 14 mg de fer), 1,29 mg de vitamines B2, B6, 1,29 µg de vitamine B12 et 15 mg de vitamine C, extrait aqueux de plantes (70 %) de : fleur d'hibiscus (*Hibiscus sabdariffa*), fleur de camomille (*Matricaria recutita*), fruit de fenouil (*Foeniculum vulgare*), feuille d'épinard (*Spinacia oleracea*) ; Mélange de jus de fruits concentrés (27 %) de : raisin, poire, eau, jus de groseille, cerise, mûre, carotte ; 14 mg de Fer (gluconate de fer), extrait aqueux de cynorrhodon (*Rosa canina*) à 4 % de vitamine C.

Posologie adulte et enfants > 12 ans : 7,5 ml deux fois par jour environ 30 min avant le petit-déjeuner et le dîner, enfants de 6 à 12 ans : 10 ml par jour, enfants de 3 à 5 ans : 5 ml par jour. Les plantes permettent une assimilation améliorée du fer grâce à la vitamine C (contenue dans le cynorrhodon) et d'améliorer la tolérance digestive (le fer a tendance à entraîner une constipation).

## Conseils

- consommer des agrumes ou un verre de jus d'orange frais ou un comprimé de vitamine C lors de la prise des médicaments ou des compléments alimentaires afin d'améliorer l'absorption du fer ;
- ne pas consommer de thé ou de café en même temps que la prise des médicaments ou des compléments alimentaires car cela inhibe l'absorption digestive du fer ;
- ne pas laisser à la portée des enfants les médicaments ou compléments alimentaires à base de fer en raison du risque d'intoxication aiguë mortelle ;
- prévenir le patient d'un effet indésirable possible lors de la supplémentation : coloration foncée des selles, constipation, nausées ou au contraire diarrhée, douleurs abdominales. Lors de la prise de formes orales liquides il y a un risque de noircissement des dents, on peut conseiller l'utilisation d'une paille lors de l'administration.

### ➤ Apport en zinc

La biodisponibilité du zinc est inférieure dans les sources végétales comparé aux sources animales. Les produits laitiers constituent une source importante de zinc, donc les végétariens consommant des produits laitiers n'ont pas d'apport insuffisant généralement.

Les végétaliens doivent veiller à choisir des aliments riches en zinc. Le germe de blé contient 14 mg de zinc pour 100 g, ensuite les graines de sésame, pavot, courge, les champignons, le son de blé, les flocons d'avoine, le cacao, les algues alimentaires, les graines de lin, de chia, en contiennent également.

### Spécialités pharmaceutiques médicamenteuses

- Rubozinc ® 15 mg gélule, gluconate de zinc, enveloppe de la gélule gélatine, posologie : 1 à 2 gélules par jour, administration à distance des repas plus de 2h si possible pour garantir une bonne résorption, Non listé, Remboursable, (gélule en gélatine, contient du lactose) ;
- Effizinc ® 15 mg gélule, gluconate de zinc, Non Listé, Remboursable, (gélule en gélatine) ;
- Granions de zinc ® 15 mg/ 2 ml Non Listé, Remboursable, posologie : 1 ampoule par jour (convient aux végans) ;
- Oligosol zinc solution buvable ® 67,4 µg/ampoule, posologie : 1 à 3 ampoules par jour, Non Listé, Non Remboursé.

### Compléments alimentaires

- Zinc Solgar ® 22 mg/comprimé, sous forme de picolinate de zinc hautement assimilable, (convient aux végans), posologie adulte : 1 cp par jour.

## Conseils

- consommer des céréales de petit déjeuner enrichies en zinc ;
- le trempage des graines, des céréales, des légumineuses avant cuisson permet d'améliorer la biodisponibilité du zinc végétal ;
- la germination des graines permet d'améliorer la teneur en zinc ;
- consommer du pain complet et les céréales complètes ou semi-complètes permet d'avoir un bon apport en zinc ;
- les aliments riches en acide phytique diminuent l'absorption du zinc.

## ➤ Apport en magnésium

La carence en magnésium est fréquente au sein de la population générale.

### Spécialités pharmaceutiques médicamenteuses

Le magnésium est disponible en pharmacie sous forme de sels inorganiques (1<sup>ère</sup> génération), organiques ou sous formes complexée. Ils se distinguent par l'apport en magnésium élément. Les sels inorganiques sont laxatifs. Les sels de deuxième et troisième génération sont présentés comme mieux tolérés et mieux assimilés. La posologie maximale autorisée pour les compléments alimentaires est de 300 mg par jour. Parfois, le magnésium est associé à la vitamine B6 ce qui favorise l'absorption digestive et la fixation cellulaire du magnésium.

Il existe une multitude de spécialités comme MagnéVie B6® (100 mg de magnésium et 10 mg de vitamine B6).

Classification des différents sels de magnésium		
1 <sup>ère</sup> génération	2 <sup>ème</sup> génération	3 <sup>ème</sup> génération
Oxyde, chlorure, hydroxyde, sulfate, carbonate	Citrate, gluconate, lactate, aspartate, glutamate	Bisglycinate, Glycérophosphate, Hydrolysats de protéines

Tableau 42 : Classification des différents sels de magnésium (114)

La teneur en magnésium dépend du sel de magnésium utilisé (60% oxyde de magnésium, 16 % bisglycinate). (114)

Les besoins sont déterminés en fonction du patient :

- des autres médicaments associés : la lévothyroxine, les biphosphonates, les fluoroquinolones et les tétracyclines (le magnésium peut perturber l'absorption de ces médicaments) ;
- des habitudes alimentaires du patient ;
- si le patient éprouve une période de stress (situation où l'élimination urinaire du magnésium est augmentée) ;
- de pathologies associées : les pathologies gastro-intestinales (diarrhées...) exposent à un risque de malabsorption et de pertes plus importantes ;
- en général les apports conseillés sont calculés pour 6 mg/kg/jour. (114)

### Compléments alimentaires

- Magnésium bisglycinate Solgar®, 100 mg par comprimés, (convient aux végétariens), posologie adulte : 1 à 3 cp par jour.

### Conseils

- les eaux minérales constituent une source d'apport en magnésium, les eaux d'Hépar, Rozana et Contrex sont riches en magnésium ;
- lors de la délivrance de médicaments ou de compléments alimentaires à base de magnésium, il faut prévenir le patient qu'il peut être exposé à des effets indésirables en particulier des diarrhées ou des douleurs abdominales.

### ➤ **Apport en iode**

Les régimes végétariens et végétaliens peuvent être associés à un faible apport en iode, surtout chez les personnes qui ne consomment pas de sel iodé ou d'algues marines (seules sources d'iode qui leur soit disponible). Dans ces cas-là la supplémentation est recommandée.

D'autre part, il faut prendre en compte l'effet goitrogène de certaines substances ; cela signifie qu'elles peuvent réduire la captation de l'iode par la thyroïde. Les principales sources de goitrogènes sont les nitrates, les perchlorates (l'exposition aux perchlorates est associée à des taux plus bas d'hormones thyroïdiennes) mais aussi les thiocyanates et les isoflavones contenus dans les graines de soja, les brassicacées, les patates douces notamment. Ces aliments n'ont pas d'effet sur l'absorption de l'iode chez les personnes saines qui n'ont pas d'insuffisance thyroïdienne à condition que leur apport en iode soit satisfaisant. L'effet goitrogène pose problème que lorsque la carence en iode est présente chez une personne. (48) (105)

### **Compléments alimentaires**

- Kelp Atlantique Nord Solgar ® 200 µg/comprimés : iode issu de 144 mg de Kelp déshydratée (algue) posologie : 1 cp par jour, (convient aux végétariens) ;
- Oemine Iode fort naturel ® poudre d'algue verte, 1 dosette de 20 mg apporte 150 µg d'iode (apports recommandés chez l'adulte), à saupoudrer sur l'alimentation, sur l'étiquette il est noté une posologie de 1 dosette matin et soir pour l'adulte et une dosette par jour seulement chez l'enfant, (convient aux végans) ;
- Oemine Iode Algues ® mélange de poudre d'algues marines en gélule (gélatine de poisson), 75 µg d'iode/gélule, 2 gélules par jour permettent d'arriver aux recommandations ;
- Oligosol Nutrition Iode ®, solution buvable (iodure de sodium et eau purifiée), 100 µg/ampoule de 2 ml, la posologie est de 1 ampoule par jour ce qui couvre 66,7 % des apports recommandés chez l'adulte, peut être utilisé chez l'enfant, (convient aux végans) ;
- Granions d'iode ® solution buvable, 150 µg/ ampoule de 2 ml, posologie adulte : 1 ampoule par jour ;
- Le complément alimentaire Veg1 ® contient 150 µg d'iode par comprimé (convient aux végans).

### **Conseils**

- consommer du sel iodé mais ne pas dépasser 6 g de sel par jour. Cependant, la consommation de 5 grammes de sel iodé apporte seulement 93 µg d'iode, cette quantité n'est pas suffisante pour couvrir les besoins journaliers, il faut donc l'apporter via d'autres sources (101) ;
- consommer des algues marines contenant de l'iode (cf. partie II.1.4) : l'inconvénient est que les quantités d'iode que renferme l'algue sont très variables : elle dépend de l'espèce, mais au sein d'une même espèce la teneur finale en iode dépend aussi des conditions de cultures et du moment de récolte. Il est donc difficile d'en estimer l'apport alimentaire. Il vaut mieux choisir des compléments alimentaires à base d'algue contenant des quantités standardisées d'iode pour une supplémentation.

### ➤ **Apport en sélénium**

Dans les végétaux, le sélénium est puisé dans le sol puis intégré via les sélénoprotéines. La teneur en sélénium de la plante est donc variable et dépend de la teneur en sélénium dans le sol où elle est cultivée. L'apport recommandé pour les adultes est de 1 µg/kg/jour.

### **Spécialités pharmaceutiques médicamenteuses**

- Sélénium injectable A ® 10 µg/ml, flacon de 10 ml pour perfusion ou nutrition entérale ou parentérale prolongée, sous forme de sélénite de sodium, prévention ou correction des états de carence, posologie variable en fonction de l'âge et du poids de l'enfant : 2 à 10 µg/kg/jour, posologie adulte de 30 à 150 µg/jour, Liste 1, non remboursé ;
- Oligosol sélénium ® 100 µg/2 ml solution buvable en ampoule, réservé à l'adulte, posologie : 1 ampoule par jour, le matin à jeun ou 15 minutes avant un repas, conseil d'administration : voie sublinguale, garde le contenu de l'ampoule 1 à 2 minutes sous la langue avant d'avaler, non listé, non remboursé ;
- Granions de sélénium ® 0,96 mg/2ml solution buvable en ampoule, réservé à l'adulte, posologie : 1 ampoule par jour, non listé, non remboursé.

### **Compléments alimentaires**

- Sélénium Solgar ® 100 µg/comprimé, posologie adulte : 1 cp par jour de préférence au cours d'un repas, la dose de sélénium étant assez élevée il convient de ne pas prendre ce complément en continu mais d'effectuer des cures de 2 à 3 semaines (convient aux végétariens) ;
- Sélénium compact GSE ® 55 µg/comprimé : posologie : 1 cp par jour, sélénium de source végétale issu de la graine de moutarde (convient aux végétariens) ;
- le complément alimentaire Veg1 ® contient 60 µg de sélénium par comprimé soit la quantité journalière recommandée pour un adulte de 60 kg (convient aux végétariens).

### **Conseils**

- l'administration des compléments alimentaires et des médicaments doit se faire 15 minutes avant un repas ;
- privilégier la consommation de produits céréaliers complets ou semi-complets afin de garantir un apport en sélénium pour les végétariens et végétaliens ;
- la consommation de deux noix du Brésil par jour permet un apport de 70 µg environ de sélénium ce qui correspond à la quantité journalière recommandée pour un adulte.

### **II.1.2.3 Analyse des compléments alimentaires s'adressant aux végétariens et végétaliens**

La troisième partie du questionnaire réalisé s'intéresse aux compléments alimentaires pris par les végétariens et végétaliens. Parmi les compléments alimentaires cités, certains sont des compléments alimentaires utilisés pour pallier d'éventuelles carences nutritionnelles et d'autres sont utilisés en phytothérapie (Tableau 43).

D'après ces informations, l'utilisation des compléments alimentaires est courante chez les végétariens et végétaliens. On remarque que tous ces compléments ne sont pas forcément végétaliens.

Domaine	Exemples
Micronutrition	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vitamines : Vitamine D (Vegetology vitamine D ®, Vitashine ®, Vitamine D3 vegan ®), Vitamine B12 Solgar ®,</li> <li>• minéraux et oligo-éléments : Fer (Gentle Iron Solgar ®, Fer + vitamine C liposomale, Floradix ®), Calcium (Calcium vegan), Sélénium, Magnésium (Magnésium marin + Vit B6), Iode (Kelp 250 comprimés Solgar ®)</li> <li>• protéines en poudre de riz, de pois, protéine whey, acides aminés,</li> <li>• oméga 3 : EPA et DHA en compléments, Testa ® (oméga-3 issus d'huile d'algue), Elteans ®, Opti 3 ®</li> <li>• complexes multivitaminés : Veg1 ®, Vegvit ®, Beroca cp effervescent ® (vitamine C 500 mg, Magnésium 100 mg, vitamines B1 15 mg, B2 15mg, B6 10 mg, B12 10 µg, B3 50 mg, B5 23 mg, B8 150 µg, B9 400 µg, calcium 100 mg, zinc 10 mg). Le lactose est seulement présent dans la forme comprimé mais pas dans la forme effervescente.</li> <li>• Metarelay comprimés ou sachets ® (glycérophosphate de magnésium (900 mg), taurine, vitamine D, et vitamines B actives)</li> </ul>
Grossesse	Elevit Vitamine B9 ®, Deva prénatal ® (vegan) Les deux compléments contiennent de la vitamine A.
Phytothérapie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigne rouge : troubles de la circulation veineuse</li> <li>• Harpagophytum, Curcuma : propriétés anti-inflammatoires</li> <li>• Ginkgo biloba : améliore la microcirculation, agit sur la sénescence</li> <li>• Levure de bière : riche en vitamines du groupe B, renforcement des phanères</li> <li>• Psyllium : régulation du transit, lutte contre la constipation</li> <li>• Ortie : minéralisante, riche en calcium, fer, magnésium, vitamine C</li> <li>• Ginseng : tonique général</li> <li>• Algues : Chlorelle, Spiruline, Klamath : vitamines B, C, protéines, fer</li> <li>• Acérola : source naturelle de vitamine C</li> </ul>
Chirurgie bariatrique	• Compléments de la gamme Barinutrics ®
Ostéoporose	• Ergyosteo ® (calcium, vitamine D3, Zinc, vitamine C, vitamine E)
Autres	<ul style="list-style-type: none"> <li>• probiotiques : restauration de la flore intestinale,</li> <li>• complément alimentaire à visée antioxydante (contre le stress oxydatif cellulaire).</li> </ul>

Tableau 43 : Compléments alimentaires utilisés par les participants au questionnaire

### II.1.3. Les substituts aux produits animaux – adaptation des recettes occidentales en recettes végétaliennes

#### II.1.3.1 Les « substituts » à la viande

Afin de garantir un apport suffisant en protéines, les végétaliens/riens doivent consommer des produits dérivés végétaux riches en protéines. La liste suivante donne un aperçu des produits disponibles dans les supermarchés. Il existe également des produits nommés « simili-carné » qui imitent la viande mais n'en contiennent pas.

#### Les produits issus du soja

Comme nous l'avons expliqué précédemment, le soja est une légumineuse riche en protéines, les produits dérivés du soja sont donc une excellente source de protéines pour les végétariens et les végétaliens. Le tofu, les protéines texturées de soja sont un exemple de produits dérivés issus du soja. Les produits non fermentés à base de soja ont généralement un goût neutre, ils nécessitent un assaisonnement ou une marinade pour être préparés.

Il est possible de fabriquer du tofu maison, à partir de boisson au soja que l'on réchauffe et auquel on rajoute un coagulant. Le mélange est ensuite filtré : la partie liquide correspond à la boisson au soja (la faire bouillir pour enlever la mousse et diminuer l'amertume) et la partie solide est ensuite égouttée et pressée dans un moule pour obtenir une brique de tofu. L'ajout de vinaigre, de jus de citron ou de nigari à du lait végétal chaud permet de cailler le mélange (coagulation des protéines) et cette méthode peut être utilisée pour réaliser des préparations végétales similaires à des fromages.

## **Le seitan**

Inventé en Asie et traditionnellement utilisé depuis des siècles, le seitan se compose essentiellement de gluten. Il est fabriqué à partir de la farine de blé. La farine est rincée avec de l'eau afin de séparer le gluten de l'amidon et du son. La pâte obtenue est ensuite mise à reposer et généralement pressée, puis cuite dans de l'eau ou un bouillon. Très riche en protéines et imitant la texture de la viande, le seitan peut remplacer la viande dans de nombreuses préparations.

## **Le fruit du jaquier**

Le fruit du jaquier est un fruit riche en amidon. Avant d'atteindre une maturité complète, la consistance de la pulpe ressemble à de la viande de poulet, il peut donc être utilisé dans de nombreuses recettes (curry de fruit du jaquier, galette de viande, ...). Le fruit du Jaquier en saumure est récolté non mûr, puis coupé en petits morceaux et cuit, ensuite il est conservé dans des boîtes en conserve et peut être utilisé pour imiter la viande. Ce fruit peut également être utilisé dans des desserts (sorbets, purée, salades de fruits, ...).

## **Les simili-carnés, les simili-poissons**

Ces nouveaux produits industriels se trouvent facilement en supermarché. L'alimentation « vegan » et « healthy » a le vent en poupe et les industriels l'ont bien compris : ils proposent de nombreuses alternatives végétalienne/rienne à la viande nommés « simili-carnés ». Ces préparations imitant la viande présentent l'avantage d'être prête à l'emploi. Parmi les simili-carnés, on trouve le steak végétal, les saucisses végétales, les cordons bleus végétaux, les nuggets végétaux, le « faux-gras » (fois-gras végétal), le « salmon » (saumon végétal), le poisson pané végétal...

Le steak végétal produit par l'entreprise californienne Impossible Food depuis 2016 cherche à lui conférer les caractéristiques d'un steak de bœuf grâce à l'utilisation de la léghémoglobine. La léghémoglobine est une protéine qui ressemble à la myoglobine animale renfermant également une structure d'hème avec du fer en son centre. Elle se trouve dans les nodules de nombreuses légumineuses, ce qui leur donne une couleur rouge vif à l'intérieur. Les nodules de soja se forment en réaction à la présence de la bactérie symbiotique *Bradyrhizobium japonicum*. Au sein de la plante la léghémoglobine lui permet de fixer l'azote qui se trouve dans l'air. Cependant, la léghémoglobine utilisée dans les burgers est produite grâce à une levure génétiquement modifiée qui contient la séquence ADN permettant au soja de fabriquer la protéine. La léghémoglobine donne parait-il à l'Impossible Burger l'apparence, l'odeur et la saveur du bœuf. (115)

## **La saveur umami**

Les plats composés de viande, salés comportent une saveur nommée umami. Afin de recréer des plats végétaliens avec cette saveur umami, il faut les agrémenter d'épices et condiments : la sauce soja, le miso, ....

### **II.1.3.2 Les « substituts » aux œufs**

Les œufs peuvent facilement être remplacés dans les préparations culinaires par d'autres ingrédients. Ainsi de nombreuses recettes peuvent être transposées dans le régime végétalien. La liste ci-dessous n'est pas exhaustive mais présente des alternatives aux œufs. (116)

## **Aquafaba**

L'eau de cuisson des pois-chiches, aussi appelée aquafaba permet d'obtenir la texture des blancs en neige et de réaliser par exemple des mousses au chocolat, des meringues, des macarons. Il suffit récupérer l'eau de cuisson des pois-chiches et les battre avec un fouet ou un batteur électrique. La mousse obtenue est ferme et a un goût neutre. Les préparations dans lesquelles elles sont introduite ensuite doivent cuire plus longtemps et à plus faible température.

## **Les graines de chia ou les graines de lin moulues (117)**

Au contact de l'eau, les graines de chia et les graines de lin moulues produisent un liquide visqueux, le mucilage qui permet d'imiter la texture des œufs dans une préparation. Les graines de lin doivent être moulues extemporanément pour éviter leur oxydation. Il faut compter environ 2 cuillères à café de graines pour 30mL de liquide (eau, lait végétal) et laisser reposer 10 minutes.

## **Les féculs de pomme de terre ou de maïs**

Les féculs de pommes de terre ou de maïs permettent d'obtenir l'effet épaississant des œufs dans les préparations. Il peut être astucieux de rajouter un peu de farine de lupin, de soja ou de pois chiches aux préparations en remplaçant  $\frac{1}{4}$  de la farine totale par celle-ci pour obtenir une coloration jaune.

## **L'agar-agar (118)**

L'agar-agar est un puissant gélifiant naturel, il se compose de deux polysaccharides (l'agarose et l'agaropectine). Le plus souvent sous forme de poudre blanche, il est obtenu à partir de certaines espèces d'algues rouges ayant subi plusieurs étapes de traitement (hachage de l'algue séchée, ébullition dans de l'eau avec un acide, filtrage du liquide chaud, neutralisation avec un agent alcalin, congélation, décongélation puis déshydratation permettant de perdre la coloration et l'arrière-goût de l'algue). L'agar-agar peut remplacer la gélatine qui est d'origine animale.

L'agar-agar permet ainsi d'apporter la texture voulue à de nombreux dessert : crèmes, verrines, terrines, confitures. Il est souvent utilisé par les industriels et peut être mentionné par le nom E406 sur les étiquettes.

## **Le sel noir**

Le sel noir aussi appelé sel de l'Himalaya a une odeur soufrée qui peut être utilisée pour remplacer l'odeur des œufs durs ou cuits en l'ajoutant aux préparations.

## **Autres substituts à visée épaississante**

La compote de pomme, la banane écrasée ou la purée de légume dans les préparations salées ou sucrées peuvent remplacer les œufs.

Les purées d'oléagineux (amandes, noix de cajou, sésame, ...) ajoutés à 45mL de liquide, permettent de remplacer les œufs dans les préparations desserts tels que cookies, biscuits muffins, cakes, pâtes à tartes. Il faut prendre en compte leur goût qui peut être prononcé.

## **Le tofu soyeux et les crèmes végétales**

Le tofu soyeux et les crèmes végétales permettent d'obtenir des textures plus moelleuses et crémeuses dans les préparations.

## **Les substituts d'œufs**

Des préparations du commerce imitent la texture des œufs. Il existe des poudres à base de farine d'algues, cellulose, gomme gellane, lactate de calcium (source végétale), levure maltée, sel noir Kala Nama (odeur soufrée qui rappelle celle de l'œuf) notamment. Il faut les mélanger à un certain volume d'eau puis soit les faire cuire comme des œufs brouillés soit à elles peuvent être utilisées comme liant dans la préparation de gâteaux.

### **II.1.3.3 Les « substituts » aux produits laitiers (119)**

#### **Les boissons végétales**

La dénomination « lait » est définie par la réglementation européenne comme « le produit provenant de la traite de vaches ». La réglementation française précise que tout lait provenant d'une race laitière autre que la vache doit être désigné par la dénomination « lait » suivi du nom de l'espèce animale : « lait de chèvre », « lait de brebis »... (120) Seules les dénominations « lait de coco » ou « lait d'amande » sont autorisées car ces deux boissons sont soumises aux obligations relatives aux produits d'alimentation courante. Les autres boissons d'origine végétale sont improprement appelées « laits » : ce sont en fait des jus. (120)

Une grande variété de boissons végétales existe, à base de :

- légumineuse : soja ;
- oléagineuses : amande, noisette, sésame et noix de coco ;
- céréales : riz, avoine, épeautre, millet ;
- chénopodiacées : quinoa ;
- fagacées : châtaigne.

La composition nutritionnelle des laits animaux et des boissons végétales n'est évidemment pas la même.

#### **Les fromages vegans**

Les fromages vegans sont élaborés à partir des oléagineux (noix de cajou, amandes, ...) ou bien à partir de tofu ou de graine de lupin. Les fromages végétaux arrivent à reproduire la texture et le goût de fromages à pâte molle ou dure. Le tofu lacto-fermenté a une texture proche de la feta. Le parmesan vegan est simplement réalisé en mixant des noix de cajou grillées, des amandes mondées, de la levure maltée, des graines de sésame et un peu de sel. Les fromages frais peuvent être élaborés à partir de tofu. L'ajout de vinaigre, de jus de citron ou de nigari à du lait végétal chaud permet de cailler le mélange (coagulation des protéines) et cette méthode peut être utilisée pour réaliser des fromages végétaux.

#### **Le beurre**

Il peut être remplacé par des margarines végétales, des huiles végétales ou des purées d'oléagineux.

#### **Crèmes végétales et yaourt végétaux**

Actuellement, une grande variété de crèmes végétales et de yaourts végétaux existe. Ils réalisés à partir de soja, riz, avoine, amande de noix de coco notamment.

#### II.1.4. L'intérêt des algues dans l'alimentation végétarienne et végétalienne

Les algues représentent un marché en plein expansion, elles sont de plus en plus consommées chez les personnes suivant un régime végétalien mais également au sein de la population générale. En Asie, depuis des milliers d'années, les algues sont utilisées en médecine traditionnelle et comme source de nourriture. Les Japonais consomment en moyenne 10 g d'algues sèches par jour. En France, l'utilisation traditionnelle correspond seulement à l'utilisation indirecte en Bretagne d'algues pour ses vertus gélifiantes. Le « pioca » (*Chondrus crispus*) ramassé sur la plage, sert à la préparation de flans. (121)

Les grandes algues (macroalgues) sont intéressantes pour leurs qualités nutritionnelles en macro et micro-nutriments. Il existe trois types d'algues en fonction des pigments qu'elles renferment : les algues rouges, les algues brunes et les algues vertes.

Les microalgues sont en fait des cyanobactéries assemblées. Leur composition nutritionnelle est très variable et dépend du milieu dans lequel elles sont cultivées. Elles présentent la particularité d'être plus riches en protéines et en lipides que les macroalgues. Elles sont aussi exploitées pour leur richesse en pigments d'intérêt, le bêta carotène notamment.

Une cinquantaine d'algues sont consommées dans le monde et les plus courantes en France dans le commerce sont les algues représentées ci-dessous.



Figure 38 : Principales macro- et microalgues alimentaires en France (spiruline, dulse, laitue de mer, wakame atlantique, haricot de mer, kombu roya, wakame, nori et chlorelle). (121)

#### Utilisation des algues

La consommation des algues peut se faire de plusieurs façons en France : en tant qu'aliment, sous forme de compléments alimentaires et en tant que médicament.

Sous forme d'aliment, les algues sont retrouvées sous forme brutes, en tartines, dans des condiments, dans des thés et tisanes et également dans des pâtes, des salades, des conserves de poissons, des soupes, biscuits, boissons et produits sucrés. Par exemple, l'algue rouge nori est utilisée pour la fabrication des sushis, elle est séchée puis transformée en fines feuilles pour cela. Elle peut aussi se consommer sous forme de paillettes à saupoudrer sur les plats de légumes ou de salade. Les feuilles peuvent être simplement dégustées assaisonnées de sauce soja, piment ou sésame.

La spiruline et la chlorelle sont des microalgues et se retrouvent dans la composition de compléments alimentaires.

Enfin, la poudre de thalle séché de *Fucus vesiculosus* est utilisée comme « adjuvant de régime alimentaire hypocalorique pour favoriser la perte de poids chez l'adulte en surpoids et après avis médical ». La posologie correspondante est de 260 mg/jour pour une durée de traitement ne dépassant pas 10 semaines sans avis médical. La dose d'iode apportée via ce

procédé est de l'ordre de 100 µg/jour. Cette algue séchée entre également dans la composition de tisanes à visée amaigrissante à des posologies plus faibles et en tant que traitement de courte durée de la constipation. Les algues sont également largement utilisées pour l'extraction de carraghénanes (agents gélifiants utilisés dans l'industrie pharmaceutique et agro-alimentaire) et l'alginate de sodium (utilisé en tant que pansement gastrique). (75)

### **Qualité nutritionnelle des algues**

Les algues présentent l'avantage d'être riches en protéines, en vitamines (provitamine A, vitamine C, B9, K1), minéraux et oligo-éléments, en eau (au moins 80 % du poids frais), en acides gras oméga-3, oméga-6 pour certaines et en composés anti-oxydants. Mais, sous forme sèche, les algues sont les aliments qui présentent en moyenne la concentration la plus élevée en iode.

### **Fibres**

Les algues synthétisent une quantité importante de fibres leur permettant de garder l'eau à l'intérieur de leurs cellules et de rester intactes durant les phases de marée basse sans se dessécher. La consommation de 50 grammes d'algues fraîches permet ainsi d'apporter de 4 à 5 g de fibres selon les algues.

### **Minéraux et oligo-éléments**

Tout d'abord, les algues présentent la particularité d'avoir une teneur en iode exceptionnelle. Pour un adulte l'apport conseillé est de 150 µg/jour et la limite supérieure de sécurité est fixée à 600 µg/jour.

Dans études ont évalué la prise alimentaire d'iode dans les pays grands consommateurs d'algues. Les Japonais en consomment entre 1000 et 3000 µg/jour, pour les Coréens là aussi la consommation est très forte elle est estimée à 479 µg/jour en moyenne (66 % de l'iode est apporté par les algues, 11 % par les produits laitiers et 9 % par le poisson). (121) Dans la littérature de rares cas d'hyperthyroïdie ont été rapporté à la suite de la consommation excessive d'algues. Un cas concerne une patiente aux Pays Bas ayant consommé des compléments alimentaires à base d'algue dans le but de perdre du poids, une hyperthyroïdie s'est développée chez cette patiente en l'espace de 2 mois et s'est résorbée spontanément après l'arrêt du complément alimentaire. (121) Chez les Japonais, la consommation de plus de 28 000 µg/jour d'iode via le kombu engendrait des cas d'hyperthyroïdisme induit par l'iode. Néanmoins, il s'agit de cas isolés et il faut souligner cet atout indéniable de l'apport en iode via les algues en regard des risques liés à une déficience en iode.

Les algues présentent des teneurs élevées en calcium, fer et magnésium selon les espèces comme le montre le tableau ci-après. La biodisponibilité du fer dans l'algue rouge a été étudiée chez le rat. L'apport de fer non héminique via l'algue nori est plus faible que le témoin (sulfate de fer) mais équivalent aux aliments enrichis sous forme de pyrophosphate de fer ou d'orthophosphate ferrique. (121) Les algues vertes et brunes ainsi que le maerl (algue calcaire *Lithothamnium calcareum*) sont riches en magnésium. Ainsi 7 grammes de maerl ou de laitue de mer déshydratée contribuent respectivement à 50 et 38 % des apports recommandés chez l'adulte pour la journée en magnésium. (121)

D'autres minéraux sont également présents dans les algues : le sodium, le potassium, le soufre, le cuivre, le phosphore, le zinc et le sélénium. Les sels minéraux sont principalement présents à 50 % sous forme de chlorures. La valeur en sodium est généralement supérieure à celle des plantes terrestres. Cependant, le ratio Na/K est très bas et donc favorable en

alimentation humaine. Grâce à ce ratio bas, les algues sont mises à profils pour réduire le sel dans les produits alimentaire et pour développer des extraits d'algues comme substituts au sel de table. (121)

### **Protéines**

En ce qui concerne les protéines, les microalgues présentent des concentrations plus importantes que les macroalgues. En effet, cette concentration peut atteindre 70% de la matière sèche pour la spiruline et 48% en moyenne pour la chlorelle. Des études sur les rats montrent que l'efficacité des protéines des microalgues est très bonne (par comparaison avec la caséine) mais peut varier en fonction des procédés de séchage utilisés. La lyophilisation entraîne des pertes plus faibles de protéines par rapport aux autres méthodes (atomisation, séchage infra-rouge). (121) La teneur en protéines des macroalgues est beaucoup plus faible L'algue rouge nori est la plus riche en protéines avec une teneur moyenne de 30 % dans la matière sèche. (121) La plupart des macro-algues contiennent toutes les acides aminés essentiels et sont une source importante d'acide aminés acides : acides aspartique et acide glutamique (agissant comme exhausteur de goût). (121)

### **Lipides**

La teneur lipidique des macroalgues est très faible de 1 à 3 % de la matière sèche alors que celle des microalgues est beaucoup plus élevée et peut atteindre entre 1 et 40 % voire 85 % en fonction des conditions de culture. (121) Les chlorophycées comme la chlorelle contiennent des AGPI oméga 3, elle contient entre 14 et 20 % d'acide linoléique ALA par rapport aux acides gras totaux pour une fraction lipidique totale d'environ 12 %. Les cyanobactéries comme la spiruline contiennent plutôt des AGPI oméga-6, elle contient de l'acide gamma linoléique à hauteur de 20 à 25 % de la fraction lipidique totale. Récemment, des extraits huileux d'algues ont été autorisés sur le marché pour leur importante teneur en DHA. L'avantage des huiles extraites des algues est qu'elles contiennent davantage de squalène et de phytostérols et moins de cholestérol que les huiles de poisson.

### **Effets bénéfiques pour la santé**

Des études épidémiologiques ont montré la faible prévalence de certaines maladies dans les régions fortement consommatrices d'algues avec une faible prévalence pour les maladies coronariennes et certains cancers (sein, côlon et prostate). Cela peut s'expliquer par la présence de composés bioactifs car en effet les algues produisent beaucoup de métabolites secondaires (polyphénols de type phlorotannins, caroténoïdes, vitamines) en réponse à un nombre important de pressions environnementales. (121)

**Tableau 2** Contribution de 7 g d'algues séchées aux apports journaliers recommandés (source CEVA, 2016 et Ciqual, 2016).

	AJR		Kombu royal blanchi		Wakame		Wakame atlantique		Haricot de mer		Laitue de mer	
	Teneur	% AJR/7 g	Teneur	% AJR/7 g	Teneur	% AJR/7 g	Teneur	% AJR/7 g	Teneur	% AJR/7 g	Teneur	% AJR/7 g
<i>Pour 7 g algues séchées</i>												
Potassium (mg)	2000	81,5	4,1	611,3	30,6 <sup>b</sup>	337,1	16,9 <sup>a</sup>	577,8	28,9 <sup>b</sup>	167,8	8,4	
Magnésium (mg)	375	84,7	22,6 <sup>a</sup>	63,7	17,0 <sup>a</sup>	67,6	18,0 <sup>a</sup>	52,8	14,1	140,7	37,5 <sup>b</sup>	
Calcium (mg)	800	110,6	13,8	57,5	7,2	76,0	9,5	52,3	6,5	64,6	8,1	
Iode (mg)	0,15	3,7	2467 <sup>b</sup>	2,6	1733 <sup>b</sup>	2,7	1800 <sup>b</sup>	0,5	333 <sup>b</sup>	1,2	800 <sup>b</sup>	
Fer (mg)	14	0,9	6,4	0,8	5,4	2,1	15,0 <sup>a</sup>	0,1	0,8	1,0	7,2	
Manganèse (mg)	2	0,0	0	0,0	2,5	0,1	6	0,2	7,5	0,1	6,5	
Provitamine A (µg)	800	70,4	8,8	1,1	0,1	11,7	1,5	37,3	4,7	11,7	1,5	
Vitamine C (mg)	80	0,1	0,1	0,7	0,9	0,0	0	3,2	4	0,1	0,1	
Vitamine B9	200	6,4	3,2	17,4	8,7	26,5	13,3	6,1	3,1	1,2	0,6	
Vitamine B12 (µg)	2,5	0,2	8,0	0,2	6,3	0,1	3,9	0,1	2,8	0,3	12,0	
Vitamine K1 (µg)	75	67,7	90,3 <sup>b</sup>	23,8	31,7 <sup>b</sup>	61,0	81,3 <sup>b</sup>	23,4	31,3 <sup>b</sup>	0,6	0,8	
	AJR	Dulse	Nori	Maërl	Spiruline	Chlorelle						
<i>Pour 7 g algues séchées</i>												
Potassium (mg)	2000	419,5	21,0 <sup>a</sup>	121,3	6,1	6,4	0,3	95,2	4,8	69,5	3,5	
Magnésium (mg)	375	14,8	3,9	34	9,1	186	49,6 <sup>b</sup>	39,2	10,5	25,1	6,7	
Calcium (mg)	800	17,9	2,2	22,3	2,8	2131	266,4 <sup>b</sup>	34,1	4,3	25,7	3,2	
Iode (mg)	0,15	0,1	67 <sup>b</sup>	0,4	267 <sup>b</sup>	0,5	333 <sup>b</sup>	0	0	0	0	
Fer (mg)	14	1,5	10,5	2,6	18,6 <sup>a</sup>	10,1	72,1 <sup>b</sup>	5,6	40,0 <sup>b</sup>	14,2	101,4 <sup>b</sup>	
Manganèse (mg)	2	0,6	29,8 <sup>a</sup>	0,3	15,0 <sup>a</sup>	1,2	60,0 <sup>b</sup>	0,3	15,0 <sup>a</sup>	0,2	10,0	
Provitamine A (µg)	800	18,1	2,3	326	40,8 <sup>b</sup>	nd		2058	257,3 <sup>b</sup>	3150	393,8 <sup>b</sup>	
Vitamine C (mg)	80	0,1	0,1	4	5	nd		0,8	1	5,3	6,6	
Vitamine B9	200	15,8	7,9	1,5	0,8	nd		4,2	2,1	107,2	53,6 <sup>b</sup>	
Vitamine B12 (µg)	2,5	0,3	10,2	2,7	108 <sup>b</sup>	nd		16,5	660 <sup>b</sup>	26,9	1076,0 <sup>b</sup>	
Vitamine K1 (µg)	75	30,0	40,0 <sup>b</sup>	nd	nd	nd		53,2	70,9 <sup>b</sup>	93,8	125,1 <sup>b</sup>	

<sup>a</sup> > 15 % AJR/7 g.

<sup>b</sup> > 30 % AJR/7 g.

**Tableau 44** : Contribution de 7 g d'algues séchées aux apports journaliers recommandés (121)

La portion journalière de 7 g d'algue est considérée comme une quantité moyenne et raisonnable d'algues prise comme référence dans les publications. Le Tableau 44 représente les teneurs en minéraux, vitamine pour une portion de 7 g d'algue et les mets en relation avec les apports journaliers recommandés.

### Avis de l'ANSES relatif au risque d'excès d'iode lié à la consommation d'algues

En juin 2018, l'ANSES a émis un avis concernant le risque d'excès d'apport en iode lié à la consommation d'algues dans les denrées alimentaires (aliments, aliments enrichis et compléments alimentaires). Une trentaine de plantes sont concernées : des algues et des microalgues (cyanobactéries et algues microscopiques, assimilées aux « algues » par le public). (75)

### Conseils et conclusion

Les macro-algues ne présentent pas de danger pour la santé car dans l'état actuel des connaissances aucune macroalgue alimentaire n'est toxique. Cependant, leur teneur en iode est à prendre en compte. En particulier, l'algue brune kombu royal (*Saccharia latissima*) qui a une teneur en iode très forte. Il apparaît donc être important de varier les apports d'algue et de réguler sa consommation pour ne pas entraîner de risque d'excès. Comme le montre le Tableau 44, 7 g de dulse couvrent 67 % des apports recommandés journaliers en iode tandis que 7 g de kombu royal blanchi en couvrent plus de 2 400%.

Dans son rapport de juin 2018, l'ANSES recommande aux consommateurs réguliers de produits alimentaires à base d'algue de privilégier les denrées dont la teneur en iode est faible. Il s'agit des produits saumurés ou soumis à un traitement thermique tel que l'appertisation (conserves et bocaux). (75)

D'autre part, la consommation d'algue doit se faire avec prudence chez les personnes présentant une pathologie thyroïdienne, et avec certains médicaments des interactions sont possibles (les antithyroïdiens de synthèse, les traitements au lithium, l'amiodarone, les

anticoagulants, l'administration d'iode radioactif, les médicaments entraînant une insuffisance rénale fonctionnelle comme les diurétiques, les anti-inflammatoires non-stéroïdiens, les inhibiteurs de l'enzyme de conversion). (75) L'iode et la vitamine K1 contenues dans les algues sont à l'origine des interactions cités.

La spiruline est une microalgue responsable de réaction d'hypersensibilité immédiate lors de sa consommation. L'allergène moléculaire identifié est la phycocyanine. Lorsqu'une allergie est survenue suite à une consommation de spiruline, la consommation ultérieure de spiruline ou de toute autre microalgue contenant cet allergène ou un homologue est contre-indiquée. (75)

Les algues peuvent présenter des contaminants à l'état de trace (cadmium, arsenic, mercure, plomb, étain, produits phytosanitaire, toxines marines, toxines de cyanobactéries). Une réglementation européenne ou nationale fixe la teneur maximale de chaque contaminant pour les produits à base d'algues destinés à la consommation humaine. (75) La réglementation française impose une teneur maximale de 2 000 µg d'iode par gramme d'algue séchée vendue dans le commerce. L'ANSES recommande de privilégier les circuits d'approvisionnement les mieux contrôlés par les pouvoirs publics (conformité à la réglementation française, traçabilité, identification du fabricant) pour tous les aliments et les compléments alimentaires à base d'algue. (75)

Le blanchiment des algues rapide à 90°C permet de réduire la teneur en métaux lourds ainsi qu'en iode. Une macération de l'algue dans l'eau tiède permet de réduire de 50 à 90 % la teneur initiale en iode. (121)

La consommation régulière 1 à 2-3 fois par semaine d'algue apparaît intéressante dans les régimes végétariens et végétaliens permettant l'apport d'iode (élément pouvant être en défaut), de protéines, de fer, de calcium, d'acides gras oméga-3 et d'autres micronutriments. La consommation journalière doit être faite avec prudence en raison de l'apport d'iode qui peut devenir trop important, dans ce cas une analyse biologique peut être faite pour vérifier que le patient ne soit pas en excès.

### **II.1.5. Les allégations nutritionnelles**

Les allégations nutritionnelles sont des mentions, images ou symboles sur les étiquettes ou dans la publicité valorisant les denrées alimentaires pour leurs propriétés nutritionnelles ou pour leurs effets sur la santé. (122)

Une réglementation européenne a vu le jour en 2006 afin d'harmoniser les règles concernant l'utilisation des allégations nutritionnelles ou de santé au sein des états membres de l'Union Européenne : le règlement (CE) n°1924/2006. Le règlement s'applique à l'ensemble des communications commerciales portant sur les denrées alimentaires (packaging, publicité, etc.). Il vise à protéger les consommateurs ainsi que la concurrence loyale entre les opérateurs du secteur alimentaire en assurant une information vraie, fondée sur des preuves scientifiques examinées par l'EFSA.

Les allégations nutritionnelles répondent à deux principes : l'appartenance à une liste positive la CEDAP (Commission interministérielle d'étude des produits destinés à une alimentation particulière) et la demande d'autorisation préalable lorsque l'allégation voulue par l'industriel ne figure pas sur la liste positive.

Il existe deux types d'allégations définies par des articles de lois.

## Les allégations nutritionnelles quantitatives

Les allégations nutritionnelles quantitatives apportent des informations relatives aux quantités de nutriments, énergétiques ou non, présents dans un produit alimentaire. (122) Ce type d'allégation répond à une législation bien précise : « riche en protéines » par exemple signifie que la teneur en protéines de l'aliment est supérieure à 20 g pour 100 g ou 10 g pour 100 ml ou à 10 % pour 100 kcal.

## Les allégations santé

Les allégations santé décrivent le rôle dans l'organisme d'un nutriment ou d'une substance contenue dans un aliment ou bien le lien entre le nutriment et la modification d'un paramètre biologique, mais sans faire référence à la maladie, par exemple « le calcium est nécessaire à une ossature normale ».

Les allégations santé font l'objet d'un dossier de validation sauf si elles appartiennent à la liste CEDAP. Les justifications apportées sont basées sur des données bibliographiques et/ou des résultats d'études cliniques spécifiques et sont évaluées par une autorité compétente l'AESA (Autorité européenne de sécurité des aliments). Un dossier de demande d'autorisation doit être construit et examiné par la DGCCRF (Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes) en France qui les transmet ensuite à l'AESA.

Il existe également trois sous-types d'allégation santé régis par différents articles du règlement européen.

Premièrement, les allégations santé « génériques » de l'article 13 concernent le rôle d'un nutriment ou d'une substance dans la croissance, dans le développement et dans les fonctions de l'organisme, y compris les fonctions psychologiques et comportementales, et les allégations relatives au contrôle du poids, l'amaigrissement, la réduction de la sensation de faim, l'accentuation de la sensation de satiété ou la réduction de la valeur énergétique du régime alimentaire. Certaines allégations reposent sur données généralement admises telles que « le magnésium contribue à réduire la fatigue », d'autres reposent sur des données scientifiques nouvellement établies et/ou sur des données relevant de la propriété exclusive du demandeur. (123)

Deuxièmement, les allégations de santé relevant de l'article 14.1a sont relatives à la réduction d'un risque de maladie, par exemple « les stanols végétaux réduisent le taux de cholestérol sanguin qui est un facteur de risque de maladie cardiaque coronarienne ».

Enfin, les allégations santé relevant de l'article 14.1b, concernent le développement et la santé des enfants, par exemple « les acides gras essentiels sont nécessaires à la croissance et au développement normal des enfants ».

Les allégations qui indiquent, suggèrent ou impliquent qu'une relation existe entre un aliment, un nutriment ou une autre substance et une maladie (« allégation thérapeutiques ») ne sont pas autorisées au sein de l'Union Européenne, exemple : « soigne l'ostéoporose », « limite les risques de cancer ». Seulement certaines allégations qui portent sur la réduction d'un facteur de risque sont autorisées mais pas celles qui décrirait la prévention d'une maladie. (122) De plus, une allégation de réduction de risque doit être accompagnée de l'indication selon laquelle la maladie en question est multifactorielle. Néanmoins, cette ouverture est très importante et traduit tout le poids donné à l'alimentation en matière de santé.

4 637 allégations de santé génériques ont été évaluées par l'AESA, seulement 229 ont été retenues. Les allégations concernant les usages traditionnels de plantes sont en attente pour

savoir si la méthode d'évaluation habituellement employée peut être appliquée ou non dans ce cas. Les allégations concernant les micro-organismes (probiotiques) et les denrées alimentaires ayant des propriétés antioxydantes ont été rejetées. (123)

## II.2. Situations physiologiques particulières

Dans certaines situations physiologiques, il est important d'évaluer l'impact d'un régime végétarien ou végétalien. En effet au cours de la grossesse, de l'allaitement, de la croissance de l'enfant mais également chez la personne âgée, les besoins nutritionnels sont différents de chez l'adulte sain. Nous allons voir les besoins spécifiques associés à chacune de ces situations et quelles sont les mesures nutritionnelles à mettre en place pour éviter tous troubles liés à des carences.

Le docteur Bernard Pellet, nutritionniste spécialisé dans l'alimentation végétalienne, propose dans sa pratique de réaliser le bilan biologique suivant : (124)

- dosage direct de la **vitamine B12** dans le sang mais pas forcément fiable, le dosage de l'**acide méthylmalonique urinaire** est plus sensible (plus facile à doser que dans le sang) : si le taux est trop élevé cela montre la carence en vitamine B12. Si le taux est bas, il n'y a pas de carence en vitamine B12 ;
- dosage de la vitamine D ;
- NFS (Numération de la formule sanguine) et ferritinémie ;
- dosage des omégas 3 à chaîne longue (non remboursé, très cher) ;
- aperçu sur le métabolisme du calcium : dosage de la PTH, calciurie des 24h ;
- iodurie des 24h (non remboursé) ;
- zinc sérique (non remboursé) : examen pas très fiable encore.

Un suivi médical plus rapproché est proposé dans ces situations physiologiques.

### II.2.1. La femme enceinte et allaitante

Le questionnaire réalisé a permis de mettre en évidence que près de 80 % des végétariens et végétaliens sont des femmes et parmi elles 41,30 % avaient entre 26 et 40 ans ce qui correspond à la période moyenne des femmes enceintes en France. La grossesse et l'allaitement sont donc des situations physiologiques présentes au sein de la population végétarienne et végétalienne. Une revue de la littérature datant de 2015 montre les régimes végétariens et végétaliens au cours de la grossesse sont considérés comme sans risque particulier pour la mère et le nouveau-né lorsqu'ils sont bien menés. La grossesse doit néanmoins être suivie et une attention particulière doit être portée sur certains micronutriments : la vitamine B12 et le fer principalement. (125)

La grossesse est une situation physiologique où les besoins nutritionnels sont modifiés. Les adaptations physiologiques pendant la grossesse sont encore mal connues. Il n'est pas conseillé, excepté en cas de prise de poids excessive d'intervenir sur la quantité d'énergie spontanément consommé par la femme enceinte. En effet, les besoins énergétiques augmentent progressivement : au premier trimestre (70 kcal/jour), au deuxième (260 kcal/jour) et au troisième trimestre (500 kcal/jour). L'augmentation est de 500 kcal/jour au cours de l'allaitement exclusif. (19) Un apport énergétique insuffisant entraîne la production de corps cétoniques qui sont délétères pour le développement cérébral du fœtus, pouvant entraîner un retard de croissance intra-utérin avec un faible poids de naissance.

En ce qui concerne les micronutriments, la vitamine B9, la vitamine D, le fer et l'iode sont des éléments à surveiller au cours de la grossesse. Leur carence peut entraîner de graves conséquences sur le fœtus. D'autres nutriments comme le calcium et le zinc sont également importants.

### **Apport en protéines**

Les besoins en protéines sont plus importants au cours de la grossesse. L'ANSES a fixé la limite basse de l'apport en protéines à 12 % chez la femme enceinte. Les apports peuvent donc être augmentés de 0,1 g/kg par jour pour les femmes enceintes (RNP de 0,83 à 1 g/kg/jour) et de 0,3 g/kg par jour (RNP à 1,1 g/kg/jour) pour les femmes allaitantes.(106) Pour une femme de 60 kg, cela correspond à un apport de 47 g/jour au premier; 52 g/jour au deuxième et 61 g/jour de protéines au troisième trimestre, 60 g/jour au cours de la lactation.

Dans le cadre d'une alimentation végétarienne ou végétalienne équilibrée, les protéines végétales peuvent à elles seules répondre aux besoins nutritionnels d'un adulte. (64) Les recherches indiquent qu'un assortiment d'aliments végétaux consommés au cours d'une journée permet d'apporter tous les acides aminés essentiels et assurer une absorption et une utilisation appropriées de l'azote chez des adultes en bonne santé. Par conséquent, il n'est nullement besoin de consommer des protéines complémentaires dans un même repas. (64)

### **Apport en acides gras oméga-3**

L'EFSA recommande d'augmenter les apports de 100 à 200 mg de DHA pendant la grossesse et l'allaitement, afin de fournir au fœtus et au nourrisson les quantités de DHA nécessaire au bon développement de son cerveau et de ses yeux. Or, un apport supplémentaire en acide alpha-linolénique (ALA) ne semble pas suffisant pour augmenter le taux de DHA dans le sang des femmes enceintes. Ainsi, il peut être utile de prendre un complément alimentaire en DHA à raison d'environ 200 mg par jour. Cet apport modéré ne semble pas augmenter la fluidité du sang et donc le risque d'hémorragie lors de l'accouchement. (105)

### **Apport en vitamine B12**

Au cours de la grossesse, le taux sérique de vitamine B12 diminue physiologiquement mais chez la femme enceinte végétarienne ou végétalienne, la carence en vitamine B12 peut s'installer plus rapidement. Cette carence s'installe d'autant plus rapidement que le régime végétarien ou végétalien a été instauré tôt dans la vie de la jeune femme. En effet, on considère que les réserves en vitamine B12 dans le foie sont faites pour une période de 3 à 5 ans selon les individus. (64) La carence en vitamine B12 induit aussi une hyperhomocystéinémie en raison de la transformation de l'homocystéine en méthionine. L'élévation du taux d'homocystéine dans le sang est corrélée aux conséquences décrites ci-dessous. (108)

Chez la femme enceinte, la carence en vitamine B12 peut être responsable d'une anémie, d'hypertension artérielle gravidique, de pré-éclampsie, d'accouchement prématuré (risque augmenté d'environ 60%) et de retard de croissance intra-utérin. (64)

Une carence précoce maternelle et fœtale en vitamine B12 est responsable chez le fœtus d'un retard sévère de myélinisation du système nerveux et d'une atrophie cérébrale et peut augmenter le risque d'anomalie de fermeture du tube neural. Chez le nourrisson cette carence s'exprime de diverses manières : retard de croissance, irritabilité, anorexie, retard et régression du développement neurologique, hypotonie, coma, convulsions, pancytopénie

mégalo-blastique causée par le retard de synthèse de l'ADN. (64) Certains enfants traités souffrent néanmoins d'un retard mental (altérations neurologiques et cognitives) et staturo-pondéral à long terme : le pronostic à long terme dépend de la sévérité et de la durée de la carence en vitamine B12. Le traitement et la correction des carences chez les nouveau-nés et nourrissons peuvent résoudre les complications et guérir les symptômes mais des séquelles neurologiques et intellectuelles peuvent persister à long terme. (64)

Chez la femme enceinte végétarienne et végétalienne un dépistage systématique de la carence en vitamine B12 devrait être réalisé en post-conceptionnel ou lors du premier rendez-vous médical au cours de la grossesse. La carence en vitamine B12 sera corrigée pour rétablir un taux correct. Le traitement d'attaque correspond à une ampoule de vitamine B12 1 000 µg par jour pendant 15 jours à 1 mois. (108) En cas de suspicion de carence dans un contexte de régime végétalien ancien sans supplémentation, la cure d'attaque sera proposée car il n'y a pas de risque de surdosage. (108)

Au vu des conséquences neurologiques pouvant être irréversible sur l'enfant à naître, les femmes végétariennes et végétaliennes doivent se supplémenter en vitamine B12. La supplémentation consiste à l'administration de deux ampoules de vitamines B12 à 1000 µg par semaine. (108) La forme ampoule est adaptée aux végans alors que la forme comprimé contient du lactose.

Plusieurs études montrent l'intérêt de supplémenter les femmes enceintes végétarienne et végétaliennes. Le nombre de femmes ayant donné naissance à un enfant avec un retard de croissance était nettement diminuée dans le groupe des femmes supplémenté (24 % contre 34 % dans le groupe placebo). (126) Une autre étude bibliographique montre une diminution du nombre de fausses couches et une augmentation de la proportion d'accouchements à terme chez les femmes enceintes supplémentées en vitamine B12. (126)

Seule la vitamine B12 nouvellement absorbée par la femme enceinte est facilement transportée à travers le placenta. Les stocks tissulaires maternels constituent une source moins importante pour le fœtus. Il ne faut donc pas compter sur ces derniers, même en cas de transition récente vers le végétarisme (108)

La Société Végane préconise aux femmes enceintes et allaitantes végétariennes et végétaliennes soit de prendre un complément en vitamine B12 qui apporte 10 µg quotidiennement soit 2 000 µg hebdomadairement. (126)

### **Apport en vitamine B9**

L'acide folique intervient dans la fermeture du tube neural qui a lieu au cours des trois premières semaines de gestation. La carence en acide folique au cours de cette période augmente le risque de malformation du tube neural, spina bifida notamment. Les recommandations françaises sont de 400 µg par jour (soit un comprimé de Speciafoldine® 400 µg par jour) afin de prévenir les anomalies de fermeture du tube neural à partir de 4 semaines avant la conception et pendant au moins les 8 premières semaines de grossesse. (127)

La supplémentation de 400 µg /jour au cours de la période péri-conceptionnelle en vitamine B9 est donc réalisée même si les végétariens et végétaliens n'en sont pas carencés.

### **Apports en vitamine D et calcium**

La vitamine D intervient dans le métabolisme phosphocalcique (développement osseux du fœtus) mais aussi dans les mécanismes de différenciation cellulaire. La carence en vitamine

D est fréquente en fin de grossesse (observation dans la population générale). Les concentrations sériques en  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  observées chez la femme enceinte non carencée en fin de grossesse sont deux à trois fois supérieures à celle de l'adulte. (128) La carence en vitamine D est associée à un risque accru de prééclampsie et de diabète gestationnel. (108)

Les apports conseillés par l'ANSES pour les femmes enceintes et allaitantes en vitamine D sont de 10 µg/jour ou 400 UI/jour. Le Comité de Nutrition de Pédiatrie a défini une recommandation pour les femmes enceintes : une dose de charge unique de 80 000 à 100 000 UI au début du 7<sup>e</sup> mois de grossesse. La supplémentation en vitamine D est donc systématique chez la femme enceinte et d'autant plus nécessaire chez les patientes végétarienne ou végétalienne. La supplémentation peut également se faire tous les jours grâce à la spécialité Zyma D® 10 000 UI/ml à raison de 3 gouttes par jour à partir du 6<sup>e</sup> ou 7<sup>e</sup> mois de grossesse.

L'exposition solaire n'est pas recommandée en raison du risque de masque de grossesse (taches brunes sur le visage) chez les femmes prédisposées.

En ce qui concerne le calcium, le besoin au dernier trimestre est estimé à 220 mg/jour, celui de la lactation à 250 mg/jour. Une forte progression du degré d'absorption du calcium a lieu au cours de la grossesse (de 33 % avant à 54 % au troisième trimestre). Lorsque les apports en calcium sont inférieurs à 500 mg par jour, la perte de calcium et de la masse osseuse chez la mère intervient. Chez la femme allaitante, la mobilisation du calcium osseux s'avère réversible sans effet ultérieur. (19) Il est donc important d'assurer des apports satisfaisant en calcium. La recommandation est de 1 000 mg par jour pendant la grossesse.

### **Apport en fer**

Les besoins en fer augmentent aussi au cours de la grossesse. Une femme adulte a besoin d'environ 18 mg par jour de fer contre 27 mg chez la femme enceinte.

Les conséquences d'une carence en fer sont l'anémie ferriprive maternelle et éventuellement foétale associée aux signes cliniques suivant : asthénie, tachycardie maternelle et foétale, dyspnée, pâleur cutanéomuqueuse. (64)

Il est maintenant établi que l'absorption du fer chez des femmes enceintes non anémiées est augmentée de trois à dix fois (selon la biodisponibilité du fer consommé), du fait de la grossesse. Il est donc important que lorsqu'un désir de grossesse existe de vérifier le statut martial de la femme afin de le rétablir à la normale s'il ne l'est pas. (19) Le dépistage au début de la grossesse s'établit en réalisant le dosage de la ferritinémie et de l'hémoglobine. (108)

Dans le cas des adolescentes, des grandes multipares, des grossesses gémellaires, des femmes aux ménorragies importantes, des femmes qui ont une alimentation insuffisante et des femmes végétariennes ou végétaliennes, une supplémentation de 30 mg/jour de fer est recommandée dès le début de la grossesse. Le cas des femmes allaitantes doit être traité de la même façon que celui des femmes enceintes. (19)

Le bilan martial indique que le coût total en fer de la grossesse s'élève à environ 800 mg, fœtus compris. Les données de l'apport moyen en fer dans la population en France (de 10 à 15 mg/jour) indiqueraient que, étant donné son faible coefficient d'absorption, l'ensemble des femmes enceintes serait exposé au risque de carence martiale. La carence martiale est donc très fréquente chez la femme enceinte, les besoins en fer sont de 25 à 35 mg/jour du 4<sup>ème</sup> au 9<sup>ème</sup> mois de grossesse. La carence en fer peut être d'autant plus prononcée que la femme a des règles abondantes avant sa grossesse.

Les risques d'accouchement prématuré et de naissances d'enfants de petit poids sont augmentés de deux fois et demie à trois fois dans le cas d'anémie ferriprive en début de grossesse. La concentration de l'hémoglobine au premier examen prénatal est alors prédictive de l'issue défavorable de la grossesse.

Une revue de la littérature spécialisée adressée aux sages-femmes considère que la supplémentation n'est pas systématique mais le végétarisme et le végétalisme sont considérés comme des facteurs de risques de carence martiale. (108)

### **Apport en iode**

L'iode est un oligo-élément intervenant dans la fabrication des hormones thyroïdiennes. L'apport satisfaisant est plus important que chez l'adulte sain, il est de 200 µg par jour chez la femme enceinte.

La carence en iode peut être préjudiciable chez les femmes enceintes et allaitantes et pour le jeune enfant. Les conséquences d'une hypothyroïdie néonatale peuvent être graves : une carence sévère en iode induit un déficit en hormones thyroïdiennes et par conséquent non seulement un ralentissement des activités métaboliques de l'organisme mais aussi une modification du développement du cerveau, entraînant un retard mental irréversible. La carence chronique en iode peut également conduire à un goître. À l'inverse, un excès en iode au cours ou en fin de grossesse peut entraîner une hypothyroïdie (transitoire) chez le nouveau-né. (110)

Une alimentation pauvre en produits laitiers et produits de la mer est d'autant plus à risque de carence. Cela dit, les algues constituent un aliment riche en iode et bénéfique à plusieurs égards pour les femmes enceintes et allaitantes végétariennes et végétaliennes. La supplémentation en iode est recommandée chez toutes les femmes enceintes si leur apport est insuffisant.

### **Apport en zinc**

Les besoins en zinc au cours de la grossesse augmentent et les apports recommandés sont de 11 à 23 mg par jour. Dans la population générale, environ 82 % des femmes enceintes ont un apport insuffisant en zinc.(126) (129) La prévalence de cette carence semble plus élevée chez les végétariens et les végétaliens. Mais les résultats de plusieurs études sont contradictoires et les concentrations plasmatiques urinaires et capillaires en zinc sont davantage affectées par l'état même de la grossesse que par les régimes végétariens ou végétaliens. Des études à plus grande échelle permettraient de déterminer si ces régimes ont réellement un impact sur la concentration en zinc. (64)

La carence en zinc pourrait entraver le développement du nourrisson et entraîner des issues défavorables à la naissance. La carence en zinc altère les niveaux de circulation de plusieurs hormones associées au début du travail, et comme le zinc est essentiel à la fonction immunitaire normale, elle pourrait contribuer aux infections systémiques et intra-utérines, deux causes majeures de prématurité (129)

Il est donc recommandé de prévenir la carence par l'adoption d'habitudes alimentaires équilibrées.

### **Apport en magnésium**

Au cours de la grossesse, les besoins en magnésium sont augmentés : 400 mg par jour chez la femme enceinte puis 390 mg par jour chez la femme allaitante. (126)

En fin de grossesse, il existe un besoin supplémentaire évalué à 35 mg/jour, et 24 mg/jour au cours de la lactation. Le degré d'absorption est amélioré au cours de la grossesse, et dans la population générale il n'y a pas de supplémentation systématique en magnésium de la femme enceinte tout comme on va le voir dans la population végétarienne et végétalienne.

Le régime végétalien ou végétarien a un effet bénéfique à long terme sur les apports en magnésium qui sont plus importants. Une étude montre que les apports en magnésium sont plus élevés chez les femmes enceintes végétariennes ou végétaliennes que chez les femmes du groupe témoin. En effet, la concentration en magnésium dans les globules rouges et les urines est sensiblement plus élevée chez les femmes ovo-lacto-végétariennes et celles consommant peu de viande. (130) Cet apport satisfaisant en magnésium permet de diminuer la fréquence de crampes mais également des hémorragies, des fausses couches, des accouchements prématurés et il entraîne également une prolongation de la gestation. (130) Les effets bénéfiques sont également constatés chez le nouveau-né avec un poids, une taille et une circonférence crânienne plus élevées, un meilleur score d'Apgar et une moindre incidence du retard de croissance intra-utérin. (64) D'autre part, le magnésium a un rôle direct dans l'assimilation du calcium et de la vitamine C.

Les sources végétales de magnésium sont les légumes verts, les céréales complètes, les oléagineux (noix, amandes, noisettes...), le chocolat, et les eaux minérales riches en magnésium permettent de combler les besoins augmentés pendant la grossesse et la lactation.

En ce qui concerne, l'apport en magnésium, les régimes végétariens et végétaliens sont donc bénéfiques pendant la grossesse et la lactation.

### **Conseils chez la femme enceinte**

- supplémentation systématique en fer dès la fin du premier trimestre notamment chez les femmes à risque de carence : grossesses rapprochées, faible consommation de viande (cas pour les végétaliennes), antécédent de carence martiale. Rappeler que les sources végétales en fer sont principalement les légumineuses, les céréales enrichies en fer, le cacao, certaines algues, et certaines épices (cumin, curry, coriandre, gingembre) ;
- rappeler l'importance des apports en calcium (1 000 mg/jour pendant la grossesse et 1 300 mg/jour au cours de l'allaitement) ;
- concernant l'apport en acide folique : il faut corriger un éventuel déséquilibre alimentaire avant la grossesse s'il existe puis conseiller la prise de 400 µg/jour dès l'arrêt de la contraception. Pour rappel, les aliments riches en acide folique sont les levures, la salade verte, la châtaigne, les noix, les amandes, les légumes verts à feuilles, le maïs, les petits pois, les pois chiches, le melon, les agrumes, les bananes, les kiwis et les céréales complètes. Généralement il n'existe pas de carence chez les femmes enceintes végétariennes ou végétaliennes mais la supplémentation péri-conceptionnelle est systématique ;
- la supplémentation est systématique pour la vitamine D que ce soit dans la population végétarienne/lienne ou générale, elle est conseillée à la fin du 2<sup>e</sup> trimestre (100 000 UI per os en une fois) ;
- la supplémentation en vitamine A est contre-indiquée pendant la grossesse en raison du risque tératogène (il ne faut pas dépasser 3 000 UI/jour). Lors de l'administration de compléments alimentaire poly-vitaminés il faut donc faire attention à la présence de vitamine A et donc éviter ceux en contenant.

- certains aliments ne doivent pas être consommés au risque d'infections alimentaires comme la salmonellose, la listériose... Pour les végétariens et pesco-végétariens, les crustacés, le poisson pas bien cuit ou le poisson fumé, le fromage à pâte molle ou au lait cru, les préparations à base de lait ou d'œufs non cuits ne doivent pas être consommés. Pour les végétaliens, le risque réside dans les graines germées et les jus de fruits non pasteurisés. Les fruits, les légumes et les plantes aromatiques doivent être bien nettoyés et lavés lorsqu'ils sont consommés crus ou peu cuits ;

- l'aspartame et les autres édulcorants de synthèse sont à éviter durant la grossesse car leur consommation quotidienne augmente le risque de prématurité ;

- la caféine est à limiter à 200 mg par jour, des doses plus importantes peuvent augmenter le risque de fausse couche et de prématurité. Pour évaluer les apports, une tasse de café en contient environ 100 mg, une cannette de 33 cl de cola 50 mg, une tasse de thé 100 mg (105) ;

Le Tableau 45 ci-dessous résume les nutriments importants à apporter au cours de la grossesse chez une femme végétarienne ou végétalienne

Nutriment	Sources alimentaires / Supplémentation	Apport recommandé au cours de la grossesse au cours d'une journée
<b>Vitamine B12</b>	Œufs, produits laitiers <b>Supplémentation systématique</b> pour les végétariennes et végétaliennes	10 µg
<b>Vitamine D</b>	Exposition au soleil, faible quantité dans les œufs et les produits laitiers, boissons végétales enrichies <b>Supplémentation systématique</b> pour les végétariennes et végétaliennes	400 à 600 UI ou 10 à 15 µg
<b>Calcium</b>	Produits laitiers Algues, oléagineux, fruits séchés, légumineuses, légumes à feuilles vertes, crucifères, aliments enrichis, boissons végétales enrichies et eaux minérales	1 000 mg
<b>Fer</b>	Chocolat noir, pain et céréales complètes, légumineuses, fruits séchés, graines (de sésame, courge, tournesol...), oléagineux, certaines algues, herbes aromatiques et épices (cumin, curry, coriandre, gingembre) <b>Supplémentation recommandée</b>	25 mg si les réserves en fer sont basses
<b>Iode</b>	Sel iodé, algues, produits laitiers, chocolat noir <b>Supplémentation recommandée</b>	250 µg (OMS)
<b>Acides gras oméga 3</b>	Huiles végétales (noix, colza, soja, lin), oléagineux, graines moulues de lin et de chia, margarine enrichie en oméga 3	200 mg de DHA (rajout possible d'un peu d'EPA)
<b>Protéines</b>	Soja et produits dérivés (tofu, tempeh...), seitan, légumineuses, céréales, quinoa	

Tableau 45 : Conseils sur les sources alimentaires en nutriments importants chez la femme enceinte et Recommandation de la supplémentation (108) (61)

## Compléments alimentaires

- Gynéfam ® contient de l'huile de poisson donc pas adapté pour les végétans mais sinon très bien formulé pour les végétariens qui acceptent le poisson ;
- attention tous les compléments alimentaires contenant plusieurs vitamines ne sont pas adaptés à la femme enceinte car ils ne contiennent pas tous 400 µg d'acide folique.

## Conclusion

L'alimentation végétarienne et végétalienne est compatible avec la grossesse, à condition d'apporter les nutriments nécessaires de façon équilibrée et de se supplémenter en vitamine B12. L'administration de vitamine D et d'acide folique est systématique et est réalisée tout comme dans la population générale. En ce qui concerne l'iode et le fer, leur supplémentation doit être réalisée tout comme dans la population générale lorsque cela est nécessaire, elle est fortement recommandée tout de même. Les acides gras oméga-3 peuvent être apportés en supplément si les apports alimentaires ne semblent pas suffisants. Des compléments alimentaires existent pour répondre à tous ces besoins.

## L'allaitement

L'allaitement est recommandé pour la mère et l'enfant. Le lait maternel contient tous les nutriments dont l'enfant a besoin pour se développer en bonne santé. Idéalement l'allaitement devrait aller au moins jusqu'au sixième mois du nourrisson. L'OMS conseille même de poursuivre un allaitement fréquent, à la demande, jusqu'à l'âge de 2 ans, voire plus. À partir de 6 mois, l'allaitement doit être complété par une autre alimentation. (131)

La supplémentation en vitamine B12 est fortement recommandée chez la femme allaitante végétarienne et indispensable chez la femme allaitante végétalienne. Au cours de l'allaitement, la carence en zinc peut entraîner chez le nouveau-né des anomalies du développement neurologique, un retard de croissance et psychomoteur, une perte d'appétit, une perturbation de la fonction immune. (64) La femme allaitante peut donc continuer la supplémentation en zinc qu'elle avait au cours de la grossesse, tout comme pour le calcium, l'iode et les acides gras oméga-3. Pour le fer, il n'est pas nécessaire de continuer sauf en cas d'anémie ferriprive.

D'autre part, la femme qui allaite doit penser à s'hydrater régulièrement en buvant une quantité suffisante d'eau (2,5 L et choisir une eau riche en calcium et magnésium) tout au long de la journée.

## II.2.2. L'enfant au cours de la croissance

### Besoins en macronutriments

L'ANSES a défini les références nutritionnelles en protéines, lipides et glucides pour l'enfant. Ces références sont exprimées en intervalles de références, elles ont été fixées en 2016 et remplacent les ANC pour les glucides datant de 2001 et les dernières mises à jour pour les protéines datant de 2007. Pour les lipides, les recommandations sont inchangées de L'ANSES 2011 et plus spécifiquement des acides gras pour l'AFSSA 2010.

Population	Protéines	Lipides	Glucides
0 - 3 ans	0 à 1 an : 7 - 15 % 1 à 3 ans : 6 - 15 %	0 à 6 mois : 50 - 55 % Evolution progressive jusqu'à 1 - 3 ans : 45 - 50 %	40 - 50 %
3 - 17 ans	3 à 5 ans : 6 - 16 % 6 à 9 ans : 7 - 17 % 10 à 13 ans : 9 - 19 % 14 à 17 ans : 10 - 20 %	Réduire progressivement jusqu'à 35 - 40 % chez l'adulte	Evolution progressive jusqu'à 40 - 55 % chez les adolescents

Tableau 46 : Intervalles de références nutritionnelles en macronutriments chez l'enfant, (106)

Population	Répartition des lipides
De 0 à 3 ans	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Lipides totaux : 0 à 6 mois : 50 - 55 % Puis évolution progressive jusqu'à 1 - 3 ans : 45 - 50%</li> <li>➤ Acide linoléique (oméga 6) : 6 mois à 3 ans : 2,7 % de l'AET</li> <li>➤ Acide <math>\alpha</math>-linoléique (oméga 3) : 6 mois à 3 ans : 0,45 % de l'AET</li> <li>➤ DHA : 6 mois à 3 ans : 70 mg/jour</li> <li>➤ EPA + DHA : 6 mois à 3 ans : BNM non établi</li> </ul>
De 3 à 17 ans	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Lipides totaux : réduire progressivement jusqu'à 35 - 40% chez l'adulte</li> <li>➤ Acide linoléique (oméga 6) : 3 à 18 ans : 4 % de l'AET</li> <li>➤ Acide <math>\alpha</math>-linoléique (oméga 3) : 3 à 18 ans : 1 % de l'AET</li> <li>➤ DHA : 3 à 9 ans : 125 mg/jour ; 10 à 18 ans : 250 mg/jour</li> <li>➤ EPA + DHA : 3 à 9 ans : 250 mg/jour 10 à 18 ans : 500 mg/jour</li> </ul>

Tableau 47 : Références nutritionnelles de la répartition des lipides chez l'enfant (106)

## Besoins hydriques

Les besoins hydriques varient en fonction de l'âge, de façon inversement proportionnelle à la taille du compartiment lipidique. Ils sont beaucoup plus élevés chez le nourrisson (trois fois plus) et l'enfant de 6 à 12 mois (deux fois plus) que chez l'adulte. (19)

## Risque carenciel d'un régime végétarien chez l'enfant

Le régime végétalien est à haut risque de carence en calcium, vitamine D et vitamine B12 avec des conséquences graves en période de croissance. (132) D'autre part, le bilan azoté chez l'enfant et l'adolescent doit être positif pour assurer les phénomènes de croissance nécessitant un apport protéique supplémentaire.

## Apports en protéines

Le besoin en protéines chez les enfants végétaliens pourrait être légèrement plus élevé que chez les enfants végétariens et omnivores à cause de la différence de la digestibilité des protéines et de la composition en acides aminés. (48)

Les recommandations de l'Académie de Nutrition et de Diététique Américaine proposent chez les enfants végétaliens une augmentation de 30 à 35 % des apports protéiques entre 1 et 2 ans, de 20 à 30 % entre 2 et 6 ans et de 15 % au-dessus de 6 ans. (48)

### **Les boissons au soja sont-elles adaptées à l'enfant ?**

Les avis sur l'introduction de boissons à base de soja divergent selon les pays. En France, l'introduction des légumineuses est conseillée à partir de 15 mois et la consommation de soja seulement bien plus tard à 3 ans mais nous verrons par la suite certaines préparations infantiles sont formulées à partir de soja.

Il est important de rappeler aux patientes qu'elles ne peuvent pas nourrir leur nourrisson de moins d'un an avec des boissons végétales (communément appelées « lait de soja », « lait de riz », « lait d'amande », ...). Ces boissons végétales ne contiennent pas les nutriments nécessaires pour couvrir les besoins d'un nourrisson et ne se substituent pas aux préparations infantiles pour nourrissons ou jeunes enfants. (133) Les allégations nutritionnelles concernant les boissons végétales « recommandée pour une croissance harmonieuse », « accompagne favorablement les périodes de croissance », « particulièrement adapté aux jeunes enfants en période de croissance » peuvent induire les parents en erreur. (120)

En juin 2016, suite à plusieurs signalements de cas graves de malnutrition voire décès chez des enfants de moins d'un an, nourris partiellement ou exclusivement avec des boissons végétales (soja, riz, amande, châtaigne, etc.) ou des laits d'origine animale (chèvre, ânesse, jument, etc.), l'Anses a donné son avis. L'analyse des compositions nutritionnelles de ces produits montre qu'ils ne sont pas adaptés aux besoins des nourrissons. Le lait maternel est l'aliment le mieux adapté aux besoins du nourrisson. En l'absence d'allaitement ou en complément de celui-ci, seules les préparations pour nourrissons ou les préparations de suite, autorisées par la réglementation, peuvent couvrir les besoins nutritionnels de l'enfant. Après un an, il vaut mieux privilégier un lait de croissance par rapport au lait de vache, qui ne correspond pas aux besoins de l'enfant qu'à partir de 3 ans. (133)

**De 0 à 6 mois**, le lait maternel est à privilégier, c'est l'aliment le mieux adapté aux besoins du nourrisson Il faut proposer l'allaitement si celui-ci est possible pour la mère et l'enfant.

Si l'enfant est allaité par une mère végétalienne, il faut absolument supplémenter la femme en vitamine B12 mais aussi le nourrisson (même si la vitamine B12 passe dans le lait maternel il est préférable de supplémenter le nourrisson). Si l'enfant est allaité par une mère végétarienne, la supplémentation de la mère en vitamine B12 est souhaitable. (134)

Si l'enfant n'est pas allaité, il faut lui donner une préparation de suite adaptée aux besoins nutritionnels de l'enfant. Les préparations de suite à base de riz, de soja existent mais sont en théorie réservé aux nourrissons souffrant d'intolérance au lactose ou d'allergie aux protéines de lait de vache et sont prescrits par un médecin.

**De 6 mois à 12 mois**, les préparations de suite végétales et ayant un label biologique sont associés à la diversification alimentaire. En effet à partir de 6 mois (4 à 6 mois selon les sources), la diversification alimentaire est mise en place.

Type de lait	Préparation pour nourrissons ou Lait premier âge	Préparation de suite ou Lait deuxième âge	Lait de croissance ou Lait troisième âge
Age de l'enfant	De 0 à 4-6 mois	De 4-6 mois à 1an	De 10-12 mois à 3 ans
Alimentation associée	Alimentation exclusive	Début de la diversification autour du 5e mois de l'enfant	En complément de l'alimentation

Tableau 48 : Types de lait en fonction de l'âge de l'enfant

Une préparation pour nourrissons correspond à un substitut du lait maternel formulé industriellement conformément aux normes du Codex Alimentarius, pour satisfaire les besoins nutritionnels normaux du nourrisson jusqu'à l'âge de 4 à 6 mois et adapté à ses caractéristiques physiologiques.

Des préparations sont fabriquées à partir de boisson de riz et de soja et dont la composition a été corrigée. Il existe sur le marché des préparations pour nourrissons à base végétale : Gallia soja, Mandorle riz, Modilac expert riz, Novalac riz, Nutrilon soja, Picot riz, Prémiriz. Ces préparations peuvent être prescrites et délivrées en pharmacie à des enfants ayant une intolérance au lactose et des allergies aux protéines du lait de vache mais il est maintenant possible de les acheter en vente libre dans les supermarchés ou sur des sites internet.

L'Académie de Nutrition et Diététique Américaine considère que la diversification alimentaire doit être riche en énergie, protéine, fer et zinc et devrait inclure pour les enfants végétariens des aliments du type : houmous, tofu, légumineuses bien cuites et de la purée d'avocat. (48)

Les enfants et les adolescents végétariens ont moins de risques que les omnivores d'être en surpoids ou obèses. Les autres bénéfices d'une telle alimentation sont que la consommation de fruits et végétaux est supérieure et la consommation de sucreries et snacks salés est inférieure. Adopter une alimentation végétarienne dès le plus jeune âge permet d'acquérir des habitudes alimentaires saines pour tout le reste de la vie. (48)

### Supplémentation en vitamine K1

La phytoménadione ou vitamine K1 est un facteur indispensable à la synthèse hépatique de plusieurs facteurs de la coagulation. La supplémentation en vitamine K1 prévient de la maladie hémorragique du nourrisson. En France, des ampoules buvables Vitamine K1 Roche ® dosées à 2 mg/ 0,2 ml). La supplémentation consiste à l'administration orale de 3 doses de vitamine K1 à 2 mg : 1 dose à la naissance, 1 dose entre 72 et 96 h de vie et 1 dose à 1 mois (non obligatoire si l'enfant n'est pas allaité). Les nouveau-nés prématurés bénéficient de doses et de protocoles spécifiques selon leur poids. (135)

### Supplémentation en vitamine B12 chez l'enfant

Il faut toujours supplémenter un enfant végétarien ou végétalien en vitamine B12 car il ne dispose pas de réserve contrairement à l'adulte et pourra se retrouver très rapidement en carence. Dans les monographies des ampoules et des comprimés de vitamine B12 Gerda ® les posologies enfants ne sont pas précisées. Cependant il est possible d'écraser les comprimés pour les enfants. (109)

Pour un enfant de 6 à 24 mois, la posologie conseillée est de :

- 2,5 µg par jour, soit ¼ de cp Veg 1 ® ;
- ou bien 500 µg une fois par semaine, soit 2 cp Vitamine B12 Gerda ® à 250 µg.

Et pour enfant de 2 à 12 ans, la posologie conseillée est le double :

- 5 µg par jour, ou ½ cp de Veg1 ® ;
- ou bien 1000 µg une fois par semaine, soit 4 cp Vitamine B12 Gerda ® à 250 µg.

### **Supplémentation en vitamine D**

Les apports conseillés pour les enfants sont de 10 µg/jour de 1 à 3 ans, et de 5 µg/jour ensuite. Chez les nourrissons les concentrations sériques en vitamine D3 observées sont deux à trois fois supérieures à celles observées chez l'adulte, les besoins pour prévenir ou corriger une carence sont estimés entre 10 et 15 µg/jour. (128) L'enrichissement des laits pour nourrissons est de fait autorisé par la communauté européenne depuis 1991 à raison pour la vitamine D de 1 à 2,5 µg pour 100 kcal dans le cas des préparations de suite destinés aux nourrissons de plus de 4 mois.

Il est important de repérer les situations où l'individu est plus à risque de développer une carence en vitamine D : les enfants vivant en zone urbaine avec une pollution atmosphérique, les enfants vivants dans des pays nordiques, les enfants à peau pigmentée vivant dans des régions où l'ensoleillement est moindre, les enfants transplantés hépatique ou rénal, les enfants nés d'une mère carencée au cours de la grossesse, ou bien lorsque la grossesse se déroule en hiver, les enfants de faible poids de naissance, les enfants traités par anticonvulsivants. Toutes ces populations doivent être systématiquement supplémentées en vitamine D.

En général la forme goutte (Zyma D ® ou Adrigyl ® 10 000UI/ml ou Stérogyl 2 000 000 UI/100 ml pour les végans) est utilisée chez l'enfant de la naissance à 18 mois ou 24 mois, les ampoules à mégadose peuvent ensuite être utilisées (bien que le résumé caractéristique produit mentionne une posologie ampoule à partir de la naissance). Les monographies donnent le nombre de gouttes à administrer en fonction de l'âge, de la prématurité ou non également.

### **Apports en calcium**

Le calcium est un élément indispensable à la minéralisation osseuse. Les apports en calcium doivent être adéquats au cours de la croissance pour optimiser le pic de masse osseuse obtenu à la fin de la croissance squelettique, vers l'âge de 20 ans.

Les apports recommandés en calcium augmentent au cours de la croissance, de 500 mg entre 1 et 3 ans, 700 mg entre 4 et 6 ans, 900 mg entre 7 et 9 ans, 1 200 mg de 10 ans à 19 ans. (106) Les études épidémiologiques montrent qu'en France, 42% des enfants de 3 à 17 ans ne couvrent pas leurs besoins nutritionnels moyens en calcium. Il est fréquent que les adolescentes n'atteignent pas le niveau satisfaisant de leurs besoins.

Dans la population omnivore française, seulement 45 % des apports en calcium proviennent des produits laitiers. Il est important d'informer les parents et les enfants sur les sources alimentaires en calcium et pour les végétariens ne consommant pas de produits laitiers et les végétaliens, de leur montrer les sources végétales en calcium disponibles.

La composition d'un verre de 200 ml de boisson au soja enrichie en calcium apporte :

- 70 à 85 kcal (selon le produit et son aromatisation) ;
- 7 g de protéines ;
- 240 à 300 mg de calcium (selon les marques) ;
- 1,2 mg de fer (contre 0,04 mg pour le lait de vache). (136)

### Supplémentation en fer et iode au cours de la croissance

Les apports en fer et en zinc sont à surveiller tout au long de la croissance. La supplémentation sera proposée en cas d'apport insuffisant mais les cas de carences restent rares chez les enfants végétariens des pays industrialisés. (137)

#### Le fer

De 6 mois à 1 an, les apports en fer recommandés par l'Efsa sont de 1 mg par jour, puis de 7 mg par jour de 1 an à 6 ans, puis de 11 mg par jour de 7 ans à 11 ans. Au cours de la puberté, les besoins chez les filles augmentent à 13 mg par jour puis 16 mg par jour chez la femme adulte réglée. Une carence en fer chez l'enfant peut être responsable d'une anémie ferriprive mais également une susceptibilité accrue aux infections (infections ORL à répétition), une asthénie, un retard de croissance, un déficit cognitif et des troubles neuropsychiques. (137) Ces complications sont réversibles après supplémentation, excepté le déficit cognitif en cas de carence au cours des premiers mois de vie. (137) Le médicament Ferrostrane ® 0,68 % sirop est une forme adaptée à l'enfant en cas de carence.

#### L'iode

La carence en iode chez l'enfant peut avoir des conséquences graves si elle est prolongée avec des troubles de la croissance (nanisme, immaturité sexuelle), des troubles du développement neuronal (retard mental, crétinisme), l'apparition d'un goitre. (138)

Population	Apport satisfaisant	LSS pour l'iode
Enfant 15 à 17 ans	130 µg/jour	500 µg/jour
Enfant 11 à 14 ans	120 µg/jour	450 µg/jour
Enfant 7 à 10 ans	90 µg/jour	300 µg/jour
Enfant 4 à 6 ans	90 µg/jour	250 µg/jour
Enfant 1 à 3 ans	90 µg/jour	200 µg/jour

Tableau 49 : Apports satisfaisant en iode chez l'enfant et LSS (106)

La supplémentation en iode doit être réalisée chez l'enfant végétalien et l'enfant végétarien ne consommant pas de lait, et souhaitable chez l'enfant végétarien. Les comprimés de Veg1 ® sont adaptés à cette supplémentation.

### Particularités au cours de l'adolescence

Lors de l'adoption d'un régime végétarien ou végétalien au cours de l'adolescence il faudra s'assurer que ce choix n'est pas associé à un trouble alimentaire comme par exemple de la restriction alimentaire chez l'adolescente. L'apport en fer est important chez l'adolescente pour ne pas risquer une anémie par carence martiale. Les apports en calcium doivent être surveillés et la supplémentation doit être réalisée en cas de suspicion de manque d'apport. Comme l'a montré le questionnaire il faudra veiller à ce que la supplémentation en vitamine B12 soit réalisée chez les adolescents.

## Effets sur la croissance

Chez les enfants et adolescents végétariens, plusieurs études ont révélé une croissance et un développement identiques à ceux des enfants omnivores. Cependant, les nourrissons en phase de sevrage constituent un groupe à risque de carences cliniques. Pour l'instant, il existe peu de données sur les répercussions métaboliques, les bénéfiques, mais aussi les risques à long terme d'un régime sans viande durant l'enfance. (134)

## Conclusion

L'alimentation végétarienne et végétalienne est possible chez l'enfant. Toute fois des mesures sont à prendre : apports protéiques à augmenter, apports en calcium, zinc et fer à surveiller. La supplémentation en vitamine B12 ne doit pas être oublié sous peine d'avoir des conséquences graves sur la croissance de l'enfant, son développement neurologique comme l'illustrent ces deux cas cliniques suivants. Elle permet d'inciter à la consommation de plus de fruits et légumes. Dernièrement, la loi Égalim du 2 octobre 2018, oblige les restaurations collectives de plus de 200 couverts, à servir un repas végétarien par semaine, cette loi devra rentrer en application au plus tard le 30 octobre 2019.(139)

## Conseils

- l'apport protéique doit être augmenté par rapport aux enfants omnivores, effectuer les associations céréales et légumineuses ;
- la supplémentation en vitamine D doit être réalisée tout au long de la croissance ;
- la supplémentation en calcium est recommandée chez les enfants et les adolescents végétariens afin d'assurer leurs besoins en calcium ;
- la supplémentation en fer est conseillée au cours des pics de croissance (134) ;
- la supplémentation en vitamine B12 est fortement recommandée chez l'enfant végétarien et indispensable chez l'enfant végétalien en raison du risque de retard de développement et de troubles neuropsychiatriques pouvant être irréversibles ;
- apporter des oméga-3 via les huiles végétales qui en contiennent ;
- un suivi médical apparaît indispensable pour surveiller le bon déroulement de la croissance ainsi qu'un suivi diététique.

## Cas cliniques

### - **Allaitement maternel et végétalisme** (131)

L'adoption d'un régime végétalien chez une femme allaitante peut engendrer une carence en vitamine B12 chez le nourrisson. Le cas s'est produit chez un nourrisson hospitalisé pour altération de la croissance et troubles neurologiques avec hypotonie sévère. En effet, à l'âge de 9 mois et demi, le nourrisson présentait un retard staturo-pondéral et l'examen des courbes de croissance révélait une cassure à 4 mois. Le retard de croissance était déjà présent en intra-utérin et un retard staturo-pondéral avait été reconnu à la naissance. Une pâleur intense était associée à des troubles neurologiques : somnolence, manifestation d'hyperesthésie, hypotonie axiale et périphérique majeure. Le nourrisson avait une glossite, une langue rouge et décapillée entraînant une stase salivaire et des difficultés à la tétée (allaitement exclusif).

Aucune complémentation en vitamine D et K n'avait été réalisée. Le bilan biologique du nourrisson montrait une anémie macrocytaire avec un taux plasmatique de vitamine B12 inférieur à la normale. La calcémie, le taux de fer sérique, de ferritine, de folates, de vitamines A, D et E étaient normaux. L'IRM cérébral de l'enfant révélait une atrophie corticale. Chez la

mère (qui ne consommait qu'un seul repas par semaine avec des œufs ou du poisson), le taux plasmatique était inférieur à la normale également, elle était également en carence martiale.

Le traitement consista à la réhydratation intraveineuse du nourrisson, une transfusion de culot globulaire puis à l'administration par voie orale de vitamine B12 et un support nutritionnel en nutrition entérale continue nocturne. L'état général, la croissance staturo-pondérale et l'état neurologique se sont rapidement améliorés. Le pronostic neurologique à plus long terme ne peut cependant pas être établi à ce stade compte tenu de la gravité du tableau initial et du résultat de l'IRM qui laisse craindre à des séquelles neurologiques. (131)

Afin d'éviter de telles conséquences chez le nouveau-né, il apparaît important d'informer les femmes enceintes végétaliennes sur la nécessité de se supplémenter en vitamine B12 tout au long de leur grossesse mais également au cours de l'allaitement systématiquement.

#### - **Anémie et boiterie chez un adolescent végétalien** (132)

Au centre hospitalier de Rennes en France, un cas grave de carence induite par un régime végétalien strict non supplémenté a été décrit. Un adolescent de 15 ans a été hospitalisé pour une asthénie et boiterie (cela faisait déjà deux années qu'il avait des troubles de la marche).

L'examen révéla une mobilisation douloureuse des hanches, une pâleur intense avec subictère conjonctival et hépatosplénomégalie. Les clichés radiographiques montraient une déminéralisation osseuse diffuse (DMO = 0,488 g/cm<sup>2</sup>, soit 4,57 DS) par rachitisme et ostéomalacie (confirmée par biopsie ostéoméduillaire) due à une carence en vitamine D.

Les résultats biologiques témoignaient d'une anémie mégalo-blastique (Hb = 3 g/dl, VGM = 80 fL), avec hémolyse intramédullaire (bilirubine libre = 25 µmol/L, haptoglobine = 0,06 g/L) et une hyperparathyroïdie secondaire. Il n'existait pas de déficit ou d'anomalie fonctionnelle du facteur intrinsèque, le fer et les folates sériques étaient normaux. Le taux de vitamine B12 plasmatique était à 105 pmol/L (N = 220 à 650).

Le traitement consista à l'administration prolongée de calcium et de vitamine D et une consolidation des cols fémoraux par des broches intra-osseuses. Les lésions osseuses ont régressé au bout de quelques mois mais les troubles de la marche ont persisté malgré ce traitement. L'anémie a nécessité une transfusion globulaire puis des injections de vitamines B12.

Pour conclure, ce cas nous montre que les carences gravidiques en vitamine D et en calcium peuvent induire chez l'adolescent des lésions osseuses graves, voire irréversibles avec rachitisme associé à une importante diminution de la masse osseuse majorant le risque fracturaire. Tandis que, dans la petite enfance, le rachitisme est de type commun.

Afin d'éviter de telles carences chez l'enfant, il apparaît important d'informer les parents végétaliens sur la nécessité de supplémenter leurs enfants s'ils adoptent aussi ce régime. Il faut les supplémenter en vitamine D (comme dans la population générale) et surtout en vitamine B12.

### **II.2.3. La personne âgée**

L'alimentation végétarienne et végétalienne reste un mode alimentaire rare chez les personnes âgées en France.

Dans la population générale des personnes âgées, leurs besoins journaliers en calories sont diminués, mais augmentés en d'autres micronutriments comme le calcium, la vitamine D et la vitamine B12, ce qui nécessite une supplémentation dans la plupart des cas. (140)

Chez la personne âgée les risques liés à une alimentation végétarienne ou végétalienne sont les risques de carence en vitamine B12, en acides gras oméga 3 à longue chaîne et un apport insuffisant en protéines et en calcium. (140) Le fer n'est pas un élément mentionné car du fait de la ménopause, les pertes en fer sont moins importantes chez la femme âgée.

#### **Les protéines**

L'anabolisme protidique postprandial est déficitaire chez le sujet âgé ce qui contribue à la diminution de la masse musculaire avec l'âge. (140) D'autre part, les rations alimentaires sont généralement plus petites du fait de plusieurs raisons : anorexie, vieillissement dentaire rendant mastication plus difficile, perte du goût et de l'odorat. Des apports inférieurs à 0.8 g/kg/jour en protéines sont délétères chez la personne âgée. (140) Les personnes âgées doivent recevoir un apport au moins égal à celui des adultes, en protéines de bonne qualité, pour équilibrer leur bilan azoté, mais les particularités métaboliques chez la personne âgée conduit à une RNP de 1 g/kg/jour. (106)

Les personnes âgées végétariennes et végétaliennes doivent donc consommer d'avantage d'aliments riches en protéines comme les légumineuses, le quinoa, les flocons d'avoine, les produits à base de soja.

#### **Les acides gras oméga-3**

Chez la personne âgée s'installe un déficit en delta-6 désaturase. En cas d'absence dans l'alimentation d'acides gras poly-insaturés (AGPI) n-3 à longue chaîne (EPA et DHA), il peut survenir un déficit en EPA et un déséquilibre entre les deux voies n-6 et n-3 avec une production accrue de thromboxane A2 et une augmentation de l'agrégation plaquettaire.(140) D'autres études ont montrées à l'inverse, une diminution de l'acide arachidonique plaquettaire et une absence de modification des prostaglandines). (140)

Les séniors doivent bénéficier d'un apport d'au moins 200 mg de DHA par jour, car l'organisme en fabrique moins avec l'âge. Les compléments alimentaires sous forme de capsule d'huile d'algue sont un moyen sûr d'en apporter. (141)

#### **La vitamine B12**

Tout comme dans la population générale végétalienne et végétarienne, la carence en vitamine B12 est présente. Si l'adoption d'un régime végétarien a été faite depuis plusieurs années déjà, la déplétion des stocks en vitamine B12 est sûrement présente et la carence se développe plus facilement chez les personnes âgées végétariennes ou végétaliennes. (74)

D'autre part, à partir de 50 ans, une atrophie gastrique physiologique a lieu. L'acidité produite dans l'estomac diminue (moins d'acide chlorhydrique produit) ce qui réduit l'assimilation de la vitamine B12 contenue dans les produits animaux (par contre les compléments de vitamine B12 restent bien assimilés). D'autre part, une diminution du facteur intrinsèque a lieu. (48) Donc la carence en vitamine B12 est courante chez la personne âgée omnivore en raison de la diminution de son absorption.

La supplémentation en vitamine B12 est donc nécessaire autant chez les personnes âgées végétariennes et végétaliennes.

### **Le calcium et la vitamine D**

Chez la femme après 55 ans et chez l'homme après 65 ans, les apports en calcium conseillés sont de 1 200 mg/jour afin de ralentir la perte osseuse liée à l'âge. Les femmes ménopausées doivent être vigilantes à avoir un bon apport en calcium. En effet, la chute des hormones oestrogéniques qui suit la ménopause, entraîne une accélération de la perte osseuse sur l'ensemble du squelette.

En ce qui concerne la vitamine D, tout comme dans la population générale, la carence est très courante chez la personne âgée végétarienne/lienne. Une personne âgée du fait du vieillissement cutané produit 4 fois moins de vitamine D qu'une personne de 20 ans : la photosynthèse cutanée est de moins en moins efficace avec l'âge. L'exposition au soleil ne suffit donc pas à assurer un apport satisfaisant. D'autre part, l'absorption de la vitamine D diminue avec l'âge. Les besoins en vitamine D sont plus importants chez la personne âgée, la recommandation nutritionnelle pour la population est de 10 à 15 µg/jour ou 400 à 600 UI/jour (106)

### **Conseils**

- consommer tous les jours des légumineuses et des produits céréaliers pour maintenir un apport protéique adéquat ;
- la consommation journalière de boisson de soja enrichi en calcium permet l'apport de protéines et de calcium ;
- adopter une activité physique afin de réduire le risque d'ostéoporose et de maintenir la force musculaire, la posture, l'équilibre, la coordination et la sensation de bien-être. L'activité physique a également des effets positifs sur le fonctionnement cérébral. La marche constitue un excellent exercice à pratiquer tous les jours si possible ;
- la supplémentation hivernale en vitamine D est à réaliser systématiquement ;
- la supplémentation en vitamine B12 est fortement recommandée chez le sénior végétarien et indispensable chez le sénior végétalien ;
- bien s'hydrater quotidiennement car la sensation de soif diminue avec l'âge.

### **Conclusion**

L'alimentation végétarienne et surtout végétalienne présente des risques de carence en calcium et en protéines chez la personne âgée. La vitamine D et la vitamine B12 doivent être apportés systématiquement par la supplémentation. Cependant il existe également des avantages sur la prévention des pathologies métaboliques et cardiovasculaires et leur prise en charge comme il a été exposé au cours de la première partie.

## **II.3. Impact du régime végétarien/végétalien sur la pharmacocinétique des médicaments**

### **Antivitamine K (AVK) et végétarisme/lisme**

L'apport important de vitamine K dans un régime végétarien/lienne via les choux, les légumes à feuilles vertes (épinards, blettes, salade, ...) et les tomates impose une adaptation posologique du traitement anticoagulant AVK (la dose de principe actif à apporter peut être plus importante que chez les patients adoptant un régime omnivore). Lorsque l'équilibre est atteint c'est-à-dire lorsque l'INR est dans la zone cible du patient, le suivi biologique de l'INR doit se faire toutes les 3 semaines.

## II.4. Déroulement d'un entretien pharmaceutique ciblé sur la prise en charge de l'alimentation végétalienne/rienne

### Entretien pharmaceutique selon la méthode « Éducation thérapeutique du patient »

À l'avenir, il serait possible d'instaurer des entretiens pharmaceutiques basés sur l'accompagnement du patient dans son alimentation. Tout comme la prescription de séance de sport est maintenant possible pour certains patients présentant une affection longue durée, il pourrait être intéressant d'éduquer le patient à de bonnes habitudes alimentaires. Un point très important est de ne pas juger et de ne pas porter de jugement négatif envers le choix du régime alimentaire du patient : ceci pourrait le nuire à son accompagnement nutritionnel. Il est évident de respecter ses choix alimentaires.

Dans un premier temps, à l'officine lors d'une demande spontanée de conseils sur l'alimentation végétalienne, lors de l'achat de vitamine B12 ou bien lors de la délivrance de vitamine D associé à un régime végétarien/lien, il est possible de proposer à ses personnes un entretien pharmaceutique. Il faut mettre en place le dialogue puis le déroulé de l'entretien selon plusieurs étapes.

**Étape 1** : amener le patient dans un espace de confidentialité (salle utilisée pour les entretiens pharmaceutiques par exemple).

**Étape 2** : afin d'évaluer les connaissances du patient, lui demander s'il connaît les risques liés à une alimentation végétalienne/végétarienne et s'il connaît les bénéfices. Écouter le patient (écrire sur une feuille blanche ce qu'il dit) puis faire le point avec lui en lui reformulant.

Il faut rappeler au patient les risques pour sa santé en faisant le lien entre les carences vitaminiques observées et les conséquences sur sa santé.

Il faut adapter son discours si celui-ci s'adresse à femme enceinte, un enfant ou une personne âgée. Chez la femme enceinte on pourra évoquer les risques pour son fœtus et son futur bébé tout en étant rassurant si l'alimentation est équilibrée et la supplémentation correctement réalisée.

**Étape 3** : donner des informations clés permettant d'avoir une alimentation végétarienne/lienne équilibrée :

- comment apporter la quantité suffisante de protéines par jour ? apport facilité si l'on consomme tous les jours des légumineuses, des céréales et des oléagineux ;
- comment apporter la quantité suffisante de calcium par jour ? assaisonner ces plats avec du persil (aromate très riche en calcium), boire une eau minérale riche en calcium, consommer des aliments enrichis en calcium ;
- comment apporter la quantité suffisante de fer par jour ? consommer des légumineuses, contrôler la ferritine sérique, se supplémenter si besoin ;
- comment apporter la quantité suffisante de vitamine B12 par jour ? impossible, il faut se supplémenter ;
- comment atteindre les besoins en vitamine D ? s'exposer au soleil 15 minutes par jour entre avril et octobre et réaliser la supplémentation le reste de l'année au moins ;
- comment apporter une quantité suffisante d'iode ? consommer des algues 2 à 3 fois par semaine ou bien se supplémenter ;
- comment apporter des acides gras oméga-3 ? consommer des huiles végétales riches en oméga 3.

Pour mieux identifier les changements à apporter, un relevé sur 2 ou 3 jours par le patient sur ce qu'il a mangé peut-être réalisé afin de le comparer au nombre de portions recommandées pour chacun des groupes alimentaires. Ce relevé permet d'identifier les groupes alimentaires pas assez consommés et ceux qui le sont peut-être trop.

Afin de mieux aiguiller les personnes souhaitant modifier leur alimentation pour devenir végétaliens, nous avons sélectionné (voir Annexe 5 et 6) des sources documentaires fiables. En effet, il est important que les personnes puissent trouver des informations car se lancer dans une alimentation strictement végétalienne comme nous l'avons vu peut entraîner des carences parfois graves et irréversibles.

**Étape 4** : demander au patient s'il a parlé de la volonté ou du changement effectif de son mode alimentaire à son médecin généraliste. Si ce n'est pas le cas l'inciter à le faire en lui montrant l'importance d'un suivi médical (analyses biologiques régulières). Il apparaît important de trouver un professionnel de santé à l'écoute et qui acceptera de réaliser le suivi de ce type de régime alimentaire.

## **II.5. Substances d'origine animale et expérimentation animale**

Les vegans vont plus loin dans leur réflexion que les végétaliens, leur volonté de respect de l'animal s'étend au-delà de leur alimentation et ils refusent également que leur environnement matériel renferme des produits issus des animaux : vêtements en cuir, soie, chaussures en cuir... Il en est de même pour les produits d'hygiène et de soins, ils s'intéressent de près à la liste des ingrédients et « traquent » les excipients d'origine animale pour ne pas les utiliser. L'industrie cosméto-pharmaceutique a bien identifié ce phénomène et de nouvelles marques se sont créés revendiquant leur engagement à ne pas utiliser de matière première issus des animaux et à ne pas tester leurs produits sur les animaux. Des labels éthiques associés au respect de l'animal sont également apparus pour certifier les marques.

Actuellement la législation européenne (du 11 mars 2013) interdit les tests sur les animaux pour les produits cosmétiques, que ce soit au niveau des tests intermédiaires sur les ingrédients que les tests sur les produits finis.

La vente et l'importation de produits cosmétiques testés sur les animaux est également interdite au sein de l'Union Européenne. Cependant, le système REACH (Registration, Evaluation and Authorisation of CHemicals : Enregistrement, évaluation, autorisation et restriction des substances chimiques) peut permettre d'effectuer des tests sur les animaux et contourner ainsi cette interdiction. (142)

### **II.5.1. Le bien-être animal**

Le 16 février 2018, l'Anses a publié un avis relatif au bien-être animal, avec une remise en situation dans le contexte actuel, elle propose sa définition, et des critères d'évaluation de ce bien-être animal.

Le bien-être des animaux qui vivent sous la dépendance des humains, animaux d'élevage, de compagnie, utilisés à des fins scientifiques, ou de zoo est une question de plus en plus importante dans nos sociétés. Ce sujet peut être traité selon différentes approches parfois contradictoires : philosophique, morale, scientifique, technologique, économique, sociétale et réglementaire. La définition du bien-être a été définie en prenant en compte l'évolution des connaissances scientifiques dans une approche multidisciplinaire et synthétise les réflexions des experts qu'elle a mobilisés sur les méthodes requises pour son évaluation. (143) La définition est la suivante : « Le bien-être d'un animal est l'état mental et physique

positif lié à la satisfaction de ses besoins physiologiques et comportementaux, ainsi que de ses attentes. Cet état varie en fonction de la perception de la situation par l'animal. » La notion de bien-être repose sur les caractéristiques psychiques des animaux, êtres sensibles et doués de différents niveaux de conscience. (143)

Afin d'évaluer au mieux le bien-être des animaux, il est important de connaître la biologie des espèces mais également les méthodes d'évaluation du bien-être. Les critères d'évaluation sous forme de grilles spécifiques selon les espèces, les stades de développement, les conditions de l'environnement des animaux ont été établies. Ces grilles d'évaluation constituent la base essentielle qui définira le cadre des futurs travaux de recherche et d'expertise de l'agence. (143)

### **II.5.2. Les médicaments**

Lors du développement d'un médicament, plusieurs grandes étapes ont lieu : la phase de recherche fondamentale, la phase préclinique, la phase clinique puis l'AMM (Autorisation de mise sur le marché). Au cours de la phase préclinique, la molécule est évaluée sur des cellules en culture (*in vitro*) mais également chez l'animal (*in vivo*) et grâce à des modèles informatiques (*in silico*). Lors de l'évaluation préclinique, la molécule est testée sur trois espèces d'animaux différentes, dont un rongeur. (144)

Les modèles *in silico* sont des méthodes numériques, leur nom fait référence au silicium (matériau principal retrouvé dans les puces informatiques). Ces méthodes sont fondées sur les lois de la physique et de la chimie. Elles utilisent des approches des mathématiques permettant de simuler ou de modéliser un phénomène biologique à l'aide de l'outil informatique. (144)

La prise de médicaments est donc conditionnée à ce que des recherches précliniques aient été faites sur les animaux. Les modèles *in silico* sont complémentaires des autres études *in vivo* et *in vitro* mais ne peuvent pas les remplacer pour l'instant. Dans le futur peut être que d'autres tests validés scientifiquement permettront de ne pas avoir recours à ces tests sur les animaux.

D'autre part, outre les tests sur les animaux, il faut aussi prendre en compte que certains principes actifs ont une origine animale tout comme certains excipients.

### **II.5.3. L'expérimentation animale**

Les recherches sur le modèle animal sont encadrées par un cadre législatif et réglementaire qui évolue au cours du temps. La première législation européenne date de 1985 : c'est la convention STE 123 : « Convention européenne sur la protection des animaux vertébrés utilisés à des fins expérimentales ou à d'autres fins scientifiques ». La directive 86/609/CEE européenne reprend cette convention et vise à réduire le nombre d'expériences et le nombre d'animaux utilisés lors des expérimentations. Elle a été suivie en France par le décret 87-848 du 19 octobre 1987 modifié par le décret 2001-464 du 29 mai 2001 relatif aux expériences sur les animaux. Ensuite, au niveau européen la convention a été révisée en 2010 (directive 2010/63/UE) et retranscrite dans le droit français en 2013 (décret 2013-118 accompagné de 4 arrêtés d'application).(145)

Aux termes de la loi, l'expérimentation animale concerne « toute expérience sur un animal vertébré vivant y compris les formes larvaires autonomes et/ou capables de reproduction. Ne sont pas considérées comme des expériences au sens du décret celles qui sont faites

sur des animaux invertébrés et sur les formes embryonnaires des vertébrés ovipares, ou celles qui consistent en l'observation d'animaux placés dans des conditions n'entraînant aucune souffrance ou les interventions liées à la pratique agricole ou vétérinaire non expérimentale » (décret n° 2001-464). (146)

La réglementation précise les buts pour lesquels les expériences pratiquées sur les animaux vivants sont considérées comme licites :

- le diagnostic, la prévention et le traitement des maladies ou d'autres anomalies ou de leurs effets, chez l'homme, les animaux vertébrés ou invertébrés ou les plantes y compris les essais d'activité, d'efficacité et de toxicité des médicaments et d'autres substances biologiques et chimiques et de leurs compositions ;
- la détection, l'évaluation et le contrôle ou les modifications des conditions physiologiques chez l'homme, les animaux et les plantes ;
- le contrôle de la qualité des denrées alimentaires ;
- la recherche fondamentale et appliquée ;
- l'enseignement et la formation ;
- la protection de l'environnement ;
- les enquêtes médico-légales. (145)

La convention européenne encourage à n'avoir recours aux expériences sur les animaux que dans la mesure où on ne peut utiliser d'autres méthodes alternatives. Le souci de la souffrance animale est déjà réfléchi et décrit par les chercheurs depuis de nombreuses années, bien avant l'apparition d'un cadre législatif. La « règle des 3R » a été élaborée en 1959 dans un laboratoire anglais par W.M.S. Russell et R.L. Burch, elle constitue le fondement de la démarche éthique appliquée à l'expérimentation animale. Elle comprend les points suivants : (147)

- réduire le nombre d'animaux en expérimentation ;
- raffiner la méthodologie utilisée, inclure des critères d'interruption ;
- remplacer les modèles animaux lorsque cela est possible par des modèles substitutifs.

Les animaux faisant l'objet d'expérimentations doivent être sélectionnés selon des critères quantitatifs bien établis ; ils doivent être bien soignés et toute souffrance inutile doit leur être évitée chaque fois que c'est possible. Des protocoles pour supprimer la douleur, la souffrance ou l'angoisse au cours des expériences sont décrits et doivent être mis en place si besoin. Les animaux transgéniques créés spécifiquement pour l'expérimentation animale ne peuvent pas être relâchés dans la nature. L'euthanasie des animaux est réalisée dans des situations bien précises qui sont décrites. Le sort réservé aux animaux à l'issue de l'expérimentation est décidé en amont lors de la rédaction du protocole d'expérimentation.

Le décret du droit français 2013/118 et ses quatre arrêtés en date du 1<sup>er</sup> février 2013 renforce la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques. Chaque établissement dans lequel des projets ayant recours au modèle animal sont mis en œuvre doit désigner un vétérinaire référent, un responsable des compétences, un responsable du bien-être animal avec la création d'une structure chargée du bien-être animal. (148) L'expérimentateur doit obtenir une autorisation de projet préalable pour tous les projets fondés sur l'utilisation d'animaux. Cette autorisation (conditionnée à l'évaluation par le comité d'éthique favorable) est délivrée pour une durée de 5 ans maximum par le ministère

chargé de la recherche. Les Comités d'Éthique en Expérimentation Animale (CEEA) sont constitués d'au moins 5 personnes : un vétérinaire, un chercheur, un expérimentateur, un animalier et une personne du corps social non impliqué dans les activités de recherche. (148)

La prise en considération croissante du bien-être animal et l'éthique sont au cœur de tous les projets scientifiques. Régulièrement l'application de la convention européenne est réévaluée et, si nécessaire, les dispositions peuvent être élargies ou renforcées.

#### II.5.4. L'homéopathie

Les granules et les globules homéopathiques sont de petits grains sphériques constitués de lactose à 15 % et de saccharose à 85 %. Ils sont préparés à partir d'un cristal de lactose autour duquel est pulvérisé une préparation de sirop simple de saccharose en plusieurs cycles d'enrobage entrecoupés de périodes de séchage à 35/36 °C. A la fin le granule ou le globule sont recouverts d'une couche finale de lactose pulvérulent.

Le lactose est un produit issu du lait. Mais il est possible en pharmacie de faire préparer des granules ou des globules sans lactose. Celui-ci est alors remplacé par du xylitol qui est un polyol issu de l'écorce de bouleau. Les comprimés homéopathiques sont également composés d'un mélange de saccharose et de lactose.

La forme pommade est préparée en général avec la teinture mère à la base et l'excipient utilisé est la vaseline ou un mélange vaseline-lanoline. La vaseline est un produit issu de la pétrochimie, en revanche la lanoline est issue de la laine de mouton.

La forme goutte est constituée de la teinture-mère ou du macérât. La première décimale de teinture-mère est préparée à l'alcool à 60° et ensuite les autres dilutions à l'alcool à 30°. Les ampoules buvables sont préparées à l'alcool à 15°. La forme gel est préparée en général à partir de la teinture mère et les excipients utilisés sont le carbomère, l'éthanol et l'eau purifiée. Le carbomère est un polymère d'acide acrylique (pétrochimie) utilisé comme un agent épaississant permettant d'obtenir une forme gel au contact de l'eau. La forme suppositoire contient des dérivés dilutions de teintures mères et les excipients généralement utilisés sont des glycérides hémi-synthétiques solides.

Enfin, il faut également s'intéresser à l'origine des souches homéopathiques. Certaines sont issues de composés d'animaux ou même parfois de l'animal entier qui est tué lors de la préparation. La plupart des préparations des teintures mères sont réalisées à partir des animaux vivants entiers, broyés dans un mortier avec de l'alcool. La liste suivante est un aperçu des souches homéopathiques disponibles à partir des animaux : (149)

Animaux entiers :

- animaux aquatiques : *Asterias rubens* (étoile de mer), *Corallium rubrum* (corail rouge) ;
- araignées : *Aranea diadema* (araignée à diadème), *Latrodectus mactans* (à partir de la femelle de veuve noire), *Tarentula cubensis* (mygale de Cuba), *Tarentula hispana* (tarentule d'Espagne ou Lycose), *Theridion curassavicum* (araignée orange de Curaçao) ;
- insectes : *Apis mellifica* (abeille), *Blatta orientalis* (caffard), *Cantharis vesicatoria* (cantharide ou mouche espagnole), *Coccus cacti* (cochenille), *Formica rufa* (fourmi rouge).

Sécrétions et autres parties utilisées :

- les venins de Serpents : *Bothrops lanceolatus* (bothrops fer de lance), *Crotalus horridus* (crotale des bois), *Lachesis mutus* (serpent jaunâtre), *Naja tripudians* (serpent à lunette), *Vipera redi* (vipère aspic) ;
- sécrétions provenant d'autres animaux : *Murex purpurea* (mollusques gastéropodes, communément appelés « escargot de mer »), *Ambra grisea* (l'ambre gris est une concrétion provenant des voies digestives du cachalot), *Lac caninum* (lait de chienne recueilli 15 jours après la mise bas), *Mephitis putorius* (sécrétion des glandes anales du putois), *Moschus* (sécrétion de la glande à musc du chevrotain porte-musc), *Sepia officinalis* (encre de seiche), *Bufo* (à partir de la sécrétion glandulaire cutanée qui contient le venin du crapaud) ;
- autres parties utilisées : *Carbo animalis* (charbon animal préparé à partir d'os de poulets), Poumon histamine (à partir du poumon de cobaye sacrifié au cours d'un choc anaphylactique à l'ovalbumine après sensibilisation préalable). (149)

## II.5.5. Les compléments alimentaires

### Environnement réglementaire

La directive 2002/46/CE du parlement européen et du conseil du 10 juin 2002 (transposé dans le droit français par le décret n°2006-352) apporte la définition du complément alimentaire : ce sont des 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 **dosages** (gélules, pastilles, comprimés, sachets de poudre, solutions buvable en ampoules ou en flacons compte-gouttes et les autres formes analogues de préparations liquides ou en poudre) destinées à être prises en unités mesurées de faible quantité. (150)

Les compléments alimentaires ne nécessitent pas d'autorisation de mise sur le marché pour être en vente contrairement aux médicaments. Ils font l'objet de déclarations auprès de la Direction de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes (DGCCRF) qui examine leur composition et réalise des contrôles comme pour les autres catégories de denrées alimentaires. L'industriel est responsable de la conformité des compléments alimentaires mis sur le marché. Plusieurs dispositions réglementaires au niveau européen et national établissent la liste des ingrédients autorisés dans compléments alimentaires : vitamines, minéraux et plantes ainsi que les doses journalières maximales à ne pas dépasser pour les vitamines et minéraux. (151) Comme ce sont des denrées alimentaires, des allégations nutritionnelles peuvent figurer sur leurs emballages, publicité, etc. ; elles doivent être conformes aux dispositions du règlement européen n° 1924/2006.

### Accompagnement à l'officine

Lors d'un conseil à l'officine destiné à une personne végétarienne ou végan (excluant les produits animaux de son environnement également) quelques points sont à vérifier (outre l'âge, la posologie, l'indication, les interactions médicamenteuses possibles et les contre-indications avec les autres traitements ou le terrain du patient) lors du choix du complément alimentaire.

La forme pharmaceutique peut avoir une incidence, il faut faire attention aux formes gélules et capsules qui peuvent contenir des gélatines animales (porc, autre). Actuellement, de nouvelles gélules sont produites à partir de substances végétales :

- l'hydroxypropylméthylcellulose (HPMC) ou hypromellose est une forme de cellulose utilisée comme excipient dans la production de gélules, ces gélules ont une libération conventionnelle, elles ne sont pas gastrorésistantes. L'HPMC provient d'arbres plus précisément de pin et d'épicéa ;
- le pallulane : polysaccharide naturel constitué d'unités de maltotriose. Il est obtenu par fermentation du tapioca, sans transformation chimique.

Les formes comprimés contiennent souvent du lactose, comme c'est un excipient à effet notoire il est facilement repérable sur l'emballage du médicament. Le saccharose est d'origine végétale. Les formes liquides conviennent souvent aux végétariens. Dans tous les cas, il faut vérifier la liste des excipients.

Les excipients utilisés doivent être d'origine végétale, minérale ou synthétique mais pas animale. Parfois une même substance peut avoir plusieurs origines, c'est le cas par exemple du stéarate de magnésium, de l'acide stéarique, de l'acide lactique. Il faut alors se renseigner auprès du fabricant pour savoir l'origine exacte car elle n'est pas spécifiée sauf si le produit possède un label.

Il convient de demander au patient s'il ne prend pas un autre complément alimentaire et de vérifier s'il n'y a pas redondance entre les substances contenues dans chacun des compléments alimentaires (risque de surdosage)

Il existe de nombreuses marques de laboratoires impliqués dans la démarche de production de compléments destinés aux végétariens et végétariens.

Exemple du laboratoire Solgar® : plus de 80 % de la gamme Solgar convient aux végétariens (logo avec une feuille verte pour les repérer). Les contenants sont des flacons en verre ambrés qui protègent le contenu de la chaleur, de la lumière et de l'humidité. Les flacons en verre et les bouchons en aluminium sont 100 % recyclables, un point positif à souligner. La marque est distribuée en pharmacie et dans les magasins de diététique.

## **La nutrivigilance**

La nutrivigilance est système de vigilance créée dans la loi HPST (Hôpital, Patients, Santé, Territoires) et mise en place par l'Anses en 2009 suite à l'observation de l'augmentation conséquente de la consommation de compléments alimentaires mais également de boissons enrichies en substances et de nouveaux ingrédients, aliments, produits destinés à l'alimentation de populations particulières. Le dispositif de nutrivigilance collecte et analyse les effets indésirables liés à la consommation de ces produits afin d'en faire une expertise pour déterminer les précautions d'emploi et les situations où il doit être déconseillé. (152)

L'utilisation des compléments alimentaires n'est pas anodine et les pharmaciens sont les professionnels de santé compétents pour apporter un avis éclairé lors de la prise d'un complément alimentaire et sécuriser la délivrance via leurs connaissances pharmaceutiques (sécurité qu'il n'y a pas dans le commerce en ligne ou les grandes surfaces).

Parfois les patients ne sont pas suffisamment renseignés sur les compléments alimentaires, c'est le cas d'une femme prenant des compléments alimentaires pour la préparation à la grossesse dans une réponse au questionnaire et qui prend aussi de l'harpagophytum (1 gélule matin et soir) qui est une plante anti-inflammatoire, fortement déconseillée au cours de la grossesse.

Le pharmacien a aussi l'obligation de déclarer les cas de nutrivigilance lorsqu'il est témoin d'un effet secondaire pouvant être imputé à la prise d'un complément alimentaire chez un patient. (152)

### **II.5.6. Les produits cosmétiques**

Un produit cosmétique répond à une réglementation différente de celle des médicaments. Ils n'ont pas besoin d'une autorisation de mise sur le marché, ils doivent seulement être notifiés sur un site communautaire.

Le consommateur végétarien recherche des produits cosmétiques exempts de produits d'origine animale et qui ne soient pas non plus testés sur les animaux. Les excipients d'origine végétale ou minérale, ou synthétique sont acceptés par les végétariens.

#### **Environnement réglementaire (153)**

Le début de la réglementation sur les cosmétiques se situe suite à l'affaire Morhange (talc contaminé par des quantités importantes d'hexachlorophène) avec la loi Veil en 1975. La directive européenne 76/768/CEE du 27 juillet 1976 fixe la base législative des produits cosmétiques. Une harmonisation des législations nationales a été réalisée ensuite au niveau européen afin de faciliter la libre circulation de ces produits au sein du marché intérieur de l'Union Européenne.

#### **Directive européenne 76/768/CEE**

La directive européenne 76/768/CEE établit des règles concernant la composition, l'étiquetage, l'emballage des produits cosmétiques, leur commercialisation ainsi que sur les expérimentations sur les animaux. Cette directive européenne a été transposée dans le Code de la Santé Publique français, V<sup>e</sup> partie (Produits de santé), livre I<sup>er</sup> (Produits pharmaceutiques), titre III (Autres produits), chapitre I<sup>er</sup> (Produits cosmétiques), articles L 5131-1 à L 5131-11 et R 5131-1 à R 5131-12.

#### **Règlement CE n° 1223/2009**

Plus récemment, la Commission européenne a reformulé un nouveau texte de loi en incluant les dernières avancées technologiques dans le domaine (nanoparticules, ...). Le 30 novembre 2009, le nouveau règlement CE n° 1223/2009 a été adopté et remplace la directive européenne 76/768/CEE, son application totale eu lieu en 2013. Le fabricant est responsable de la sécurité et de l'innocuité du produit cosmétique.

#### **Le règlement REACH (154) (142)**

REACH est un règlement de l'Union Européenne adopté pour mieux protéger la santé humaine et l'environnement contre les risques liés aux substances chimiques (utilisées dans les processus industriels mais cela concerne également les substances rencontrées dans la vie de tous les jours : produits cosmétiques, produits de nettoyage, peintures, substances pouvant se retrouver sur les meubles, les habits, les appareils électriques...). Le programme REACH s'assure que les substances utilisées par l'industrie ne présentent aucun danger pour les humains et l'environnement. REACH répertorie toutes les substances chimiques utilisées par l'industrie et toutes les informations les concernant. (154) Lorsqu'une industrie décide d'utiliser une nouvelle substance non encore répertoriée par le système REACH, ou que les informations sur une substance déjà existante mais dont les informations sont insuffisantes, c'est à l'industriel de démontrer que la substance qu'il utilise ne présente aucun danger. Pour donner la preuve d'innocuité, l'entreprise doit réaliser des tests parfois ces tests sont réalisés

sur les animaux lorsqu'il n'existe pas d'alternative. Les données recueillies sur les substances chimiques à l'issue de ces tests doivent obligatoirement être centralisées, ceci dans le but d'éviter la multiplication des tests.

Le programme REACH s'intéresse également au développement de méthodes alternatives pour l'évaluation des dangers liés aux substances afin de réduire le nombre d'essais sur les animaux. Les alternatives aux tests sur les animaux se développent et sont de plus en plus fiables.

Depuis seulement le 11 juillet 2013, le règlement de 2009 concernant l'interdiction des tests sur les animaux est entré en vigueur dans toute l'Union Européenne. Plus aucun produit cosmétique ne peut désormais être vendu au sein de l'Union Européenne si le produit fini ou ses ingrédients ont fait l'objet de tests sur les animaux (ceci étant valable si les tests sont effectués ou non dans un pays de l'UE).

Néanmoins, dans les trois situations suivantes, les tests sur les animaux sont encore réalisés :

- lorsque les substances ont plusieurs applications dans des domaines différents (cosmétique, pharmacologie, chimie, agroalimentaire) en plus du domaine de la cosmétologie ;
- lorsque les substances peuvent remettre en question la sécurité des travailleurs qui y sont exposés sur les chaînes de production (ceci concerne certaines catégories de composants) ;
- les produits testés et mis sur le marché avant mars 2013 et qui restent commercialisés.

### **La position de la France**

En France, le système REACH contrôle l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation de la mise sur le marché des produits chimiques et donc son utilisation par la population humaine. Le système REACH impose des tests aux fabricants de ces produits chimiques afin de prouver leur innocuité. Des tests alternatifs, c'est-à-dire des tests non réalisés sur les animaux sont effectués mais parfois la preuve d'innocuité n'étant pas assez forte, d'autres tests réalisés cette fois-ci sur les animaux doivent alors être réalisés. Les tests alternatifs ont recours à des peaux et des cornées notamment reconstitués en laboratoires ; ils présentent l'avantage d'être beaucoup moins cher que les tests réalisés sur les animaux.

### **La position de la Chine sur les tests sur les animaux (142)**

Récemment, la Chine a changé sa position sur les tests et commence à renoncer à ce qu'ils soient effectués sur des animaux mais à la condition que les produits finis soient fabriqués sur son territoire.

Lorsqu'une marque de cosmétiques décide de s'implanter ou de commercialiser sur le territoire chinois, la marque doit répondre à des tests exigés par la Chine sur ces produits. Si une marque vend physiquement son produit en Chine, le produit est obligatoirement testé, et ce même s'il est fabriqué hors de la Chine. (142) En revanche, la vente sur internet (lorsqu'il n'y a pas de points physiques de vente sur le territoire Chinois) permet de contourner cette règle.

### **Les labels**

Il faut bien distinguer les produits dit « cruelty-free » c'est-à-dire non testés sur les animaux ; des produits « végans » qui ne comportent pas de produits issus des animaux dans leur composition. Certains produits peuvent être cruelty-free sans pour autant être vegan, certains sont les deux à la fois.

### Label HCS : Human Cosmetics Standard



Le label HCS (Human Cosmetics Standard) ou « Leaping Bunny » (dit « lapin bondissant » ou « lapin étoilé ») garantit que la marque labellisée n'est pas implantée en Chine et que ses produits ainsi que les ingrédients utilisés ne sont jamais testés sur les animaux. Leaping Bunny a été fondé par plusieurs associations de protection animale. Leaping Bunny propose aussi une liste des marques qui testent et qui ne testent pas sur les animaux.(142)

### Label Cruelty-free et Cruelty-free and vegan



Les logos « Cruelty-Free » et « Cruelty-Free and vegan » garantissent que la marque en question n'est pas implantée en Chine et que les produits et les ingrédients qui les composent ne sont jamais testés sur les animaux. Le second garantit en plus que le produit est vegan.(142)

### Le label allemand IHTK



Le label allemand IHTK garantit qu'aucun des produits d'une marque et des ingrédients qu'elle utilise n'ont été testés sur les animaux. Ce label garanti également que la marque n'engage aucun organisme afin de réaliser des tests sur les animaux en son nom. (142)

### Le label australien CCF (Choose Cruelty-Free)



Le label australien CCF (Choose Cruelty-Free) garantit qu'une marque n'effectue aucuns tests animaux et qu'elle ne vend pas ses produits dans un pays autorisant l'expérimentation animale. (142)

## II.5.7. Les substances d'origine animale

De nombreux excipients ou substances actives sont d'origine animale, notamment le lactose qui est préparé à partir du petit lait (lait privé de caséine et de beurre). Le stéarate de magnésium peut être d'origine animale, il faut contacter le fabricant pour en savoir plus dans ces cas-là. (155)

Une liste non exhaustive des excipients et substances d'origine animale est disponible en Annexe 7.

## Conclusion

---

Les alimentations végétariennes, végétaliennes et végans sont des alimentations bénéfiques pour la santé humaine. Tout d'abord, l'espérance de vie est augmentée. Ensuite, une diminution des facteurs de risques liés aux maladies chroniques (hypertension, obésité, anomalies lipidiques) est observée. L'alimentation végétalienne est associée à un risque moindre de développer des maladies chroniques : diabète de type 2, syndrome métabolique, maladie cardiovasculaire, mortalité générale par cancer, cancer colorectal, cancer de la prostate.

Ces effets bénéfiques sont dus à certaines habitudes alimentaires probablement associées à un mode de vie sain. En effet, comme le questionnaire et les études Nutrinet Santé ont pu le démontrer les personnes adoptant ce régime consomment plus de fruits et légumes que les non-végétariens contribuant à un apport important en fibres, micronutriments et phyto-nutriments. D'autre part, ils ont tendance à consommer plus de produits céréaliers complets, des oléagineux et des légumineuses de façon régulière. Les habitudes alimentaires adoptées par les végétariens et les végétaliens sont les plus en adéquation avec les recommandations du PNNS 4. Cependant un point important vient nuancer ce constat : la consommation de produits industriels transformés et ultra-transformés est assez importante chez les végétariens et végétaliens. L'apparition sur le marché de nouveaux produits labellisés « végans » (simili-carnés, simili-poisson, galettes végétales, ...) est responsable de cet engouement. La consommation de ces produits est à limiter.

Les risques carenciels ne sont cependant pas à négliger surtout en ce qui concerne la vitamine B12 dont les conséquences peuvent être graves et irréversibles. La supplémentation en vitamine D doit être réalisée tout comme dans la population générale. Les apports en acides gras oméga-3, calcium, fer, iode, zinc, magnésium et sélénium doivent être surveillés et complétés si besoin. Certaines situations physiologiques, la croissance, la grossesse, l'allaitement et la sénescence sont à suivre plus étroitement médicalement. L'adoption de ces types de régimes alimentaires nécessite des connaissances sur les aliments et les suppléments à réaliser pour ne pas être carencé. Le pharmacien a donc un rôle important à jouer à l'officine lors d'un conseil et/ou bien lors de la délivrance d'une ordonnance dans ce contexte.

## Références bibliographiques

---

1. Schlienger J-L. Existe-t-il un modèle alimentaire optimal ? Médecine Mal Métaboliques. 1 mai 2017;11(3):266-71.
2. Lamisse F. L'alimentation végétarienne. Médecine Mal Métaboliques. 1 mars 2013;7(2):109-13.
3. Lecerf J-M. Régimes à la mode. Wwwem-Premiumcomdatatraitessn10-71965 [Internet]. 10 nov 2016 [cité 11 janv 2019]; Disponible sur: <http://www.em-premium.com/article/1094100/resultatrecherche//25>
4. Guéguen J, Walrand S, Bourgeois O. Les protéines végétales : contexte et potentiels en alimentation humaine. Cah Nutr Diététique. 1 sept 2016;51(4):177-85.
5. Larousse É. Encyclopédie Larousse en ligne - végétarisme [Internet]. [cité 3 oct 2017]. Disponible sur: <http://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/végétarisme/16882>
6. Extenso : le centre de référence sur la nutrition de l'université de Montréal. À chacun son type de végétarisme - Végétarisme - Au quotidien - Extenso [Internet]. Extenso. [cité 11 janv 2018]. Disponible sur: <http://www.extenso.org/article/a-chacun-son-type-de-vegetarisme/>
7. Schlienger J-L. La tentation végétale est-elle nutritionnellement acceptable ? Bip Bop [Internet]. [cité 11 mars 2018]; Disponible sur: [http://www.bib-bop.org/base\\_bib/bib\\_detail.php?ref=19894&titre=la-tentation-vegetale-est-elle-nutritionnellement-acceptable](http://www.bib-bop.org/base_bib/bib_detail.php?ref=19894&titre=la-tentation-vegetale-est-elle-nutritionnellement-acceptable)
8. Larousse É. Encyclopédie Larousse en ligne - végétalisme [Internet]. [cité 3 oct 2017]. Disponible sur: <http://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/végétalisme/16881>
9. Larousse É. Définitions : véganisme - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cité 18 janv 2018]. Disponible sur: <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/v%C3%A9ganisme/10910804>
10. Galland N, Marre-Fournier F. Risques et bénéfices des régimes végétariens: conseil à l'officine. Limoges, France: S.C.D. de l'Université de Limoges; 2009.
11. Mathieu S, Dorard G. Végétarisme, végétalisme, véganisme : aspects motivationnels et psychologiques associés à l'alimentation sélective. /data/revues/07554982/v45i9/S0755498216302019/ [Internet]. 29 sept 2016 [cité 11 janv 2018]; Disponible sur: <http://www.em-consulte.com/en/article/1083267>
12. Garat S. Le végétarisme dans l'Antiquité grecque. Entretien avec Alexandra Kovacs [Internet]. Actualités des études anciennes. [cité 4 janv 2019]. Disponible sur: <https://reainfo.hypotheses.org/9209>
13. Vegan Pratique. Pourquoi devenir vegan ? [Internet]. Vegan Pratique. [cité 25 mai 2019]. Disponible sur: <https://vegan-pratique.fr/pourquoi-devenir-vegan/>
14. ANSES. L'Anses actualise les repères de consommations alimentaires pour la population française | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 12 mars 2018]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/l%E2%80%99anses-actualise-les-rep%C3%A8res-de-consommations-alimentaires-pour-la-population-fran%C3%A7aise>

15. ANSES. AVIS et RAPPORTS de l'Anses relatifs à l'Actualisation des repères du PNNS : élaboration des références nutritionnelles [Internet]. [cité 31 janv 2019]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/avis-et-rapports-de-lanses-relatifs-%C3%A0-lactualisation-des-rep%C3%A8res-du-pnns-%C3%A9laboration-des>
16. Darmaun D. Métabolisme des protéines in vivo chez l'homme. Wwwem-Premiumcomdatatraitessn10-69562 [Internet]. 24 août 2016 [cité 5 janv 2019]; Disponible sur: <http://www.em-premium.com/article/1075313/resultatrecherche//12>
17. ANSES. Apport en protéines : consommation, qualité, besoins et recommandations | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 25 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/apport-en-prot%C3%A9ines-consommation-qualit%C3%A9-besoins-et-recommandations-2>
18. Tomé D. Besoins en protéines et en acides aminés & qualité des protéines alimentaires. Cholé-Doc. févr 2009;(111):6.
19. Martin A, Courcy GP de. Besoins nutritionnels et apports conseillés : valeurs de référence pour l'énergie, les macronutriments et les micronutriments. Httpwwwem-Premiumcomdatatraitessn10-86502 [Internet]. 19 déc 2017 [cité 1 nov 2018]; Disponible sur: <http://www.em-premium.com/article/1188801/resultatrecherche//7>
20. ENSA. News & Resources | ENSA [Internet]. [cité 25 mai 2019]. Disponible sur: <http://www.ensa-eu.org/news-resources/>
21. Tomé D. Evaluation de la qualité de l'apport en protéines : où en est-on ? Cholé-Doc. avr 2015;(144):6.
22. Position Papers | ENSA [Internet]. [cité 28 mai 2019]. Disponible sur: <http://www.ensa-eu.org/category/position-papers/>
23. Marsh KA, Munn EA, Baines SK. Protein and vegetarian diets. Med J Aust. 19 août 2013;199(4 Suppl):S7-10.
24. Cuvelier C, Cabaraux J-F, Dufrasne I, Hornick J-L, Istasse L. Acides gras : nomenclature et sources alimentaires - PDF. [cité 7 févr 2019]; Disponible sur: <https://docplayer.fr/23879443-Acides-gras-nomenclature-et-sources-alimentaires.html>
25. Colette C, Monnier L. Acides gras : classification, fonction et équilibre entre les différentes familles: Fatty acids: Classification, function and balance between the different families. Médecine Mal Métaboliques. 1 juin 2011;5(3):237-45.
26. Schlienger J-L. Acides gras alimentaires : les lignes bougent ! Médecine Mal Métaboliques. 1 sept 2010;4(4):473-4.
27. Legrand P, Coudray B. ANC en acides gras chez l'adulte. Nutri-Doc [Internet]. févr 2011 [cité 25 mai 2019];(89). Disponible sur: [https://www.cerin.org/wp-content/uploads/woocommerce\\_uploads/2011/02/89-anc-acides-gras-adulte.pdf](https://www.cerin.org/wp-content/uploads/woocommerce_uploads/2011/02/89-anc-acides-gras-adulte.pdf)
28. Halimi S, Ressel M, Siaud C, Debaty I. Aspects qualitatifs des apports glucidiques : index glycémique des aliments et fibres alimentaires. Médecine Mal Métaboliques. 1 sept 2007;1(3):21-5.

29. ANSES. Sucres dans l'alimentation | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 25 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/sucres-dans-l%E2%80%99alimentation>
30. OMS. Alimentation saine [Internet]. [cité 25 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
31. Champ M. Fibres alimentaires. Nutri-Doc, Cerin [Internet]. août 2001 [cité 25 mai 2019];(32). Disponible sur: [https://www.cerin.org/wp-content/uploads/woocommerce\\_uploads/2010/02/83-fibres-alimentaires.pdf](https://www.cerin.org/wp-content/uploads/woocommerce_uploads/2010/02/83-fibres-alimentaires.pdf)
32. Champ M. Les glucides: classifications et dénominations diverses. Wwem-Premiumcomdatarevues19572557v12i5S1957255718301135 [Internet]. 20 sept 2018 [cité 6 janv 2019]; Disponible sur: <http://www.em-premium.com/article/1246530/resultatrecherche//34>
33. HCSP. Révision des repères alimentaires pour les adultes du futur Programme national nutrition santé 2017-2021 [Internet]. Paris: Haut Conseil de la Santé Publique; 2017 févr [cité 30 mars 2019]. Disponible sur: <https://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=600>
34. Ministère de la Santé, PNNS. Les 9 repères à la loupe | Manger Bouger [Internet]. [cité 21 janv 2018]. Disponible sur: <http://www.mangerbouger.fr/Les-9-reperes/Les-9-reperes-a-la-loupe>
35. Santé publique France - Santé publique France présente les nouvelles recommandations sur l'alimentation, l'activité physique et la sédentarité [Internet]. [cité 25 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/Accueil-Presses/Tous-les-communiqués/Sante-publique-France-presente-les-nouvelles-recommandations-sur-l-alimentation-l-activite-physique-et-la-sedentarite>
36. Allès B, Baudry J, Méjean C, Touvier M, Péneau S, Hercberg S, et al. Comparison of Sociodemographic and Nutritional Characteristics between Self-Reported Vegetarians, Vegans, and Meat-Eaters from the NutriNet-Santé Study. *Nutrients*. 15 sept 2017;9(9).
37. Allès B, Méjean C, Touvier M, Péneau S, Baudry J, Buscaïl C, et al. Première étude sur les profils sociodémographiques et nutritionnels de végétariens et végétaliens français, résultats de Nutrinet-Santé. *Nutr Clin Métabolisme*. 1 sept 2017;31(3):249.
38. Degand C. Alimentation végétarienne : impact sur la santé et conseil officinal. 30 oct 2018 [cité 7 mai 2019]; Disponible sur: <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01913994>
39. Hulot S, Allès B, Touvier M, Julia C, Buscaïl C de B, Hercberg S, et al. Exclusions alimentaires multiples : description de profils de pratiques et des motivations associées dans la cohorte NutriNet-Santé. Wwem-Premiumcomdatarevues09850562v32i4S0985056218302681 [Internet]. 15 nov 2018 [cité 23 mars 2019]; Disponible sur: <http://www.em-premium.com/article/1257697/resultatrecherche//1>
40. ANSES. Avis de l'Anses Rapport d'expertise collective - Étude individuelle nationale des consommations alimentaires 3 (INCA 3). 2017.
41. ANSES. INCA 3 : Evolution des habitudes et modes de consommation, de nouveaux enjeux en matière de sécurité sanitaire et de nutrition [Internet]. [cité 11 sept 2017].

Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/inca-3-evolution-des-habitudes-et-modes-de-consommation-de-nouveaux-enjeux-en-mati%C3%A8re-de>

42. Alim'agri, Ministère de l'agriculture et de l'alimentation. Étude prospective sur les comportements alimentaires de demain [Internet]. [cité 25 mars 2018]. Disponible sur: <http://agriculture.gouv.fr/etude-prospective-sur-les-comportements-alimentaires-de-demain>
43. TerraEco. Sondage : 10% des Français interrogés envisagent de devenir végétariens [Internet]. [cité 27 mars 2018]. Disponible sur: <https://www.terraeco.net/Sondage-qui-sont-les-vegetariens,64594.html>
44. CREDOC. Fruits et légumes: les Français suivent de moins en moins la recommandation [Internet]. [cité 2 avr 2018]. Disponible sur: <http://www.credoc.fr/publications/abstract.php?ref=CMV292>
45. Haut Conseil de la Santé Publique. Adéquation aux nouvelles recommandations alimentaires des adultes âgés de 18 à 54 ans vivant en France / Janv 2019 /Rapports et synthèses [Internet]. [cité 30 mars 2019]. Disponible sur: <http://invs.santepubliquefrance.fr/Publications-et-outils/Rapports-et-syntheses/Maladies-chroniques-et-traumatismes/2019/Adequation-aux-nouvelles-recommandations-alimentaires-des-adultes-ages-de-18-a-54-ans-vivant-en-France>
46. Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Santé ,, 2011. Le PNNS 2011-2015 - Programme national nutrition santé - Manger Bouger Professionnel [Internet]. [cité 30 mars 2019]. Disponible sur: <http://www.mangerbouger.fr/pro/le-pnns/pnns-106/connaitre-le-pnns/le-pnns-2011-2015.html>
47. Pierre-Lecocq K. Besoin en protéines [Internet]. CERIN. [cité 26 janv 2019]. Disponible sur: <https://www.cerin.org/rapports/besoin-en-proteines/>
48. Melina V, Craig W, Levin S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *J Acad Nutr Diet.* 1 déc 2016;116(12):1970-80.
49. Davey GK, Spencer EA, Appleby PN, Allen NE, Knox KH, Key TJ. EPIC-Oxford: lifestyle characteristics and nutrient intakes in a cohort of 33 883 meat-eaters and 31 546 non meat-eaters in the UK. *Public Health Nutr.* mai 2003;6(3):259-69.
50. Gerber M, Berta-Vanrullen I. Soja et phytoestrogènes. *Wwwem-Premiumcomdatarevues0929693X0013000606001126* [Internet]. [cité 24 janv 2019]; Disponible sur: <http://www.em-premium.com/article/47335/resultatrecherche//1>
51. Messina M, Rowland I, Widhalm K, Joubrel G, Arnoldi A, Delzenne N, et al. Aliments à base de soja et système endocrinien. *Wwwem-Premiumcomdatarevues17667305v9i34S176673051300034X* [Internet]. 17 juill 2013 [cité 26 janv 2019]; Disponible sur: <http://www.em-premium.com/article/823425/resultatrecherche//29>
52. Lecerf J-M, Arnoldi A, Delzenne N, Rowland I, Joubrel G, Messina M, et al. Aliments à base de soja et santé cardiovasculaire. *Wwwem-Premiumcomdatarevues17667305v9i34S1766730513000338* [Internet]. 17 juill 2013 [cité 26 janv 2019]; Disponible sur: <http://www.em-premium.com/article/823424/resultatrecherche//2>

53. Messina M, Delzenne N, Joubrel G, Arnoldi A, Lecerf J-M, Rowland I, et al. Aliments à base de soja et cancer du sein. Wwwwem-Premiumcomdatarevues17667305v9i34S1766730513000326 [Internet]. 17 juill 2013 [cité 20 janv 2019]; Disponible sur: <http://www.em-premium.com/article/823423/resultatrecherche//13>
54. Rizzo G, Baroni L. Soy, Soy Foods and Their Role in Vegetarian Diets. Nutrients [Internet]. 5 janv 2018 [cité 5 févr 2019];10(1). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5793271/>
55. ENSA. Les aliments à base de soja et les enfants : les avantages de la consommation de soja dès l'enfance. [Internet]. [cité 28 mai 2019]. Disponible sur: [http://www.sojaxa.com/IMG/pdf/soja\\_enfants.pdf](http://www.sojaxa.com/IMG/pdf/soja_enfants.pdf)
56. Claude L. Les lipides – nutrition et santé. Lavoisier; 2013. 354 p.
57. Rojot C. Approche diététique du régime végétarien. Prat En Nutr. juill 2018;14(55):36-9.
58. Laviaille M. Acides gras poly-insaturés (omega 3, omega 6) et fonctionnement du système nerveux central. 2010;18.
59. Guillard J-C. Vitamines hydrosolubles (II). Vitamines B9, B12 et C. Httpwwwem-Premiumcomdatatraitessgn10-60308 [Internet]. 14 déc 2012 [cité 1 nov 2018]; Disponible sur: <http://www.em-premium.com/article/749124/resultatrecherche//21>
60. Guillard J-C, Lequeu B. Encyclopédie des vitamines - Du nutriment au médicament. Tec & Doc. Vol. Volume 1 : Données fondamentales : métabolisme et fonctions. 2009. 847 p.
61. ANSES. Ciqual Table de composition nutritionnelle des aliments [Internet]. [cité 23 janv 2018]. Disponible sur: <https://ciqual.anses.fr/>
62. Laboratoire d'Hématologie Cellulaire du CHU d'Angers [Internet]. [cité 18 avr 2017]. Disponible sur: <http://www.hematocell.fr/index.php/enseignement-de-lhematologie-cellulaire/globules-rouges-et-leur-pathologie/86-maladie-hemolytique-du-nouveau-ne>
63. Bosco C, Favrat B, Cheseaux M. Carences en vitamine B12 et fer : du diagnostic au suivi. Rev Médicale Suisse [Internet]. [cité 11 janv 2018]; Disponible sur: <https://www.revmed.ch/RMS/2012/RMS-346/Carences-en-vitamine-B12-et-fer-du-diagnostic-au-suivi>
64. 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: à partir d'une revue de la littérature. 1er septembre 2010-, France: Ecole universitaire de Maïeutique Marseille Méditerranée; 2016.
65. Rotter D. Vitamine B12 et Acide Folique | Dr. Schweikart [Internet]. [cité 16 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.vitamine-b12.net/acide-folique/>
66. Hernandez T, Stoermann-Chopard C. Vitamine D et insuffisance rénale chronique : regain d'intérêt pour une vitamine oubliée. Rev Médicale Suisse [Internet]. [cité 14 mai 2019]; Disponible sur: <https://www.revmed.ch/RMS/2012/RMS-361/Vitamine-D-et-insuffisance-renale-chronique-regain-d-interet-pour-une-vitamine-oubliee>
67. Landrier J-F. Vitamine D : sources, métabolisme et mécanismes d'action. Httpwwwem-Premiumcomezproxyunilimfrdatarevues00079960v49i6S0007996014001229 [Internet].

- 5 déc 2014 [cité 29 oct 2018] ; Disponible sur: <http://www.em-premium.com.ezproxy.unilim.fr/article/943472/resultatrecherche/8>
68. Esterle L. La Vitamine D : nouvelles données. :6.
  69. Joubrel G, Rowland I, Lecerf J-M, Messina M, Delzenne N, Widhalm K, et al. Le calcium dans les aliments au soja. Wwwwem-Premiumcomdatarevues17667305v9i34S1766730513000363 [Internet]. 17 juill 2013 [cité 5 janv 2019]; Disponible sur: <http://www.em-premium.com/article/823427/resultatrecherche//4>
  70. Fardellone P. Calcium, magnésium et eaux minérales naturelles. Cah Nutr Diététique. 1 nov 2015;50:S22-9.
  71. De Vernejoul M-C. Eaux minérales naturelles et santé osseuse. Cah Nutr Diététique. 1 nov 2015;50:S44-50.
  72. Iguacel I, Miguel-Berges ML, Gómez-Bruton A, Moreno LA, Julián C. Veganism, vegetarianism, bone mineral density, and fracture risk: a systematic review and meta-analysis. Nutr Rev. 1 janv 2019;77(1):1-18.
  73. ANSES. Évaluation de l'impact nutritionnel de l'introduction de composés iodés dans les produits agroalimentaires [Internet]. [cité 7 févr 2019]. 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>
  74. Watanabe F, Yabuta Y, Bito T, Teng F. Vitamin B12-Containing Plant Food Sources for Vegetarians. Nutrients. 5 mai 2014;6(5):1861-73.
  75. ANSES. AVIS de l'Anses relatif au risque d'excès d'apport en iode lié à la consommation d'algues dans les denrées alimentaires | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 8 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/avis-de-lanses-relatif-au-risque-dexc%C3%A8s-dapport-en-iod%C3%A9-li%C3%A9-%C3%A0-la-consommation-dalgues-dans>
  76. Barnard ND, Levin S. Vegetarian Diets and Disordered Eating. J Am Diet Assoc. 1 sept 2009;109(9):1523.
  77. Robinson-O'Brien R, Perry CL, Wall MM, Story M, Neumark-Sztainer D. Adolescent and Young Adult Vegetarianism: Better Dietary Intake and Weight Outcomes but Increased Risk of Disordered Eating Behaviors. J Am Diet Assoc. 1 avr 2009;109(4):648-55.
  78. Fradet A. La classification NOVA : degré de transformation des aliments et santé [Internet]. 2017 [cité 12 mars 2018]; Université d'été de Nutrition, Clermont-Ferrand. Disponible sur: <https://prodinra.inra.fr/record/420617>
  79. Thierry Souccar Editions. NOVA, une classification des aliments basée sur la science [Internet]. Thierry Souccar Editions. [cité 11 déc 2017]. Disponible sur: <http://www.thierrysouccar.com/nutrition/info/nova-une-classification-des-aliments-basee-sur-la-science-3936>
  80. Dal Gobbo H, Bétry C. L'actualité de l'indice glycémique. Médecine Mal Métaboliques. sept 2018;12(5):418-22.

81. OMS | Additifs alimentaires [Internet]. WHO. [cité 9 avr 2018]. Disponible sur: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/food-additives/fr/>
82. ANSES. Le point sur les additifs alimentaires | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 25 mars 2018]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/le-point-sur-les-additifs-alimentaires>
83. Lamisse F. Faut-il être adventiste du 7e Jour pour être en bonne santé ? Cah Nutr Diététique. 1 déc 2006;41(6):347-51.
84. Fønnebø V. The healthy Seventh-day Adventist lifestyle: what is the Norwegian experience? Am J Clin Nutr. 1 mai 1994;59(5):1124S-1129S.
85. Fraser GE. Associations between diet and cancer, ischemic heart disease, and all-cause mortality in non-Hispanic white California Seventh-day Adventists. Am J Clin Nutr. 1 sept 1999;70(3):532s-8s.
86. Willett W. Lessons from dietary studies in Adventists and questions for the future. Am J Clin Nutr. 1 sept 2003;78(3):539S-543S.
87. Huang T, Yang B, Zheng J, Li G, Wahlqvist ML, Li D. Cardiovascular disease mortality and cancer incidence in vegetarians: a meta-analysis and systematic review. Ann Nutr Metab. 2012;60(4):233-40.
88. Couet C, Jacobi D, Maillot F. Obésité de l'adulte. Wwwem-Premiumcomdatabooks9782294709319BODYB9782294709319000140 [Internet]. 14 mars 2011 [cité 20 janv 2019]; Disponible sur: <http://www.em-premium.com/article/283681/resultatrecherche//5>
89. Key TJ, Appleby PN, Rosell MS. Health effects of vegetarian and vegan diets. Proc Nutr Soc. févr 2006;65(1):35-41.
90. Tonstad S, Butler T, Yan R, Fraser GE. Type of Vegetarian Diet, Body Weight, and Prevalence of Type 2 Diabetes. Diabetes Care. mai 2009;32(5):791-6.
91. Pan A, Sun Q, Bernstein AM, Schulze MB, Manson JE, Willett WC, et al. Red meat consumption and risk of type 2 diabetes: 3 cohorts of US adults and an updated meta-analysis. Am J Clin Nutr. 1 oct 2011;94(4):1088-96.
92. Kahleova H, Tura A, Hill M, Holubkov R, Barnard N, Kahleova H, et al. A Plant-Based Dietary Intervention Improves Beta-Cell Function and Insulin Resistance in Overweight Adults: A 16-Week Randomized Clinical Trial. Nutrients. 9 févr 2018;10(2):189.
93. Rizzo NS, Sabaté J, Jaceldo-Siegl K, Fraser GE. Vegetarian dietary patterns are associated with a lower risk of metabolic syndrome: the adventist health study 2. Diabetes Care. mai 2011;34(5):1225-7.
94. Shang X, Scott D, Hodge A, English DR, Giles GG, Ebeling PR, et al. Dietary protein from different food sources, incident metabolic syndrome and changes in its components: An 11-year longitudinal study in healthy community-dwelling adults. Clin Nutr. 1 déc 2017;36(6):1540-8.

95. Institut National Du Cancer. Prévention des cancers | Institut National Du Cancer [Internet]. [cité 21 janv 2018]. Disponible sur: <http://www.e-cancer.fr/Access-thematique/Prevention-des-cancers>
96. Cancer et environnement. Facteurs de risque du cancer de la prostate | Centre de lutte contre le cancer Léon Bernard [Internet]. [cité 30 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.cancer-environnement.fr/318-Cancer-de-la-prostate.ce.aspx>
97. Cancer et environnement. Alimentation et cancer - Centre de lutte contre le cancer Léon Bernard [Internet]. [cité 30 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.cancer-environnement.fr/177-Alimentation-et-cancer.ce.aspx>
98. ANSES. RAPPORT de l'Anses relatif à l'Actualisation des repères du PNNS : étude des relations entre consommation de groupes d'aliments et risque de maladies chroniques non transmissibles [Internet]. [cité 28 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/rapport-de-lanses-relatif-%C3%A0-lactualisation-des-rep%C3%A8res-du-pnns-%C3%A9tude-des-relations-entre>
99. Cancer et environnement. Facteurs de risque de cancer colorectal | Centre de lutte contre le cancer Léon Bernard [Internet]. [cité 30 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.cancer-environnement.fr/397-Cancer-colorectal.ce.aspx>
100. Cancer et environnement. Facteurs de risques du cancer du sein | Centre de lutte contre le cancer Léon Bernard [Internet]. [cité 30 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.cancer-environnement.fr/144-Cancer-du-sein.ce.aspx>
101. ANSES. Ciqual Table de composition nutritionnelle des aliments [Internet]. [cité 23 janv 2018]. Disponible sur: <https://ciqual.anses.fr/#/cms/la-table-ciqual-2017/node/19>
102. Bacchetta C. La pâleur d'Hélène. *Prat En Nutr.* oct 2013;9(36):41-5.
103. Courtan J. Par quoi remplacer la viande ? | *Sleevup Magazine* [Internet]. [cité 7 mai 2019]. Disponible sur: <http://mag.sleevup.com/par-quoi-remplacer-la-viande/>
104. Pélissier É. Végétarien, végétarien ou flexitarien ? : Ce qui est bon pour la santé. Odile Jacob; 2019. 163 p.
105. Costantino S, Lahmer M. Nourrir son enfant autrement. La Plage; 2019. 300 p.
106. ANSES. L'Anses actualise les repères de consommations alimentaires pour la population française | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 9 avr 2018]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/l%E2%80%99anses-actualise-les-rep%C3%A8res-de-consommations-alimentaires-pour-la-population-fran%C3%A7aise>
107. Vegan Pratique. Les lipides et les acides gras, fiche nutrition [Internet]. Vegan Pratique. [cité 13 avr 2019]. Disponible sur: <https://vegan-pratique.fr/nutrition/les-lipides-et-les-acides-gras/>
108. Thomas E. Prendre en charge les femmes enceintes végétariennes ou végétaliennes. *Wwwem-Premiumcomdatarevues16340760v16i128S1634076017300951* [Internet]. 10 sept 2017 [cité 20 janv 2019]; Disponible sur: <http://www.em-premium.com/article/1140198/resultatrecherche//48>
109. Vive la B12 ! Combien de vitamine B12 faut il ? [Internet]. Vive la B12. 2015 [cité 7 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.vivelab12.fr/combien-de-vitamine-b12-faut-il/>

110. ANSES. AVIS de l'Anses relatif aux risques relatifs à la consommation de compléments alimentaires contenant de la spiruline | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 6 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/avis-de-lanses-relatif-aux-risques-relatifs-%C3%A0-la-consommation-de-compl%C3%A9ments-alimentaires>
111. Cortet B, Grio. Calcul des apports calciques quotidiens par le Grio (Groupe de recherche et d'information sur l'ostéoporose) [Internet]. 2017 [cité 8 mai 2019]. Disponible sur: <http://www.grio.org/espace-gp/calcul-apport-calcique-quotidien.php>
112. RCP - FERROSTRANE 0,68 POUR CENT, sirop - 68994621 - BDM ANSM [Internet]. [cité 27 mai 2019]. Disponible sur: <http://m.base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr/info-68994621#!rcp-68994621-1>
113. Dassonneville M. Métabolisme du fer et anémie par carence martiale [Internet]. Université de Lille 2 Droit et Santé; 2015 [cité 29 mai 2019]. Disponible sur: <http://pepite.univ-lille2.fr/notice/view/UDSL2-workflow-9309>
114. Roth J. Le magnésium : fonctions et besoins - Le Moniteur des Pharmacies n° 3233 du 05/07/2018 - Revues - Le Moniteur des pharmacies.fr. Le Moniteur des pharmacies [Internet]. 5 juill 2018 [cité 6 mai 2019];(3233). Disponible sur: <https://www.lemoniteurdespharmacies.fr/revues/le-moniteur-des-pharmacies/article/n-3233/le-magnesium-fonctions-et-besoins.html>
115. O'Brian MR. La léghémoglobine, cet ingrédient qui fait passer le steak végétal pour de la viande rouge [Internet]. The Conversation. [cité 6 mai 2019]. Disponible sur: <http://theconversation.com/la-leghemoglobine-cet-ingredient-qui-fait-passer-le-steak-vegetal-pour-de-la-viande-rouge-116240>
116. Vegan Pratique. Remplacer les œufs [Internet]. Vegan Pratique. [cité 29 mai 2019]. Disponible sur: <https://vegan-pratique.fr/cote-cuisine/remplacer-les-oeufs/>
117. Bastianetto PS. Graines de chia - Toutes les vertus et Indications [Internet]. <https://www.passeportsante.net/>. 2011 [cité 4 juin 2018]. Disponible sur: [https://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=chia\\_salba\\_ps](https://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=chia_salba_ps)
118. Bastianetto S, Cyr A. Tout sur l' agar-agar : ses bienfaits, son utilisation [Internet]. <https://www.passeportsante.net/>. 2011 [cité 4 juin 2018]. Disponible sur: [https://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=agar\\_agar\\_nu](https://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=agar_agar_nu)
119. Vegan Pratique. Remplacer les produits laitiers - Vegan Pratique [Internet]. [cité 29 mai 2019]. Disponible sur: <https://vegan-pratique.fr/cote-cuisine/remplacer-les-produits-laitiers/>
120. Bacchetta C. Laits de vache, laits non bovins, jus végétaux, quels risques pour les nourrissons ? Wwem-Premiumcomdatarevues17667305v10i37S1766730513001551 [Internet]. 3 avr 2014 [cité 6 mai 2019]; Disponible sur: <https://portailssl.hopitaux-drome-nord.fr/article/885831/resultatrecherche/,DanaInfo=www.em-premium.com,SSL+4>
121. Marfaing H. Qualités nutritionnelles des algues, leur présent et futur sur la scène alimentaire. Cah Nutr Diététique. 1 nov 2017;52(5):257-68.

122. Pierre-Lecocq K. Allégation [Internet]. CERIN. [cité 16 févr 2019]. Disponible sur: <https://www.cerin.org/glossaire/allegation/>
123. DGCCRF. Allégations nutritionnelles et de santé [Internet]. Le portail des ministères économiques et financiers. [cité 17 févr 2019]. Disponible sur: <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/Consommation/Etiquetage-des-produits/Allegations-nutritionnelles-et-de-sante>
124. TreeningLife. Jérôme Bernard-Pellet - Quelle PRISE DE SANG quand on est VEGAN ? [Internet]. [cité 21 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.youtube.com/watch?v=v-4loaf-ur0>
125. Piccoli GB, Clari R, Vigotti FN, 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.
126. 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.
127. Résumé des caractéristiques du produit - SPECIAFOLDINE 0,4 mg, comprimé - Base de données publique des médicaments [Internet]. [cité 6 mai 2019]. Disponible sur: <http://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr/affichageDoc.php?specid=64732689&typedoc=R>
128. Guillaud J-C. Vitamines liposolubles (A, D, E et K). *EMC - Endocrinol - Nutr.* janv 2009;6(4):1-21.
129. OMS | Justification concernant la supplémentation en zinc durant la grossesse [Internet]. WHO. [cité 24 avr 2019]. Disponible sur: [https://www.who.int/elena/bbc/zinc\\_pregnancy/fr/](https://www.who.int/elena/bbc/zinc_pregnancy/fr/)
130. Koebnick C, Leitzmann R, García AL, Heins UA, Heuer T, Golf S, et al. Long-term effect of a plant-based diet on magnesium status during pregnancy. *Eur J Clin Nutr.* févr 2005;59(2):219.
131. Wagnon J, Cagnard B, Bridoux-Henno L, Tourtelier Y, Grall J-Y, Dabadie A. Allaitement maternel et végétalisme. *J Gynécologie Obstétrique Biol Reprod.* oct 2005;34(6):610-2.
132. Chiron R, Dabadie A, Gandemer-Delignieres V, Balençon M, Legall E, Roussey M. Anémie et boiterie chez un adolescent végétalien. *Arch Pédiatrie.* janv 2001;8(1):62-5.
133. ANSES. Quels laits pour l'alimentation des moins d'un an? [Internet]. [cité 1 oct 2018]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/quels-laits-pour-l%E2%80%99alimentation-des-moins-d%E2%80%99un>
134. Bieri A, von Siebenthal C, Köhler H. Alimentation végétarienne et végane chez les enfants et adolescents. *Forum Méd Suisse.* 2 mai 2018;18(18):393-8.
135. Société Française de Néonatalogie. Vitamine K1 : Nouvelles Recommandations de la SFN [Internet]. Co-naître. [cité 5 mai 2019]. Disponible sur: <http://www.co-naitre.net/actualites/vitamine-k1-nouvelles-recommandations-de-la-sfn/>

136. Vegan Pratique. Les enfants et les adolescents, fiche nutrition [Internet]. Vegan Pratique. [cité 5 mai 2019]. Disponible sur: <https://vegan-pratique.fr/conseils-nutrition-vegetalienne/les-enfants-et-les-adolescents/>
137. Touniann P. Végétalisme : les enfants en danger : Bib-Bop TOUNIAN Patrick [Internet]. [cité 11 mars 2018]. Disponible sur: [http://www.bib-bop.org/base\\_bib/bib\\_detail.php?ref=19057&titre=vegetalisme--les-enfants-en-danger&debut=](http://www.bib-bop.org/base_bib/bib_detail.php?ref=19057&titre=vegetalisme--les-enfants-en-danger&debut=)
138. Vive la B12! Iode / Vive la B12! [Internet]. Vive la B12. 2016 [cité 25 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.vivelab12.fr/iode/>
139. Pierre-Lecocq K. Des plats végétariens dans les cantines [Internet]. CERIN. [cité 5 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.cerin.org/rapports/des-plats-vegetariens-dans-les-cantines/>
140. Lecerf J-M. Particularités du senior végétarien. Médecine Mal Métaboliques. 1 sept 2009;3(4):380-5.
141. Vegan Pratique. Les seniors, fiche nutrition [Internet]. Vegan Pratique. [cité 6 mai 2019]. Disponible sur: <https://vegan-pratique.fr/conseils-nutrition-vegetalienne/les-seniors/>
142. Vegan Pratique. Cosmétiques et produits non testés, conseil pratique [Internet]. Vegan Pratique. [cité 6 mai 2019]. Disponible sur: <https://vegan-pratique.fr/conseils-pratiques-vegan-pratique/cosmetiques-et-produits-non-testes/>
143. ANSES. L'Anses propose une définition du bien-être animal et définit le socle de ses travaux de recherche et d'expertises [Internet]. [cité 6 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/l%E2%80%99anses-propose-une-d%C3%A9finition-du-bien-%C3%AAtre-animal-et-d%C3%A9finit-le-socle-de-ses-travaux-de>
144. INSERM. Médicament (développement du) [Internet]. Inserm - La science pour la santé. [cité 3 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/medicament-developpement>
145. INSERM. Définition et objets de l'expérimentation animale [Internet]. Inserm - La science pour la santé. [cité 4 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/professionnels-recherche/recherche-pre-clinique/experimentation-animale/definition-et-objets-experimentation-animale>
146. INSERM. Définition de l'animal de laboratoire [Internet]. Inserm - La science pour la santé. [cité 4 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/professionnels-recherche/recherche-pre-clinique/animal-laboratoire/definition-animal-laboratoire>
147. INSERM. La règle des 3 R : réduire, raffiner, remplacer [Internet]. Inserm - La science pour la santé. [cité 2 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/professionnels-recherche/recherche-pre-clinique/experimentation-animale/regle-3-r-reduire-raffiner-remplacer>
148. INSERM. La réglementation et l'éthique de l'expérimentation animale [Internet]. Inserm - La science pour la santé. [cité 2 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/recherche-inserm/ethique/utilisation-animaux-fins-recherche/reglementation-et-ethique-experimentation-animale>

149. Cornuault M. L'utilisation des souches animales en homéopathie - UPthèses - Les thèses en ligne de l'Université de Poitiers [Internet]. [cité 6 mai 2019]. Disponible sur: <http://petille.univ-poitiers.fr/notice/view/57742>
150. DGCCRF. Compléments alimentaires - Présentation générale [Internet]. Le portail des ministères économiques et financiers. [cité 5 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/s%C3%A9curit%C3%A9/produits-alimentaires/complements-alimentaires>
151. ANSES. Que sont les compléments alimentaires ? [Internet]. [cité 1 oct 2018]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/que-sont-les-compl%C3%A9ments-alimentaires>
152. ANSES. La nutrivigilance, qu'est-ce que c'est ? [Internet]. [cité 5 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/la-nutrivigilance-quest-ce-que-cest>
153. Pensé-Lhéritier A-M. Conception des produits cosmétiques - La formulation [Internet]. Lavoisier. Paris: Lavoisier Tec et Doc; 2016. 375 p. Disponible sur: <https://www.lavoisier.fr/livre/genie-pharmaceutique/conception-des-produits-cosmetiques-la-formulation/pense-lheritier/descriptif-9782743021085>
154. EGHA : European Chemicals Agency. Comprendre REACH [Internet]. [cité 27 avr 2019]. Disponible sur: <https://echa.europa.eu/fr/regulations/reach/understanding-reach>
155. The Vegan Society. Is my medication vegan? [Internet]. The Vegan Society. [cité 5 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.vegansociety.com/whats-new/blog/my-medication-vegan>
156. Berthou A. Comprendre l'index glycémique pour optimiser sa santé et son poids [Internet]. Sante et nutrition. 2013 [cité 28 mai 2019]. Disponible sur: <http://www.sante-et-nutrition.com/index-glycemique/>
157. Fardellone P, Sebert JL, Bouraya M, Bonidan O, Leclercq G, Doutrelot C, et al. [Evaluation of the calcium content of diet by frequential self-questionnaire]. Rev Rhum Mal Osteoartic. févr 1991;58(2):99-103.
158. Vegan Pratique. Ressources utiles, conseil pratique [Internet]. Vegan Pratique. [cité 27 mai 2019]. Disponible sur: <https://vegan-pratique.fr/conseils-pratiques-vegan-pratique/ressources-utiles/>

## Annexes

---

Annexe 1. Questionnaire sur les habitudes alimentaires chez les végétariens, végétaliens et végans .....	179
Annexe 2. Index glycémique et charge glycémique (149) .....	183
Annexe 3. Grille d'évaluation GRIO sur la consommation de calcium (105) .....	184
Annexe 4. Résultats de l'étude Esteban (45) .....	184
Annexe 5. Documentation du site vegan pratique (151) .....	187
Annexe 6. Sélection de sources documentaires .....	189
Annexe 7. Exemples d'excipients et de principes actifs d'origine animale (146) .....	191

## Annexe 1. Questionnaire sur les habitudes alimentaires chez les végétariens, végétaliens et végans

### Questionnaire sur les habitudes alimentaires chez les végétariens, végétaliens et végans.

---

Bonjour à toutes et à tous, je suis étudiante en Pharmacie et j'effectue un questionnaire dans le cadre de ma thèse sur l'alimentation végétarienne et végétalienne. A travers ce questionnaire, je cherche à savoir qu'elles sont vos habitudes alimentaires.

Ce questionnaire est anonyme et ne vous prendra qu'une dizaine minutes. Je vous remercie pour votre contribution !

Clothilde Joulié

#### *Partie 1 : Informations générales*

**Tout d'abord j'ai besoin de quelques informations générales sur vous, à quelle tranche d'âge appartenez-vous ? \***

- moins de 12 ans.
- 12 - 17 ans.
- 18 - 25 ans.
- 26 - 40 ans.
- 41 - 65 ans.
- plus de 65 ans.

**Etes-vous ? \***

- un homme.
- une femme.

**Depuis combien de temps êtes vous végétarien, végétalien ou vegan ? \***

- Depuis moins d'un an.
- Depuis plus d'un an.
- Depuis plus de 3 ans.
- Depuis plus de 5 ans.
- Depuis plus de 10 ans.
- Depuis ma naissance.

Si vous avez été d'abord végétarien puis végétalien, la question porte sur le changement au départ.

**Comment s'est effectué le changement de votre mode d'alimentation ? \***

- Radicalement : Du jour au lendemain, je suis devenu(e) végétalien ou végétarien ou vegan.
- Progressivement : Je suis d'abord devenu(e) végétarien pendant une certaine période puis végétalien ou vegan ensuite.

**Parmi les produits suivants, lesquels consommez-vous ? \***

- du lait et des produits laitiers : fromage, yaourts, crème...
- des œufs.
- du miel et autres produits issus des animaux.
- je ne consomme aucun de ces produits.

*Partie 2 : Vos habitudes alimentaires*

**Combien de portions de fruits et de légumes avez-vous consommé hier ? \***

- 5 portions ou plus.
- 4 portions.
- 3 portions.
- 2 portions
- 1 portion.
- aucun.

Ne sont pas pris en compte : les confitures, les jus de fruits. Une soupe ou une salade ou un smoothie comptent pour 1 portion même s'ils contiennent plusieurs fruits ou légumes. Une portion correspond à 80 à 100 g de fruit ou légume : une pomme entière, 4-6 fraises, une poignée d'haricots verts, etc.

**Combien de produits à base de soja avez-vous consommé hier ? \***

- plus de 3 produits
- 3 produits
- 2 produits
- 1 produit
- 0 produit

Un produit correspond à : un verre de boisson au soja, un yaourt au soja, 80 à 100 g de tofu, 80 à 100g de tempeh, un steak végétal à base de soja, substitut de viande ou de poisson à base de soja.

**Combien de portion de céréales ou féculents (pâtes, pain, semoule, riz, pomme-de-terre, avoine, épeautre, blé, millet, sarrasin, quinoa, amarante...) avez-vous consommé hier ? \***

- plus de 3 portions
- 3 portions
- 2 portions
- 1 portion
- 0 portion

**A quelle fréquence consommez-vous des légumineuses : pois-chiches, pois cassés, lentilles, haricots, fèves, ... ? \***

- 2 fois/jour ou plus.
- 1 fois/jour.
- plus de 5 fois/semaine.
- moins de 5 fois/semaine.
- je n'en consomme pas.

**A quelle fréquence consommez vous des oléagineux ? \***

- 2 fois/jour ou plus.
- 1 fois/jour.
- plus de 5 fois/semaine.
- moins de 5 fois/semaine.
- je n'en consomme pas.

Parmi les oléagineux on a : les noix, noix de cajou, noix du Brésil, noisettes, amandes, cacahuètes, purée d'oléagineux,...

**Combien de portions d'aliments industriels (exemple d'aliments sous la question) avez-vous consommé hier ? \***

- plus de 3 portions.
- 3 portions
- 2 portions
- 1 portion
- 0 portion

Exemple d'aliments industriels : faux-nuggets, saucisse végétale, faux-fromages, faux-poisson, steak végétal, pizza vegan, chips, biscuits vegan, gâteaux vegans, barre chocolaté vegan, barre énergétique vegan, pâte à tartiner vegan,...

**A quelle fréquence consommez vous des algues ? \***

- 2 fois/ semaine
- 1 fois/semaine
- moins de 1 fois/semaine
- je n'en consomme pas.

**Combien de verres de soda et/ou de jus de fruit avez-vous consommés hier ? \***

- 1 verre
- 2 verres
- 3 verres
- plus de 3 verres
- aucun

**A quelle fréquence consommez-vous de l'alcool ? \***

- 2 verres/jour ou plus
- 1 verre/jour
- moins de 1 verre/jour
- aucun

*Partie 3 : Compléments alimentaires*

**Vous supplémentez-vous en vitamine B12 ? \***

- Oui
- Non

**Si oui, pouvez vous décrire de quelle façon vous vous supplémentez ? utilisez vous des comprimés, à quel dosage ou des ampoules buvables ? à quelle fréquence ? \***

**Avez vous parlé à votre médecin généraliste de ce changement d'alimentation ? \***

- Oui
- Non

**Utilisez-vous d'autres compléments alimentaires, si oui lesquels ?**

Fin du questionnaire

**Merci pour votre participation !**

## INDEX ET CHARGE GLYCÉMIQUE DES PRINCIPAUX ALIMENTS GLUCIDIQUES

Les calculs de la charge glycémique sont effectués sur la base de quantités usuelles de rations (ex. 150g de pâtes cuites). En fonction de votre appétit et de vos besoins, ces quantités peuvent varier. De même, la valeur de l'index glycémique peut différer en fonction de nombreux paramètres, par exemple selon la maturité des végétaux ou le mode de cuisson. Ce tableau est donc avant tout indicatif.

L'index glycémique d'un aliment est calculé en mesurant l'effet sur la glycémie de 50g de glucides contenus dans un aliment par rapport à l'ingestion de 50g de glucose. Il permet ainsi de classer les aliments selon des valeurs comprise entre 0 et 100 (plus l'index est élevé, plus l'aliment perturbe la glycémie)

La charge glycémique corrèle l'index glycémique d'un aliment à la quantité de glucides présents dans la portion de l'aliment étudié. Elle porte ainsi une vision plus précise et plus pratique de l'effet de la ration consommée sur les variations de glycémie

**Calcul de la Charge Glycémique :**  
**Index Glycémique x**  
**(% de glucides x portion (g) / 100)**

**100**

Exemples :

- Lentilles:  $(30 \times (17 \times 150 / 100)) / 100 = 7,5$
- Céréales du petit déjeuner:  $(82 \times (83 \times 83 \times 30 / 100)) / 100 = 20,4$

CHARGE GLYCÉMIQUE FORTE > 20				
ALIMENT	CG	TAILLE PORTION	% GLUCIDES	IG
Pop-corn sans sucre	42,2	80	62	85
Pomme de terre (au four)	38	200	20	95
Riz gluant (précuit)	36,8	150	25	98
Riz cuisson rapide	33,9	150	26	87
Riz long blanc (cuit)	30,5	150	29	70
Semoule (cuite)	29,7	150	36	55
Galettes de riz	27,2	40	80	85
Pomme de terre cuite à l'eau	26,6	200	19	70
Farine de maïs	26,6	50	76	70
Baguettes courantes	25,7	60	57	75
Spaghetti bien cuit (blanc)	25,4	150	26	65
Riz sauvage (cuit)	24,8	150	29	57
Soda (moyenne)	23,6	330	11	65
Purée de pommes de terre	23,2	200	14	83
Tapiooca (cuit)	22,7	30	89	85
Biscotte	22,5	40	75	75
Farine semi-complète (blé)	22,4	50	69	65
Riz basmati complet	21,8	150	25	58
Pain au chocolat	21,8	70	48	65
Châtaigne	21,1	150	26	54
Céréales du petit déjeuner (corn flakes)	20,4	30	83	82
Farine complète (blé)	20,1	50	67	60

CHARGE GLYCÉMIQUE MOYENNE 10-19				
ALIMENT	CG	TAILLE PORTION	% GLUCIDES	IG
Pâtes complètes (blé)	19,8	150	24	55
Pain complet (froment)	19,5	60	50	65
Croissant	19,2	70	41	67
Spaghetti blanc al dente	18,9	150	28	45
Banane bien mûre	18,5	125	23	65
Patate douce (cuite au four)	14,7	200	16	46
Pain de mie (blanc)	14,5	40	49	74
Farine d'épeautre intégrale	14,2	50	63	45
Banane (peu mûre)	13,7	125	21	52
Miel	13,1	30	81	54
Jus d'orange pressé, sans sucre	13	250	10	52
Raisins secs	12,9	30	66	65
Pain de seigle	12,7	60	47	45
Brioche	12,1	40	48	63
Confiture	11,9	30	60	66
Raisin	11,1	150	14	55
Quinoa (cuit)	11	150	21	35
Fèves cuites	10,7	150	11	65
Haricots rouges (cuits)	10,7	150	14	51
Pois chiches (cuits)	10,4	150	21	33
Dattes séchées	10,4	30	63	55

## Annexe 2. Index glycémique et charge glycémique (156)

CHARGE GLYCÉMIQUE FAIBLE < 10				
ALIMENT	CG	TAILLE PORTION	% GLUCIDES	IG
Ananas	9,7	150	11	59
Melon	9,1	200	7	65
Lentilles vertes (cuites)	7,7	150	17	30
Haricots blancs	7,1	150	14	34
Pêche	6,9	150	11	42
Amarante (grains)	6,8	30	65	35
Petits pois (frais)	6,6	200	8	41
Pomme	6,3	150	11	38
Sirop d'érable	5,4	15	67	54
Cerise	5,3	150	14	25
Orange	5	150	8	42
Carotte cuite	4,7	200	5	47
Poudre chocolatée sucrée	4,6	10	80	58
Betterave cuite	4,5	100	7	64
Pruneau	4,2	20	52	40
Kiwi	3,8	80	9	53
Lait 1/2 écrémé	3,8	250	5	30
Saccharose (sucre)	3,5	5	100	70
Flocon d'avoine (cuit)	3,5	50	12	59
Sucre roux	3,4	5	97	70
Haricot vert	3	200	5	30
Betterave crue	2,7	100	9	30
Chocolat noir (70% cacao)	2,3	30	33	23
Lait de soja	2,1	100	7	30
Farine de soja	2	50	16	25
Lait d'amande	1,8	100	6	30
Céleri rave (cru)	1,7	80	6	35
Noix de cajou	1,5	30	22	22
Carotte crue	1	100	6	16
Chou-fleur (cuit)	0,9	200	3	15
Tomates (crues)	0,6	100	2	30
Épinards (cuits)	0,6	200	2	15
Cacahuètes, noix, pistaches	0,5	30	10	15
Tofu	0,3	100	2	15
Amandes	0,05	30	1	15

### Annexe 3. Résultats de l'étude Esteban (45)

**Tableau 2 | POURCENTAGE D'HOMMES ET DE FEMMES DE 18-54 ANS EN ADÉQUATION OU NON AVEC LES NOUVELLES RECOMMANDATIONS DE CONSOMMATIONS ALIMENTAIRES DU PNNS-4, ÉTUDE ESTEBAN 2015**

	TOTAL		HOMMES		FEMMES		p
	%	[IC 95 %]	%	[IC 95 %]	%	[IC 95 %]	
<b>Fruits et légumes</b>							
Au moins 5 / jour	28,3	[25,6-31,0]	30,6	[26,6-34,9]	26,0	[22,7-29,6]	0,10
<b>Fruits à coque non salés</b>							
Au moins une consommation déclarée durant les 3 jours de R24	14,9	[13,0-17,1]	13,5	[10,8-16,8]	16,3	[13,6-19,2]	0,20
<b>Légumes secs</b>							
> 2 fois / semaine	13,1	[11,0-15,6]	14,9	[11,7-18,8]	11,4	[8,8-14,7]	0,13
<b>Produits céréaliers complets et peu raffinés</b>							
Au moins une consommation déclarée durant les 3 jours de R24	38,7	[35,7-41,7]	34,1	[30,0-38,6]	42,9	[38,8-47,1]	<0,01
<b>Produits laitiers</b>							
< 2 / jour	34,8	[31,8-37,9]	32,1	[27,8-36,7]	37,3	[33,2-41,6]	
= 2 / jour	27,2	[24,6-30,1]	24,1	[20,4-28,2]	30,3	[26,5-34,3]	<0,01
> 2 / jour	38,0	[35,0-41,1]	43,8	[39,3-48,4]	32,4	[28,6-36,5]	
<b>Viandes (bœuf, veau, porc, agneau, mouton, gibier, abats)</b>							
< 500 g / semaine	67,6	[64,5-70,6]	59,0	[54,3-63,5]	75,8	[71,8-79,4]	<0,001
<b>Poissons et fruits de mer</b>							
< 2 / semaine	68,8	[65,9-71,6]	71,6	[67,4-75,6]	66,1	[62,0-70,0]	
= 2 / semaine	21,2	[18,7-23,9]	20,4	[16,9-24,4]	22,0	[18,6-25,7]	0,06
> 2 / semaine	10,0	[8,4-11,9]	8,0	[6,0-10,4]	11,9	[9,5-14,9]	
1 poisson gras / semaine	28,1	[25,3-31,1]	27,2	[23,3-31,6]	29,0	[25,2-33,1]	0,55
<b>Charcuterie</b>							
< 150 g / semaine	36,8	[33,8-39,8]	30,4	[26,4-34,9]	42,8	[38,6-47,1]	<0,001
<b>Matières grasses ajoutées</b>							
< 16 % de l'AESA	81,1	[78,5-83,5]	81,9	[78,0-85,2]	80,4	[76,8-83,6]	0,57
Origine végétale > animale	69,0	[66,0-71,8]	69,9	[65,4-74,0]	68,1	[64,1-71,9]	0,56
Riches en ALA ou huile d'olive (> 50 %)	9,7	[7,9-11,7]	10,8	[8,2-14,1]	8,6	[6,5-11,2]	0,25
<b>Produits sucrés</b>							
< 12,5 % de l'AESA	58,9	[55,8-62,0]	64,1	[59,5-68,5]	54,0	[49,7-58,3]	<0,01
<b>Boissons</b>							
Eau > 1 L / jour	68,0	[64,9-70,9]	71,0	[66,6-75,0]	65,1	[60,8-69,1]	0,05
Sucrées < 250 mL / jour	72,4	[69,4-75,3]	68,3	[63,6-72,6]	76,4	[72,3-80,1]	<0,01
<b>Sel</b>							
< 6 g / jour	21,3	[18,8-24,1]	12,2	[9,4-15,7]	30,0	[26,2-34,1]	<0,001
<b>Recours aux produits Bio</b>							
Au moins 1 à 3 fois par mois (pour les fruits, légumes et céréales)	45,5	[42,4-48,6]	45,3	[40,8-49,9]	45,6	[41,4-49,9]	0,93

AESA : Apports Énergétiques Sans Alcool ; ALA : Acide  $\alpha$ -linoléique ; R24 : Rappels des 24 heures.

## Annexe 4. Grille d'évaluation GRIO sur la consommation de calcium (111)

La grille d'évaluation Grio a été mise en place par l'équipe scientifique du centre hospitalier universitaire d'Amiens. Il peut se réaliser en ligne, au début il faut indiquer l'âge et le sexe du patient puis renseigner les questions suivantes.

Le questionnaire porte sur la fréquence d'ingestion des aliments. Il a été conçu sur la base de 20 types d'aliments riches en calcium et/ou consommés fréquemment en France métropolitaine. La comparaison avec une méthode de référence a validé l'auto-questionnaire. C'est une méthode simple et rapide pour estimer l'apport journalier en calcium d'un individu donné, avec une précision de 20%. Il en résulte une technique d'évaluation diététique adaptée à une utilisation clinique et épidémiologique. (157)

1- Buvez-vous du lait tous les jours ?

- Si oui, combien en buvez-vous par jour ?
  - nombre de verres/tasses :
  - nombre de bols :
- Si non, combien en buvez-vous par semaine ?
  - nombre de verres/tasses :
  - nombre de bols :

2- Mangez-vous des yaourts ou des crèmes dessert ?

- Si oui, combien par semaine ?

3- Mangez-vous du fromage blanc ?

- Si oui :
  - Combien de pots de 100 g par semaine ?
  - Combien de pots de 500 g par semaine ?
  - Combien de pots de 1 kg par semaine ?

4- Mangez-vous des petits suisses ?

- Si oui :
  - Combien de petits modèles par semaine ?
  - Combien de grands modèles par semaine ?

5- Mangez-vous du fromage à pâte dure ?

- Si oui : Combien de fois par semaine ?
- Vos portions sont-elles :  petites  moyennes  grandes

6- Mangez-vous du fromage à pâte molle ?

- Si oui : Combien de fois en mangez-vous par semaine ?
- Vos portions sont-elles :  petites  moyennes  grandes

7- Mangez-vous de la viande (charcuterie comprise) ou du poisson tous les jours ?

- Si oui, combien de fois par jour ?
- Vos portions sont-elles :  petites  moyennes  grandes
  
- Si non, combien de fois par semaine ?
- Vos portions sont-elles :  petites  moyennes  grandes

8- Combien d'oeufs mangez vous en moyenne par semaine ?

9- Combien de fois mangez-vous des pommes de terre par semaine ?   
 ■ Vos portions sont-elles :  petites  moyennes  grandes

10- Combien de fois mangez-vous des frites par semaine ?   
 ■ Vos portions sont-elles :  petites  moyennes  grandes

11- Combien de fois mangez-vous des pâtes ou de la semoule par semaine ?   
 ■ Vos portions sont-elles :  petites  moyennes  grandes

12- Combien de fois mangez-vous des légumes secs (lentilles, haricots secs, pois chiches...) par semaine ?   
 ■ Vos portions sont-elles :  petites  moyennes  grandes

13- Combien de fois mangez-vous des légumes verts (potages compris) par semaine ?   
 ■ Vos portions sont-elles :  petites  moyennes  grandes

14- Quelle quantité de pain mangez-vous en moyenne par jour ?  
 ■ Si oui :  
 - ficelles par jour :   
 - baguettes par jour :   
 - biscottes par jour :

15- Combien mangez-vous de fruits par semaine?

16- Mangez-vous du chocolat au lait (ou blanc) dans la semaine ?  
 ■ Si oui :  
 - nombre de barres par semaine :   
 - nombre de tablettes par semaine :

17- Mangez-vous du chocolat noir dans la semaine ?  
 ■ Si oui :  
 - nombre de barres par semaine :   
 - nombre de tablettes par semaine :

18- Quelle quantité d'eau du robinet buvez-vous par jour ?  
 ■ Si oui :  
 - nombre de verres par jour :   
 - nombre de litres par jour :

19- Buvez-vous de l'eau minérale ?  
 ■ Si oui :  
 -nombre de verres par jour :   
 -nombre de litres par jour :   
 ■ Laquelle buvez vous le plus souvent ?  
 Badoit  Contrex  Evian  Perrier  Vichy  
 Vittel Grande Source  Hépar  autre

20- Buvez-vous chaque jour : vin, bière, cidre, ou jus de fruits ?  
 ■ Si oui, nombre de verres par jour :

Un test simplifié qui ne prend en compte que les apports liés aux produits laitiers est disponible sur le site : <http://www.grio.org/>.

Le site propose également des recettes de cuisine riches en calcium.

## Annexe 5. Documentation du site vegan pratique (158)

**LES CLÉS D'UNE ALIMENTATION VÉGANE VARIÉE & ÉQUILIBRÉE**

### CALCIUM

*Pensez à la vitamine D pour bien assimiler le calcium !*

**CROISSANCE, SANTÉ ET SOLIDITÉ DES OS, COAGULATION DU SANG**

Certains **eaux minérales** : Courmayeur, Hépar, Contrex...

**Soja** : "lait" enrichi, yaourts enrichis, tofu préparé à partir de sels de calcium, tempeh

**Fruits oléagineux** : amandes, noixettes, sésame (graines ou purée)

**Fruits secs ou frais** : figues séchées, oranges

**Légumes verts** : haricots verts, choux, brocoli, mâche, cresson

Céréales pour petit-déjeuner enrichies

### VITAMINE D

*Favorise l'absorption du calcium.*

**SANTÉ ET SOLIDITÉ DES OS, SYSTÈME IMMUNITAIRE, CERVEAU, ...**

**Lumière du soleil sur la peau** : d'avril à septembre en France, de 12h à 16h environ (mais apport généralement insuffisant et attention aux coups de soleil).

**Produits enrichis en vitamine D<sub>2</sub>** : certains "lait" végétaux, céréales, yaourts...

Suppléments vegans en vitamine D<sub>2</sub> ou D<sub>3</sub>

### ZINC

**PEAU, CHEVEUX, SYSTÈME REPRODUCTEUR, ETC.**

Céréales du petit déjeuner enrichies

**Céréales complètes** : riz complet, quinoa, pâtes complètes, pain complet

**Soja** : tofu, tempeh

**Légumineuses** : lentilles, pois chiches, haricots secs, fèves, petit pois

**Fruits oléagineux** : noix, noix de cajou, cacahuètes, noixettes, amandes, sésame (graines ou purée)

### FER

*Pensez à la vitamine C pour bien assimiler le fer !*

**TRANSPORT DE L'OXYGÈNE DANS LE SANG, SYSTÈME IMMUNITAIRE**

**Légumineuses** : lentilles, haricots, fèves, pois, petits pois

**Légumes** : épinards, blettes, haricots verts, brocoli, mâche, betterave

**Soja** : tofu, "lait", yaourts, tempeh

**Fruits oléagineux** : noix de cajou, noixettes, amandes, noix, sésame (graine ou purée)

**Fruits secs** : abricots, figues, pruneaux

**Produits céréaliers** : pâtes complètes, pain complet, flocons d'avoine, quinoa, céréales pour petit déjeuner enrichies

### VITAMINE B12

**SYSTÈMES NERVEUX, SANGUIN, CARDIOVASCULAIRE, DIGESTIF, ...**

Absente des végétaux  
Compléments (exemple : VEG 1), produits enrichis

### IODE

**THYROÏDE, SQUELETTE, DÉVELOPPEMENT DU FŒTUS, ETC.**

Sel iodé (apport seul insuffisant)  
Algues (kombu, wakamé, dulse, nori)  
Compléments (exemple : VEG 1)

### VITAMINE E

**ANTI-INFLAMMATOIRE, CŒUR, PEAU, ETC.**

**Huiles** : de colza, d'olive, de soja, de noixette, de tournesol

**Fruits oléagineux** : noixettes, amandes

Margarine, avocat, kiwi, brocoli

## PROTÉINES

MUSCLES, PEAU, OS, SYSTÈME IMMUNITAIRE, ETC.



**Soja** : tofu, tempeh, "lait", yaourts

**Légumineuses** : lentilles (vertes, corail, jaunes, noires), haricots (rouges, blancs, flageolets...), fèves, pois (chiches, cassés), petits pois

**Fruits oléagineux** : cacahuètes, noix de cajou, noix, noisettes, amandes

**Produits céréaliers** : seitan, pain, pâtes, semoule, quinoa

## LIPIDES

ÉNERGIE, COMPOSITION DE LA PARI DES CELLULES, ETC.



**Huiles** : de colza, de noix, de soja, d'olive, de lin

**Fruits oléagineux** : noix, noix de cajou, cacahuètes, noisettes, amandes, graines de tournesol, sésame (graines ou purée), olives, graines de lin (fraichement moulues)

**Soja** : tofu, "lait", yaourts

## VITAMINES B (SAUF B<sub>12</sub>)

ÉNERGIE, DÉVELOPPEMENT DU FŒTUS, SYSTÈME NERVEUX, ...



**Légumes** : choux, avocats, salades, carottes, épinards, betteraves, haricots verts, courgettes, tomates, champignons

**Céréales complètes** : pain complet, quinoa

**Fruits** : bananes, oranges, kiwis

**Légumineuses** : lentilles, pois chiches, haricots secs, fèves, petits pois, tempeh

Levure de bière  
Germe de blé

## GLUCIDES ET FIBRES

ÉNERGIE, SYSTÈMES DIGESTIF ET CARDIOVASCULAIRE, ETC.



**Produits céréaliers** : pain, pâtes, riz, semoule, polenta, quinoa

**Légumineuses** : lentilles, pois chiches, haricots secs, fèves, petit pois

**féculents divers** : pommes de terre, patates douces, châtaignes

**Fruits frais ou secs** : bananes, figues, raisins, cerises, abricots

Légumes (pour les fibres)

## MAGNÉSIUM

SYSTÈMES NERVEUX ET MUSCULAIRE, ÉNERGIE, OS, ETC.



**Certaines eaux minérales** : Rozana, Hépar, Quézac...

**Fruits oléagineux** : amandes, noix, noix de cajou, graines de courge, sésame (graines ou purée)

**Légumineuses** : lentilles, pois chiches, haricots secs, fèves, petits pois

**Céréales complètes** : riz complet, quinoa, pâtes complètes, pain complet

**Soja** : tofu, tempeh

## VITAMINE C

Favorise l'absorption du fer

OS, ÉNERGIE, CICATRISATION, SYSTÈME IMMUNITAIRE, ETC.



**Fruits et légumes** : kiwis, poivrons, cassis, fraises, oranges, mandarines, mûres, melon, myrtilles, citrons, mangues, tomates

**Légumes à feuilles vertes** : brocoli, chou, salade

**Féculents divers** : Pommes de terre, patate douce, Fèves

## VITAMINE A (BETA-CAROTÈNE)

VISION, OS, PEAU, ETC.



**Fruits et légumes de couleur rouge-orangée** : carottes, patates douces, abricots, mangues, melons, tomates, courges, poivrons rouges

**Légumes à feuille vertes** : épinards, brocolis, cressons, persils, laitues (surtout laitues romaines)

## VITAMINE K

SANTÉ ET SOLIDITÉ DES OS, COAGULATION DU SANG, ETC.



**Légumes à feuilles** : brocolis, chou, épinards, blettes, laitue, endives, céleri

Huile de soja  
Kiwi, pruneaux  
persil, thym

## OMÉGA-3

CERVEAU, RÉTINE, FLUIDITÉ DU SANG, SYSTÈME NERVEUX, ...



**Huiles** : de colza, de lin, de noix

Graines de lin et de chia  
Noix

Capsules de micro-algues (ex : Opti-3)

## PHOSPHORE, SOUFRE, POTASSIUM

OS, SYSTÈME NERVEUX, MUSCLES, ETC.



Levure de bière, germe de blé

**Céréales complètes** : riz complet, quinoa, pâtes complètes, pain complet

Cacao

**Fruits oléagineux** : Graines de courge, amandes, graines de tournesol, noisettes, amandes

Nombreux fruits et légumes

## Annexe 6. Sélection de sources documentaires

### Sites Web

Les sites web des associations végétariennes/vegans sont des sources d'information intéressantes :

- Vive la B12 ! : site de l'association végétarienne de France qui met en place des conseils pour l'aide à la transition d'une alimentation omnivore à végétarienne/lienne.
- Vegan Pratique : site de l'association L214, qui regroupe des conseils nutritionnels avec les sources alimentaires pour tel ou tel type de nutriment. Un questionnaire est également à disposition pour vérifier les connaissances sur l'alimentation végétarienne/lienne.
- Vegetarian Nutrition : site du groupe de pratique diététique de nutrition végétarienne américaine qui met à disposition des ressources aux patients et aux professionnels de santé.
- The Vegetarian Society : site anglais donnant de nombreuses informations sur l'équilibre nutritionnel dans l'alimentation végétarienne/lienne.
- Un mode vegan : site de commerce où l'on trouve notamment de l'alimentation, des compléments alimentaires adaptés aux végans.
- Véganie : boutique de cosmétiques 100 % végans.

### Guides alimentaires

**PNNS** : Le guide alimentaire pour tous « La santé vient en mangeant », rubrique « Je suis végétarien »



**Vous excluez, le plus possible ou en permanence, la viande, les produits carnés et le poisson de votre alimentation; cependant, vous consommez des œufs et des produits laitiers.**

Alimentation végétarienne et équilibre nutritionnel peuvent aller de pair à condition d'appliquer certaines règles.

#### SUIVEZ LE GUIDE...

#### Des associations d'aliments indispensables

Lorsqu'on élimine de son alimentation les produits carnés, on limite en même temps l'apport de protéines de bonne qualité nutritionnelle. Il est donc important de remplacer ces protéines. C'est en réalisant des associations judicieuses

entre les aliments que l'on peut obtenir l'équilibre protéique nécessaire.

● Ces associations peuvent porter sur un aliment d'origine végétale et un aliment d'origine animale; par exemple :

- un produit céréalier combiné à un produit laitier (pâtes au fromage, pizza, riz ou semoule au lait);

- un produit céréalier combiné à des œufs, voire à un peu de poisson ou de crustacés que certains végétariens s'autorisent (crêpes, risotto aux crevettes);

- des légumes secs combinés à un produit laitier (salade de lentilles en entrée et yaourt en dessert; purée de pois cassés au lait).

● D'autres associations peuvent porter sur deux aliments d'origine végétale combinant aliments céréaliers et légumineuses; par exemple :

- semoule et pois chiches;
- pain et soupe de pois cassés;
- riz et lentilles;
- maïs et haricots rouges.

#### Les autres recommandations générales

● Les aliments céréaliers, les pommes de terre ou les légumes secs sont à consommer à chaque repas et selon l'appétit, en privilégiant la variété et en valorisant les produits céréaliers bis et complets.

● En plus d'un apport suffisant en protéines grâce aux associations citées précédemment, il faut veiller à consommer par jour :

21

JE SUIS VÉGÉTARIEN



- au moins 5 fruits et légumes,
- 3 produits laitiers en favorisant les laitages et les fromages pauvres en graisses, mais riches en calcium.

● Enfin, il est aussi recommandé de limiter la consommation des aliments gras et sucrés.

#### Attention aux carences en fer

Un autre point est fondamental lorsqu'on suit un régime végétarien : en excluant la viande et le poisson de son alimentation, on se prive d'un apport majeur de fer de bonne qualité. Le fer apporté par les aliments d'origine végétale (les légumineuses étant les plus riches en fer), comme celui du lait ou des œufs, est beaucoup moins bien absorbé que le fer apporté par les aliments carnés; ceci peut poser des problèmes pour la couverture des besoins en fer, notamment des femmes et des enfants végétariens. Si vous êtes dans ce cas, parlez-en à votre médecin.

*Remarque : les végétariens qui consomment du poisson ont un apport en fer de bonne qualité.*

#### Une activité physique régulière

Pour équilibrer ses dépenses énergétiques et ses apports caloriques, il est essentiel de pratiquer tous les jours une activité physique équivalente à au moins 30 minutes de marche rapide (montez les escaliers, faites vos courses à pied, faites du vélo...).

#### Si vous êtes végétalien

Vous éliminez tous les produits d'origine animale de votre alimentation, c'est-à-dire tous les produits carnés, mais aussi les œufs et les produits laitiers.

Sachez que ce type de régime rend très difficile la satisfaction des besoins en acides aminés indispensables, en fer, en calcium et en certaines vitamines.

Le suivi d'un régime végétalien à long terme fait courir des risques pour la santé, notamment en ce qui concerne les enfants, les femmes enceintes et les femmes qui allaitent.



**POUR PLUS D'INFORMATIONS** consultez le portrait n° 1

Ce guide du **PNNS 2011-2015** apporte finalement peu de réponses et de conseils aux végétaliens et végétariens, il ne parle pas de la carence possible en vitamine B12. Le manque d'informations dans ce guide souligne l'importance des associations qui éditent des guides alimentaires pour les végétariens.

Le **défi Weggie** est un programme de changement alimentaire sur 20 jours élaboré par l'association vegan pratique. Il suffit de s'inscrire à une newsletter et cela déclenche la réception d'un mail par jour pendant 20 jours avec du contenu pour modifier progressivement son alimentation.

### **Livres et magazines**

De nombreux livres sont disponibles pour les personnes souhaitant devenir végétariens ou végétaliens. Les auteurs délivrent souvent des conseils nutritionnels avec des recettes associés. La liste suivante est une liste non exhaustive de livres délivrant des conseils pertinents :

- Ma petite boucherie vegan, Sébastien Kardinal, L. Veganpower,
- Eat & Run (manger pour gagner), S. Jurek,
- Tofu 18 recettes faciles pour l'apprivoiser et l'adopter définitivement, Mélanie Mardelay,
- Bébé veggie, Ophélie Véron, Édition la plage,
- Enceinte et végétarienne ! Tous les conseils pour la grossesse, la naissance et les premiers mois de bébé, Hélène Defossez, Édition Terre vivante,
- Nourrir son enfant autrement, Sandrine Constantino, Edition La plage,
- Magazine trimestriel de l'Association Végétarienne de France.

### **Applications mobiles**

Les applications mobiles sur le monde végétarien sont disponibles :

- VegOresto : permet de trouver des restaurants végétariens/liens,
- Happy Cow Vegan : application pour trouver les restaurants proposant des plats végétariens et/ou végétaliens dans la France entière,
- Vegg'up : application conseils et de recettes végétariennes et végétariens, répertorient également des restaurants végétariens,
- Vegan addictives : répertorie la liste des additifs alimentaires ainsi que leur origine : minérale, chimique, végétale ou animale,
- Scan Eat : Scanner alimentaire pour mieux manger, renseigne sur le nutri-score ainsi que la présence d'additif ou d'allergènes dans les produits.

## Annexe 7. Exemples d'excipients et de principes actifs d'origine animale (153)

Les substances sont classées par ordre alphabétique selon leur nom INCI (International Nomenclature Cosmetics Ingredients ou nomenclature internationale des ingrédients cosmétiques) correspondant au nom utilisé dans la plupart des pays et c'est celui qui est inscrit sur la liste des ingrédients. CosIng est la base de données de la Commission européenne contenant des informations sur les substances et les ingrédients cosmétiques.

Excipients/Principes actifs d'origine animale		
Nom INCI	Fonction dans la formule	Fonction pour la peau
Albumen (albumine de l'œuf)	Agent filmogène	Agent filmogène
Butyris Lac powder (substance présente à l'état naturel dans le beurre séché, produit obtenu par déshydratation du liquide récupéré après barattage de la crème ou du lait de vache pour la préparation du beurre)		Conditionner capillaire / Entretien de la peau
Chitin (Chitine)	Agent de foisonnement, Agent abrasif	
Chitosan (Chitosane)	Agent filmogène	Agent filmogène
Cholestérol	Agent émulsifiant / Agent stabilisateur	Emollient
Collagène		Hydratant
Conchiorin powder (Poudre titrée de l'huître perlière)		Agent abrasif
Crustacea (Extrait de l'hémolymphe de crustacé)	Agent masquant	Entretien de la peau
Dromiceius oil (Huile fixe obtenue à partir de la graisse d'émeu ( <i>Dromiceius sp.</i> ))		Emollient
Fibronectines		Entretien de la peau
Fish glycerides (Glycérides d'huile de poisson)		Emollient
Gadi lecur (Huile de foie de morue (Gadidés))	Agent filmogène	Agent filmogène
Hirudinea extract (extrait tiré de la sangsue ( <i>Hirudo</i> ))	Agent masquant	Entretien de la peau
Hoplostetus Oil (Huile tirée de la graisse sous-cutanée de poisson nommé hoplostène orange <i>Hoplostethus atlanticus</i> )		Emollient
Hydrolyzed Beeswak (Cire d'abeille hydrolysée)	Agent émulsifiant/Stabilisateur d'émulsion/Tensioactif	
Hydrolyzed Albumen (hydrolysats protéiques de blanc d'oeuf de poule)	Agent de contrôle de la viscosité	Agent antistatique / Conditionneur capillaire / Entretien de la peau

Hydrolyzed Casein (caséines, hydrolysats)		Agent antistatique / Conditionneur capillaire / Entretien de la peau
Hydrolyzed Elastin (élastines, hydrolysats)	Agent filmogène / Humectant	Agent antistatique / Agent filmogène / Conditionneur capillaire / Entretien de la peau / Humectant
Hydrolyzed Fibronectin (Hydrolisats protéiques de fibronectines)		Conditionneur capillaire / Entretien de la peau
Hydrolyzed Gelatin (Gélatines, hydrolysats)		Entretien de la peau
Hydrolyzed keratin (Kératines, hydrolysats)	Agent filmogène / Humectant	Agent antistatique / Agent filmogène / Entretien de la peau / Humectant
Hydrolyzed Pearl (Hydrolisats de perles)		Entretien de la peau
Hydrolyzed Silk (Hydrolisats protéiques de soie)	Humectant	Agent antistatique / Conditionneur capillaire / Entretien de la peau / Humectant
Kératine		Conditionneur capillaire / Entretien de la peau
Lactoferrine (glyco protéines lactiques fixant du fer)		Conditionneur capillaire / Entretien de la peau
Bêta-lactoglobulines		Agent antistatique / Conditionneur capillaire / Entretien de la peau
Lactose	Humectant	Entretien de la peau / Humectant
Lanoline (substance grasse obtenue à partir de la laine de mouton)	Agent émulsifiant / Tensioactif	Agent antistatique / Conditionneur capillaire / Entretien de la peau / Émollient
Lanolin cera Cire de Lanoline	Agent émulsifiant / Agent filmogène / Liant / Solvant / Synergiste de mousse	Agent antistatique / Agent filmogène / Conditionneur capillaire / Entretien de la peau / Émollient
Lanolin Oil (huile constituant la fraction liquide de la lanoline)	Agent émulsifiant / Liant / Solvant	Agent antistatique / Conditionneur capillaire / Émollient
Lecithin (combinaison complexe de diglycérides d'acides gras liés à l'ester de choline formée par l'acide phosphorique)	Agent émulsifiant	Agent antistatique / Entretien de la peau / Émollient
Luteum ovi / Powder (Extrait jaune d'oeuf, produit obtenue par déshydratation du jaune d'oeuf de volailles)		Agent abrasif (powder) / Conditionneur capillaire (extract) / Entretien de la peau (extract)
Marmota oil (huile tirée des tissus adipeux de la marmotte)		Conditionneur capillaire

Miel	Humectant	Émollient / Humectant / Hydratant
Mélanine		Entretien de la peau
Mustela oil / cera (Huile tirée des tissus sous-cutanés du Vison ou fraction solide (Mustela, Mustelidées))	Agent filmogène (cire)	Agent abrasif (cire) / Conditionneur capillaire / Émollient / Entretien de la peau
Mytilus extract (extrait de la moule <i>Mytilus edulis</i> )		Entretien de la peau
Ostrea shell / Oyster shell powder (poudres obtenues à partir de coquille d'huître broyées <i>Ostrea edulis</i> )		Agent abrasif / Entretien de la peau
Ovum oil, powder, shell powder (extrait d'œuf de poule entier, huile extraite de vitellus d'œufs frais, poudre obtenue à partir de l'œuf séché, poudre obtenue en broyant les coquilles)		Entretien de la peau (extract) / Conditionneur capillaire (extract) / Emollient (oil) / Agent abrasif (powder/ shell powder)
Pepsin (pepsine A)		Conditionneur capillaire / Entretien de la peau
Pisces / Piscum Cartilage (extrait de cartilage de poisson)		Entretien de la peau / Hydratant
Piscum lecur oil (huile fixe extraite par pression du foie gras de divers poisson)		Emollient
Piscum ovum (extrait d'œuf de poisson)		Entretien de la peau
Plankton (extrait de plancton marin)		Entretien de la peau
Procollagen (précurseur du collagène)	Agent filmogène	Agent filmogène / Conditionneur capillaire / Entretien de la peau
Propolis (extrait de propolis)	Agent de gélification	Agent lissant / Hydratant
Royal jelly / powder (extrait de gelée royale)		Entretien de la peau
Salmo oil (huile fixe extraite par pression du saumon)		Emollient / Entretien de la peau
Salmo ovum (extrait d'œuf de saumon)		Entretien de la peau
Scyllii pellis (extrait de la peau de la roussette)		Entretien de la peau
Sepia Extract (extrait des glandes nigamentaires de la seiche <i>Sepia officinalis</i> )		Entretien de la peau
Serica (protéine fibreuse (soie) obtenue à partir des cocons de ver à soie)	Humectant	Agent lissant / Conditionneur capillaire / Entretien de la peau / Humectant
Serica powder		Agent antistatique / Agent lissant / Conditionneur

		capillaire / Entretien de la peau
Soluble collagen (Mélange des précurseurs de collagène mature)	Agent filmogène / Humectant	Agent antistatique / Agent filmogène / Humectant / Conditionneur capillaire / Entretien de la peau
Squali lecur oil (huile fixe extraite par pression du foie frais de différentes espèces de requins)		Agent de restauration lipidique / Emollient / Entretien de la peau
Stearyl Alcohol	Agent de contrôle de la viscosité / Agent émulsifiant / Opacifiant / Stabilisateur d'émulsion / Synergiste de mousse	Agent de restauration lipidique / Emollient / Opacifiant
Stomach extract (extrait d'estomac de mammifère)		Entretien de la peau
Struthio oil (huile tirée des tissus adipeux de l'autruche Struthio)		Entretien de la peau
Sus extract (extrait de la peau de porc Sus)		Entretien de la peau
Testicular extract (extrait de testicules de mammifères)		Entretien de la peau
Udder (extrait de pis de mammifère)		Entretien de la peau
Umbilical (Extrait de cordon ombilical de mammifère)		Entretien de la peau
Yogurt filtrate (substances présentes à l'état naturel dans le yaourt filtré)		Conditionneur capillaire

## Serment De Galien

---

Je jure en présence de mes Maîtres de la Faculté et de mes condisciples :

- d'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement ;
- d'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement ;
- de ne jamais oublier ma responsabilité, mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine, de respecter le secret professionnel.

En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser les actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères, si j'y manque.

## **Les régimes végétariens, végétaliens et végétaliens : risques et bénéfices pour la santé, accompagnement officinal.**

---

Actuellement, le végétarisme et le végétalisme sont des modes alimentaires de plus en plus présents dans notre société. De nombreuses études notamment sur la population des Adventistes du 7<sup>e</sup> jour ont permis de mettre en évidence les effets bénéfiques d'une alimentation végétarienne ou végétalienne. Une diminution du risque de développer un diabète, une maladie cardiovasculaire ou un accident cardiovasculaire, un syndrome métabolique ou certains cancers sont observés. La supplémentation en vitamine B12 doit cependant être réalisée dès le début du changement de régime. Il est important de rappeler cette information capitale surtout au sein des jeunes populations. La supplémentation en vitamine D doit être réalisée tout comme dans la population française générale. D'autres éléments nutritionnels sont à surveiller : les apports en oméga-3, en calcium, en iode, en fer, en sélénium, en magnésium et en zinc. Le pharmacien a un rôle à jouer pour conseiller les personnes souhaitant passer d'une alimentation omnivore à ce type d'alimentation. Il est également disponible pour indiquer aux végétaliens les compléments alimentaires et les produits parapharmaceutiques végétaliens.

---

Mots-clés : Nutrition, Carences, Végétarisme, Végétalisme, Végan

## **Vegetarian and vegan diet : risks and benefits to health, officinal accompaniment.**

---

Nowadays, vegetarianism and veganism are increasingly present in our society. Many studies, particularly on the Seventh-day Adventists population, have highlighted the beneficial effects of a vegetarian or vegan diet. A reduced risk of developing diabetes, cardiovascular disease or cardiovascular accident, metabolic syndrome or cancers are observed. However, vitamin B12 supplementation should be provided as soon as the dietary change begins. It is important to remember this vital information, especially among teenagers. Vitamin D supplementation should be carried out as in the general French population. Other nutritional elements to watch out for include omega-3, calcium, iodine, iron, selenium, magnesium and zinc. The pharmacist has a role to play in advising people wishing to switch from an omnivorous diet to this type of diet. It is also available to indicate to vegans dietary supplements and vegan parapharmaceuticals.

---

Keywords : Nutrition, Deficiencies, Vegetarianism, Vegetalism, Vegan

