



**HAL**  
open science

# Accompagnement du patient végétalien à l'officine

Amélie Boudry

► **To cite this version:**

Amélie Boudry. Accompagnement du patient végétalien à l'officine. Sciences pharmaceutiques. 2023. dumas-04491988

**HAL Id: dumas-04491988**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04491988>**

Submitted on 6 Mar 2024

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

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



# THESE

Pour l'obtention du Diplôme d'État de Docteur en Pharmacie

Préparée au sein de l'Université de Caen Normandie

## ACCOMPAGNEMENT DU PATIENT VEGETALIEN A L'OFFICINE

Présentée par  
**Amélie BOUDRY**

**Soutenue publiquement le 05 juillet 2023**

**devant le jury composé de**

Mme Virginie PREVOST	Docteur en Pharmacie. Maître de conférences des Universités – HDR. Université de Caen Normandie	Présidente du jury et co-directrice
Mme Cécile LEGASTELOIS	Diététicienne nutritionniste. CHU Caen	Co-directrice de thèse
Mr Antoine BEAUJOUAN	Docteur en Pharmacie. Pharmacien titulaire. Pharmacie du Long Cours. Louvigny	Examineur

**Thèse dirigée par Mme Cécile LEGASTELOIS et Mme Virginie PREVOST**

## LISTE DES ENSEIGNANTS-CHERCHEURS

**Directrice de la Faculté des Sciences Pharmaceutiques**  
Professeure Pascale SCHUMANN-BARD

### **Assesseurs**

Professeur MALZERT-FREON Aurélie  
Professeur Anne-Sophie VOISIN-CHIRET

**Directrice administrative**  
Madame Sarah CHEMTOB

**Directrice administrative adjointe**  
Madame Emmanuelle BOURDON

### PROFESSEURS DES UNIVERSITES

<b>BOULOUARD Michel</b> .....	Physiologie, Pharmacologie
<b>BUREAU Ronan</b> .....	Biophysique, Chémoinformatique
<b>COLLOT Valérie</b> .....	Pharmacognosie
<b>DALLEMAGNE Patrick</b> .....	Chimie médicinale
<b>DAUPHIN François</b> .....	Physiologie, Pharmacologie
<b>DELEPEE Raphaël</b> .....	Chimie analytique
<b>FABIS Frédéric</b> .....	Chimie organique
<b>FRERET Thomas</b> .....	Physiologie, Pharmacologie
<b>GARON David</b> .....	Botanique, Mycologie, Biotechnologies
<b>GIARD Jean-Christophe</b> .....	Bactériologie, Virologie
<b>MALZERT-FREON Aurélie</b> .....	Pharmacie galénique
<b>ROCHAIS Christophe</b> .....	Chimie organique
<b>SCHUMANN-BARD Pascale</b> .....	Physiologie, Pharmacologie
<b>SICHEL François</b> .....	Toxicologie
<b>SOPKOVA Jana</b> .....	Biophysique, Drug design
<b>VOISIN-CHIRET Anne-Sophie</b> .....	Chimie médicinale

### MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

<b>ANDRE Véronique – HDR</b> .....	Biochimie, Toxicologie
<b>BOUET Valentine – HDR</b> .....	Physiologie, Pharmacologie
<b>BRIERE Joséphine</b> .....	Biostatistique
<b>CAILLY Thomas – HDR</b> .....	Chimie bio-inorganique, Chimie organique

<b>DENOYELLE Christophe – HDR</b> .....	Biologie cellulaire et moléculaire, Biochimie, Cancérologie
<b>DHALLUIN Anne</b> .....	Bactériologie, Virologie, Immunologie
<b>DUBOST Emmanuelle</b> .....	Chimie organique
<b>ELDIN de PECOULAS Philippe – HDR</b> .....	Parasitologie, Mycologie médicale
<b>GROO Anne-Claire</b> .....	Pharmacie galénique
<b>KIEFFER Charline</b> .....	Chimie médicinale
<b>KRIEGER Sophie</b> (Praticien hospitalier) – <b>HDR</b> .....	Biologie clinique
<b>LAPORTE-WOJCIK Catherine</b> .....	Chimie bio-inorganique
<b>LEBAILLY Pierre – HDR</b> .....	Santé publique
<b>LECHEVREL Mathilde – HDR</b> .....	Toxicologie
<b>LEGER Marianne</b> .....	Physiologie, Pharmacologie
<b>LEPAILLEUR Alban – HDR</b> .....	Modélisation moléculaire
<b>N'DIAYE Monique</b> .....	Parasitologie, Mycologie médicale, Biochimie clinique
<b>PAIZANIS Eleni</b> .....	Physiologie, Pharmacologie
<b>POTTIER Ivannah</b> .....	Chimie et toxicologie analytiques
<b>PREVOST Virginie – HDR</b> .....	Chimie analytique, Nutrition, Education thérapeutique du patient
<b>QUINTIN Jérôme</b> .....	Pharmacognosie
<b>RIOULT Jean-Philippe</b> .....	Botanique, Mycologie, Biotechnologies
<b>SAINT-LORANT Guillaume</b> (Praticien hospitalier) .....	Pharmacie clinique
<b>SINCE Marc – HDR</b> .....	Chimie analytique
<b>THEAULT BRYERE Joséphine</b> .....	Biostatistiques
<b>VILLEDIEU Marie – HDR</b> .....	Biologie et thérapies innovantes des cancers

#### **PROFESSEUR AGREGE (PRAG)**

**PRICOT Sophie** .....

Anglais

#### **PERSONNEL ASSOCIE A TEMPS PARTIEL (PAST)**

**SEDILLO Patrick** .....

Pharmacie officinale

**SEGONZAC Virginie** .....

Pharmacie officinale

**Enseignants titulaires du Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie**



# Remerciements

## **A mon jury.**

Mme Prevost, qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider ce jury et de co-diriger cette thèse. Merci de m'avoir accompagnée, que ce soit pendant la rédaction de ce document ou pendant tout mon cursus pharmaceutique. Merci d'être une enseignante aussi pédagogue, passionnée et à l'écoute de ses étudiants.

Mme Legastelois, merci d'avoir accepté de co-diriger cette thèse et de m'avoir aidé dans sa rédaction. J'ai beaucoup appris à vos côtés ces derniers mois. Vos conseils ont été très précieux et m'ont beaucoup rassurée.

Mr Beaujouan, merci d'avoir accepté d'être dans mon jury. Vous m'avez fait découvrir et aimer l'officine durant ces 5 années dans votre pharmacie. Merci de m'avoir épaulée pendant toute cette période.

## **A ma famille.**

Papa, Maman, comment exprimer ma reconnaissance ? Difficile de trouver les mots justes. Merci de m'avoir (trop) longtemps porté à bout de bras. Merci d'avoir cru en moi. Merci de m'avoir laissé devenir qui je voulais être, en me guidant mais sans jamais m'imposer de chemin. Je crois que je fais une meilleure pharmacienne que joaillière. J'admire votre résilience et l'amour que vous avez su donner à vos enfants. J'admire également la force que vous avez à 2. Je suis remplie de gratitude à l'idée de savoir que nous sommes tous les 4 plus soudés que jamais.

Merci Papa, pour les heures que tu as passé à relire ce tapuscrit et pour les 1750 marques de révision... Merci pour tout.

Merci Maman, de toujours trouver les mots justes.

Mathis, merci d'avoir toujours été là. De m'avoir demandé de ralentir parfois et de me recentrer sur moi. Mon Gniougritch, j'ai hâte de te voir t'épanouir à ton tour, dans les études ou dans un travail, quelle que soit la voie que tu choisiras tu y excelleras. Je suis si heureuse de t'avoir retrouvé et je suis si fière de toi.

Alexis, mon amour. Tu as été là tout le long de mes études et d'un soutien sans faille. Tu es ma plus belle rencontre de ces 9 (longues) années. Tout est plus facile à tes côtés. Tu es mon soleil au quotidien.

Céline, ma Tata Yoyo préférée, merci d'être là et depuis toujours.

Ma belle-famille, qui avec les années, est devenue la mienne. Merci pour tout.

A mon assistant personnel, qui m'a plus souvent croqué qu'aidé.

### **A mes amis.**

BéRénice, Julie et Maëlle, merci de votre présence inconditionnelle, depuis si longtemps. Je mesure la chance que j'ai de vous compter parmi mes amies les plus proches.

Marianne, Paula, Quentin, ces études n'auraient pas eu la même saveur sans vous. Vous êtes devenus des amis hors-pair.

Les roues libres auront finalement réussi à terminer leurs études... Merci d'avoir égayé ces dernières années.

La contrefac devenue récemment la contrevieactive, merci pour tout et vive les chats.

A mon bureau UBUNTU de l'ANEPF, merci d'avoir été la cerise sur le gâteau de mes études. Je me sens si chanceuse de vous avoir rencontrés.

A tous ceux que je n'ai pas cités, merci, ces études ont été remplies de belles rencontres. Chaque personne que j'ai croisée, à Caen ou ailleurs, m'a fait grandir et a fait de moi celle que je suis aujourd'hui.



# Table des matières

Liste des abréviations.....	1
Liste des Figures .....	3
Liste des Tableaux .....	4
Introduction.....	8
I. Définitions et épidémiologie.....	9
1. Définitions.....	9
1.1. Le végétarisme .....	9
1.2. Le végétalisme.....	9
1.3. Le véganisme.....	9
2. Epidémiologie.....	10
2.1. En France .....	10
2.2. Dans le monde.....	11
II. Recommandations nutritionnelles officielles.....	13
1. Recommandations du Programme National Nutrition Santé 4 (PNNS) : 2019-2023	13
2. Recommandations de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) concernant les macronutriments .....	16
2.1. Les protéines .....	17
2.2. Les glucides.....	17
2.3. Les lipides.....	20
3. Recommandations de l'ANSES concernant les vitamines et les minéraux, généralités, rôle biologique et stockage.....	22
3.1. La vitamine A .....	24
3.2. La vitamine B1 .....	25
3.3. La vitamine B2 .....	26
3.4. La vitamine B3 .....	26
3.5. La vitamine B5 .....	27
3.6. La vitamine B6 .....	28

3.7.	La vitamine B8 .....	29
3.8.	La vitamine B9 .....	30
3.9.	La vitamine B12 .....	31
3.10.	La vitamine C .....	32
3.11.	La vitamine D .....	33
3.12.	La vitamine E .....	34
3.13.	La vitamine K1 .....	35
3.14.	La choline .....	36
3.15.	Le cuivre .....	37
3.16.	L'iode .....	38
3.17.	Le magnésium .....	39
3.18.	Le molybdène .....	40
3.19.	Le phosphore .....	41
3.20.	Le potassium.....	41
3.21.	Le sélénium.....	42
3.22.	Le calcium.....	43
3.23.	Le fer.....	44
3.24.	Le fluor.....	45
3.25.	Le chlore .....	46
3.26.	Le sodium .....	47
3.27.	Le zinc .....	48
4.	Recommandations nutritionnelles : alimentation végétarienne et végétalienne 50	
III.	Sources alimentaires végétales, risques de surdosage et de carence .....	53
1.	L'effet matrice .....	54
2.	Les macronutriments .....	56
1.1.	Les protéines .....	56
1.2.	Les glucides .....	57
1.3.	Les lipides .....	58

2.	Les vitamines .....	59
2.1.	Vitamine A .....	59
2.2.	Vitamine B1.....	60
2.3.	Vitamine B2.....	61
2.4.	Vitamine B3.....	62
2.5.	Vitamine B5.....	63
2.6.	Vitamine B6.....	63
2.7.	Vitamine B8.....	64
2.8.	Vitamine B9.....	64
2.9.	Vitamine B12.....	65
2.10.	Vitamine C .....	69
2.11.	Vitamine D .....	70
2.12.	Vitamine E .....	71
2.13.	Vitamine K .....	72
3.	Les minéraux.....	73
3.1.	La choline .....	73
3.2.	Le cuivre .....	74
3.3.	L'iode .....	74
3.4.	Le magnésium .....	75
3.5.	Le molybdène .....	76
3.6.	Le phosphore .....	77
3.7.	Le potassium.....	77
3.8.	Le sélénium.....	78
3.9.	Le calcium.....	79
3.10.	Le fer.....	83
3.11.	Le fluor .....	86
3.12.	Le chlore .....	87
3.13.	Le sodium .....	87
3.14.	Le zinc .....	88

IV.	Les complémentations et les supplémentations disponibles en officine .....	91
1.	Les médicaments .....	91
1.1.	Définition.....	91
1.2.	Les médicaments disponibles en officine afin de prévenir ou traiter les carences des patients végétaliens .....	91
2.	Les compléments alimentaires .....	97
2.1.	Définition.....	97
2.2.	Les compléments alimentaires disponibles en officine en prévention des carences des patients végétaliens .....	98
V.	Le végétalisme à tous les stades de la vie : conseil en officine.....	105
1.	Les nourrissons (0-1 an) et les jeunes enfants (1 – 3 ans).....	105
2.	Les enfants et les adolescents .....	109
3.	Les femmes enceintes et allaitantes.....	110
4.	Les femmes ménopausées et les personnes âgées.....	113
	Conclusion.....	116
	Bibliographie.....	118
	Annexes.....	137

## Liste des abréviations

<b>5-MTHF</b>	5-méthyltétrahydrofolate
<b>ADN</b>	Acide désoxyribonucléique
<b>AE</b>	Apport énergétique
<b>AET</b>	Apport énergétique total
<b>AFDN</b>	Association française des diététiciens nutritionnistes
<b>AFTN</b>	Anomalie de la fermeture du tube neural
<b>AGMI</b>	Acide gras monoinsaturé
<b>AGPI</b>	Acide gras polyinsaturé
<b>AGS</b>	Acide gras saturé
<b>AGT</b>	Acides gras totaux
<b>ALA</b>	Acide alpha-linolénique
<b>AMM</b>	Autorisation de mise sur le marché
<b>ANC</b>	Apport nutritionnel conseillé
<b>ANSES</b>	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
<b>ANSM</b>	Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé
<b>ARN</b>	Acide ribonucléique
<b>AS</b>	Apport satisfaisant
<b>ATP</b>	Adénosine triphosphate
<b>BNM</b>	Besoin nutritionnel moyen
<b>CoA</b>	Coenzyme A
<b>DCI</b>	Dénomination commune internationale
<b>DGCCRF</b>	Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes
<b>DHA</b>	Acide docosahexaénoïque
<b>DMLA</b>	Dégénérescence maculaire liée à l'âge
<b>DMO</b>	Densité minérale osseuse
<b>EFA</b>	Equivalent folates alimentaires
<b>EFSA</b>	<i>European food safety authority</i> (agence européenne de sécurité des aliments)
<b>EN/MJ</b>	Equivalent niacine par mégajoule

<b>EPA</b>	Acide eicosapentaénoïque
<b>ER</b>	Equivalent rétinol
<b>ERDO</b>	Espèces réactives dérivées de l'oxygène
<b>Etude INCA</b>	Etude individuelle nationale des consommations alimentaires
<b>FAD</b>	<i>Flavin adenin dinucleotide</i> (flavine adénine dinucléotide)
<b>FMN</b>	<i>Flavin mononucleotide</i> (flavine mononucléotide)
<b>HDL</b>	<i>High-density lipoproteins</i> (lipoprotéines de haute densité)
<b>HoloTC</b>	Holo transcobalamine
<b>IFOP</b>	Institut français d'opinion publique
<b>IG</b>	Index glycémique
<b>IMC</b>	Indice de masse corporelle
<b>IOM</b>	<i>Institute of Medicine</i>
<b>IR</b>	Intervalle de référence
<b>LDL</b>	<i>Low-density lipoprotein</i> (lipoprotéines de faible densité)
<b>NAD<sup>+</sup></b>	<i>Nicotinamide adenine dinucleotide</i> (nicotinamide adénine dinucléotide)
<b>NADP<sup>+</sup></b>	<i>Nicotinamide adenine dinucleotide phosphate</i> (nicotinamide adénine dinucléotide phosphate)
<b>NL</b>	Non listé
<b>NR</b>	Non remboursé
<b>OMS</b>	Organisation mondiale de la santé
<b>PL</b>	Pyridoxal
<b>PLP</b>	Phosphate de pyridoxal
<b>PM</b>	Pyridoxamine
<b>PMP</b>	Phosphate de pyridoxamine
<b>PN</b>	Pyridoxine
<b>PNNS</b>	Programme national nutrition santé
<b>PNP</b>	Phosphate de pyridoxine
<b>PTH</b>	Parathormone
<b>RNP</b>	Référence nutritionnelle pour la population
<b>SFN</b>	Société française de nutrition
<b>TAG</b>	Triacylglycérol
<b>VLDL</b>	<i>Very low-density lipoprotein</i> (lipoprotéines de très faible densité)

## Liste des Figures

Figure 1. Répartition de la population en 5 régimes principaux. Source Sondage IFOP 2020 .....	11
Figure 2. Répartition de la population selon les identités déclarées et les pratiques de consommation de viande. Source Sondage IFOP 2020.....	11
Figure 3. Pourcentage de végétariens et végétaliens dans 10 pays. Source Statista .....	12
Figure 4. Les recommandations sur l'alimentation, l'activité physique et la sédentarité. Source PNNS 4 .....	15
Figure 5. Transméthylation de l'homocystéine en méthionine par la méthionine synthase. Source EFSA Journal.....	32

## Liste des Tableaux

Tableau 1. Différents régimes alimentaires et types d'aliments consommés.....	10
Tableau 2. Références nutritionnelles en acides gras pour l'adulte consommant 2 000 kcal par jour selon l'ANSES (27) .....	22
Tableau 3. Références nutritionnelles en AGPI pour la femme enceinte consommant 2 050 kcal et la femme allaitante consommant 2 250 kcal par jour selon l'ANSES (27) .....	22
Tableau 4. Références nutritionnelles en AGPI pour le nouveau-né/nourrisson (6 premiers mois) selon l'ANSES (27) .....	22
Tableau 5. RNP de la vitamine A (30) Nb. ER : équivalent rétinol ; *Apport satisfaisant. ....	24
Tableau 6. RNP de la vitamine B1 d'après l'ANSES (30). Nb. *Apport satisfaisant..	25
Tableau 7. RNP de la vitamine B2 d'après l'ANSES (30). Nb. *Apport satisfaisant..	26
Tableau 8. RNP de la vitamine B3 d'après l'ANSES (30). Nb. EN : équivalent niacine ; *Apport satisfaisant.....	27
Tableau 9. AS de la vitamine B5 d'après l'ANSES (30).....	28
Tableau 10. RNP de la vitamine B6 d'après l'ANSES (30). Nb. *Apport satisfaisant	28
Tableau 11. AS de la vitamine B8 d'après l'ANSES (30).....	29
Tableau 12. RNP de la vitamine B9 d'après l'ANSES (30). Nb. EFA : équivalent folates alimentaires ; *Apport satisfaisant .....	30
Tableau 13. AS de la vitamine B12 d'après l'ANSES (30).....	31
Tableau 14. RNP de la vitamine C d'après l'ANSES (30). *Apport satisfaisant.....	33
Tableau 15. AS de la vitamine D d'après l'ANSES (30) .....	34
Tableau 16. AS de la vitamine E d'après l'ANSES (30).....	35
Tableau 17. AS de la vitamine K1 d'après l'ANSES (30).....	36
Tableau 18. AS de la choline d'après l'ANSES (30) .....	37
Tableau 19. AS du cuivre d'après l'ANSES (30).....	38
Tableau 20. AS de l'iode d'après l'ANSES (30).....	39
Tableau 21. AS du magnésium d'après l'ANSES (30).....	39
Tableau 22. AS du molybdène après l'ANSES (30) .....	40
Tableau 23. AS du phosphore d'après l'ANSES (30) .....	41
Tableau 24. AS du potassium d'après l'ANSES (30).....	42
Tableau 25. AS du sélénium d'après l'ANSES (30).....	42
Tableau 26. RNP du calcium d'après l'ANSES (30). Nb. *Apport satisfaisant .....	43

Tableau 27. RNP du fer d'après l'ANSES (30). Nb. *Apport satisfaisant.....	44
Tableau 28. AS du fluor d'après l'ANSES (30) .....	46
Tableau 29. AS du chlore d'après l'ANSES (30).....	46
Tableau 30. AS du sodium d'après l'ANSES (30).....	47
Tableau 31. RNP du zinc selon le niveau d'apport en phytates d'après l'ANSES (30). *Apport satisfaisant.....	48
Tableau 32. Teneur en protéines des légumineuses, des céréales, des oléagineux grillés et crus en g/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71) .....	57
Tableau 33. Index glycémique d'aliments d'origine végétale (72).....	58
Tableau 34. Teneur en alpha-linolénique des aliments d'origine végétale en g/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71) .....	59
Tableau 35. Teneur en acide linoléique des aliments d'origine végétale en g/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71) .....	59
Tableau 36. Teneur en β-carotène des aliments d'origine végétale en µg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).....	60
Tableau 37. Teneur en thiamine des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).....	61
Tableau 38. Teneur en vitamine B2 des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).....	62
Tableau 39. Teneur en vitamine B3 des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).....	62
Tableau 40. Teneur en vitamine B5 des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).....	63
Tableau 41. Teneur en vitamine B6 des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).....	64
Tableau 42. Teneur en folates des aliments d'origine végétale en µg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).....	65
Tableau 43. Teneur en vitamine C des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).....	70
Tableau 44. Teneur en vitamine E des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).....	71
Tableau 45. Teneur en vitamine K1 des aliments d'origine végétale en µg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).....	72

Tableau 46. Teneur en cuivre des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).....	74
Tableau 47. Teneur en iode des aliments d'origine végétale en µg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71) .....	74
Tableau 48. Teneur en magnésium des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).....	76
Tableau 49. Teneur en phosphore des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).....	77
Tableau 50. Teneur en potassium des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).....	78
Tableau 51. Teneur en sélénium des aliments d'origine végétale en µg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).....	79
Tableau 52. Teneur en calcium des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).....	79
Tableau 53. Teneur en calcium (en mg/L) des eaux en bouteille .....	80
Tableau 54. Teneur en fer des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71) .....	83
Tableau 55. Teneur en sodium des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).....	88
Tableau 56. Teneur en zinc des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71) .....	89
Tableau 57. Les médicaments disponibles en officine en prévention des carences des patients végétaliens en calcium et/ou en vitamine D .....	94
Tableau 58. Les médicaments pouvant prévenir les carences en fer chez les patients végétaliens .....	95
Tableau 59. Les médicaments pouvant prévenir les carences en vitamine B12 chez les patients végétaliens .....	95
Tableau 60. Les médicaments pouvant prévenir les carences en acide folique chez les patients végétaliens .....	96
Tableau 61. Les médicaments pouvant prévenir les carences en zinc chez les patients végétaliens .....	96
Tableau 62. Les médicaments pouvant prévenir les carences en vitamine K1 chez les nourrissons végétaliens .....	97

Tableau 63. Les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en vitamine C chez les patients végétaliens .....	99
Tableau 64. Les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en vitamine D chez les patients végétaliens .....	100
Tableau 65. Les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en vitamine B12 chez les patients végétaliens .....	102
Tableau 66. Les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en iode chez les patients végétaliens.....	102
Tableau 67. Les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en magnésium chez les patients végétaliens .....	103
Tableau 68. Les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en zinc chez les patients végétaliens .....	103
Tableau 69. Les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en calcium chez les patients végétaliens.....	104
Tableau 70. Les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en fer chez les patients végétaliens .....	104
Tableau 71. Préparations infantiles à base de protéines de riz .....	107
Tableau 72. Alimentation de l'enfant de 6 à 18 mois et plus.....	108
Tableau 73. Prise de poids recommandée pendant la grossesse selon l'IMC d'après IOM (225) .....	111

## Introduction

L'alimentation végétalienne exclut tous les produits d'origine animale ou provenant de l'exploitation animale. Cette alimentation proscrit les produits carnés, le poisson, les mollusques, les crustacés, les œufs, les produits laitiers ainsi que les produits de la ruche. Elle repose sur la consommation de fruits, céréales, légumes, légumineuses, oléagineux et de graines. Il est couramment admis que le végétalisme bien mené et bien supplémenté ne présente pas de risque pour la santé à tous les âges de la vie. Ce type d'alimentation n'est cependant pas sans risque pour la santé en cas de méconnaissances nutritionnelles ou de non-supplémentation. Il est donc important que les végétaliens puissent être, si nécessaire, accompagnés et conseillés dans les officines qu'ils fréquentent.

L'objectif de ce travail de thèse est de fournir aux pharmaciens d'officine un document de synthèse afin de leur permettre d'accompagner les patients végétaliens. Tout d'abord, seront abordées, les définitions et l'épidémiologie du végétarisme et du végétalisme. Ensuite, les recommandations nutritionnelles générales seront rappelées concernant les macro et micronutriments. Ces recommandations seront toujours suivies de généralités concernant le nutriment, son rôle biologique et son stockage dans l'organisme. Puis, toujours pour chaque nutriment, les sources alimentaires d'origine végétale seront évoquées, suivies d'une évaluation du risque de carence et de surdosage. Ensuite, un état des lieux des suppléments disponibles à l'officine sera réalisé concernant les médicaments et les compléments alimentaires. Les particularités du végétalisme à tous les âges de la vie et les conseils associés à l'officine seront ensuite détaillés. Enfin, pour conclure, seront exposés les points majeurs mis en évidence lors de ce travail.

# I. Définitions et épidémiologie

Dans un premier temps, les différents types de régime sans produits d'origine animale seront définis dans cette partie. Ensuite, l'épidémiologie de ces alimentations sera évoquée, en France et à l'international.

## 1. Définitions

### 1.1. Le végétarisme

Le végétarisme est un régime alimentaire excluant les produits carnés tels que la viande, la volaille, les crustacés, les mollusques et le poisson (1). Les végétariens consomment les œufs, les produits de la ruche, le lait et ses produits dérivés. Ceci est la définition la plus générale du végétarisme. Cependant il en existe des variantes et des sous-catégories où la consommation d'œufs, de poisson ou de produits laitiers diffère (2). Les voici en considérant qu'aucun ne consomme de viande ni de volaille :

- Les lacto-végétariens (3) ne consomment pas d'œufs mais consomment des produits laitiers.
- Les ovo-végétariens (3) ne consomment pas de produits laitiers mais consomment des œufs.
- Les pesco-végétariens (4) ou pescétariens consomment quant à eux du poisson, des crustacés, des mollusques, des œufs, des produits laitiers.
- Les flexitariens (5) ont une alimentation majoritairement végétarienne cependant ils consomment occasionnellement de la viande, de la volaille et du poisson. Nous pouvons considérer un flexitarien comme un omnivore ayant une consommation raisonnée de chair animale.

### 1.2. Le végétalisme

Le végétalisme est un régime alimentaire excluant tous les aliments issus du règne animal : la viande, la volaille, le poisson, les crustacés, les mollusques, les œufs, les produits de la ruche, le lait et ses produits dérivés (6). Les végétaliens consomment donc le plus souvent des produits cultivés : légumes, fruits, oléagineux, légumineuses, céréales et graines.

### 1.3. Le véganisme

Le véganisme est un mode de vie excluant les produits issus du règne animal et de son exploitation : cuir, fourrure, laine, cosmétiques, produits d'entretien et d'hygiène testés sur les animaux, tout en respectant un régime végétalien (7).

Dans le Tableau 1, sont présentés de manière synthétique les produits consommés par les personnes concernées :

	<b>Viandes et produits carnés</b>	<b>Poissons, crustacés et mollusques</b>	<b>Œufs</b>	<b>Produits laitiers</b>
Flexitariens	A l'occasion	A l'occasion	Oui	Oui
Lacto-végétariens	Non	Non	Non	Oui
Ovo-végétariens	Non	Non	Oui	Non
Pesco-végétariens	Non	Oui	Oui	Oui
Végétariens	Non	Non	Oui	Oui
Végétaliens	Non	Non	Non	Non
Véganes (mode de vie)	Non	Non	Non	Non

Tableau 1. Différents régimes alimentaires et types d'aliments consommés

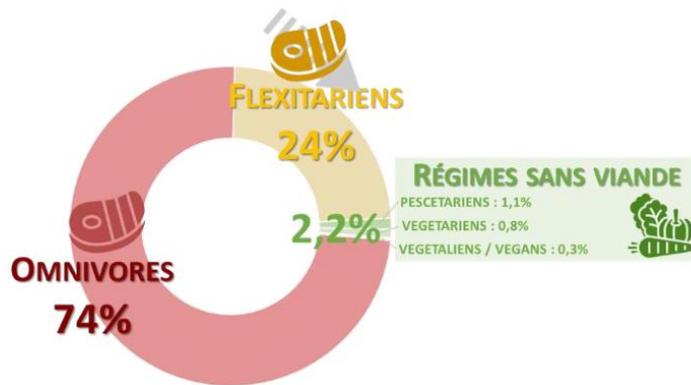
## 2. Epidémiologie

### 2.1. En France

Nous nous baserons sur une étude de consommation (8) de l'Institut français d'opinion public (IFOP) réalisée en 2020 auprès d'un échantillon représentatif de la population française de 15 001 personnes. 2,2 % des français déclarent suivre un régime sans viande (pescétarien, végétarien ou végétalien/vegan). Dans ces 2,2 % : 1,1 % sont pescétariens, 0,8 % sont végétariens et 0,3 % sont végétaliens ou véganes. 24 % des français se considèrent comme flexitariens et les 74 % restants se considèrent comme omnivores. Il faut prendre en compte que 8 % des français déclarent limiter leur consommation de viande sans pour autant se considérer comme flexitarien. Les différentes échelles ayant été proposées aux répondants ainsi que les pourcentages de réponse sont présentés Figure 1.

Un positionnement sur une échelle avec les définitions suivantes :

<b>OMNIVORE</b>	Je consomme indifféremment des aliments d'origine animale ou végétale, je mange de tout
<b>FLEXITARIEN</b>	Je diminue volontairement ma consommation de viande, sans être exclusivement végétarien
<b>PESCETARIEN</b>	Je ne consomme pas de viande mais je consomme du poisson et autres produits de la mer
<b>VEGETARIEN</b>	Je ne consomme ni viande, ni poisson, ni fruits de mer
<b>VEGAN / VEGETALIEN</b>	Je ne mange aucun produit d'origine animale (ni viande, ni poisson / fruits de mer, ni œuf, ni produit laitier, ni miel)



Base : Total Français = 15001

Figure 1. Répartition de la population en 5 régimes principaux. Source Sondage IFOP 2020

L'étude montre des divergences selon les dérogations autorisées par chacun et la diminution de la consommation des produits d'origine animale. Cela ne permet donc pas réellement de diviser la population en 5 régimes principaux. Dans la Figure 2, les pourcentages sont présentés de manière plus détaillée : 74 % des répondants se déclarent omnivores, dont 5 % déclarent limiter leur consommation de viande mais en consomment encore tous les jours et 8 % sont des flexitariens non étiquetés, ils déclarent limiter la viande et en consomment moins d'une fois par jour. Dans cette étude, 24 % se déclarent flexitariens : 7 % consomment de la viande tous les jours, 12 % consomment de la viande plusieurs fois par semaine et 5 % en consomment une fois par semaine ou moins.

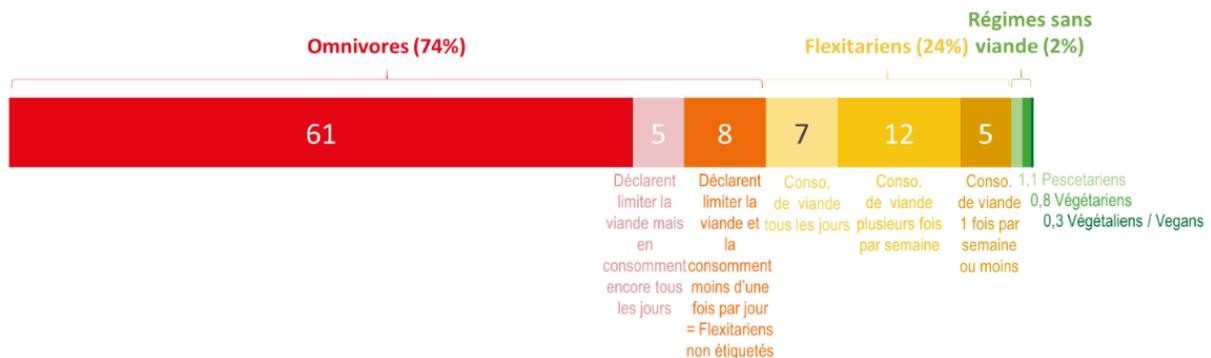


Figure 2. Répartition de la population selon les identités déclarées et les pratiques de consommation de viande. Source Sondage IFOP 2020

## 2.2. Dans le monde

Il est difficile d'avoir des chiffres d'une source aussi fiable qu'un sondage IFOP au niveau international. Le pays comptant le plus de végétariens et végétaliens est l'Inde : 9 % de la population indienne est végétalienne et près de 25 % est végétarienne (9). En 2022, aux Etats-Unis selon un rapport de Soylent, fabricant de boissons végétales, 10 % des adultes américains seraient végétariens ou végétaliens

(10). Le nombre de végétalien a été multiplié par 30 entre 2004 et 2019. Selon ce même rapport, il y aurait 79 millions de végétaliens dans le monde, ce qui représente de l'ordre de 1 % de la population mondiale (10). Selon une enquête menée entre 2021 et 2022 du *Global Consumer Survey*, l'Inde compte 14 % de végétaliens et 26 % de végétariens (11). En Europe, c'est la Suisse qui regroupe le plus de personnes végétariennes et végétaliennes : 6 % de végétaliens et 9 % de végétariens. En Chine, il y a 5 % de végétariens et 5 % de végétaliens. Au Canada, c'est respectivement 3 et 4 % de végétariens et de végétaliens. Selon cette étude, il y aurait 3 % de végétariens et 3 % de végétaliens en France. Les statistiques varient selon les échantillons et les sondages menés et parfois au sein d'un même pays. Il est difficile d'avoir des chiffres concordants entre les différentes études puisque ces dernières sont déclaratives. C'est pourquoi nous avons des pourcentages qui diffèrent pour la France et l'Inde selon les deux études citées. La Figure 3 présente un récapitulatif de la proportion des végétariens et végétaliens dans 10 pays (12).

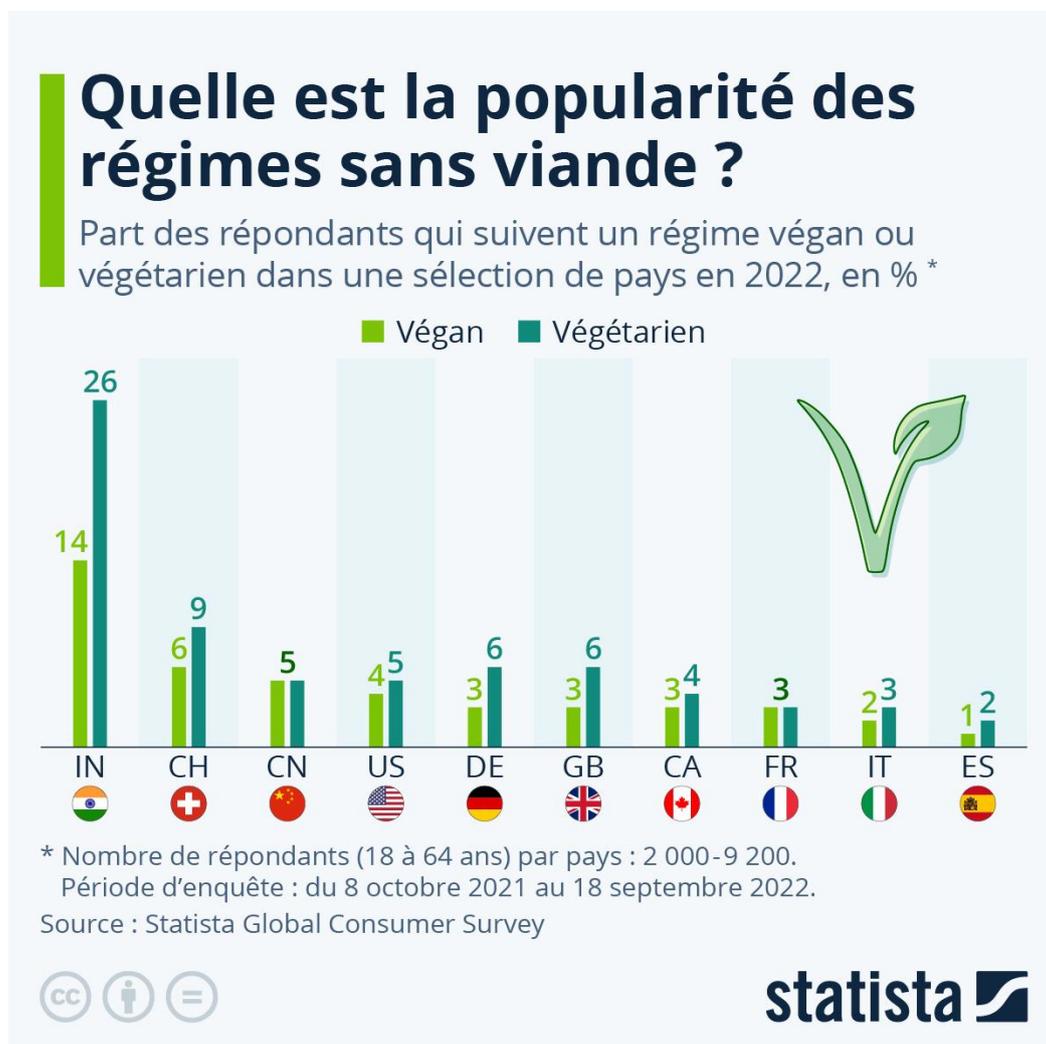


Figure 3. Pourcentage de végétariens et végétaliens dans 10 pays. Source Statista

## II. Recommandations nutritionnelles officielles

Avant de détailler les spécificités de l'alimentation végétalienne et les potentiels risques de carence, il est indispensable d'avoir en tête les recommandations nutritionnelles officielles pour la population générale. L'avis des experts de la nutrition, en France et à l'international, concernant le végétalisme sera également détaillé dans cette partie.

### 1. Recommandations du Programme National Nutrition Santé 4 (PNNS) : 2019-2023

Le PNNS, lancé en 2001, a pour objectif global l'amélioration de l'état de santé de la population française, en agissant sur l'un de ses déterminants majeurs : la nutrition (qui englobe l'alimentation, l'activité physique et la sédentarité). La mise en place de cette politique nutritionnelle est devenue une priorité de santé publique. En effet, la nutrition est un facteur de protection ou au contraire, peut accroître le risque de certaines pathologies répandues en France : le cancer, les maladies cardiovasculaires liées à l'obésité, l'ostéoporose ou le diabète de type 2 (13). Sa dernière version, la quatrième (2019-2023), a été mise à jour en 2019 par le gouvernement français (14). Il se développe en 10 mesures phares :

- Promouvoir les nouvelles recommandations nutritionnelles.
- Augmenter les fibres, réduire les quantités de sel, sucres, gras dans les aliments de consommation courante par un engagement ferme des acteurs économiques dès 2020 et promouvoir le Nutri-Score, en visant à le rendre obligatoire au niveau européen.
- Réduire la consommation de sel de 30 % d'ici 2025.
- Protéger les enfants et les adolescents d'une exposition à la publicité pour des aliments et boissons non recommandés.
- Permettre à tous de bénéficier d'une restauration collective de qualité en toute transparence.
- Etendre l'éducation à l'alimentation de la maternelle au lycée.
- Développer la pratique d'activité physique adaptée pour les personnes atteintes de maladies chroniques.
- Renforcer la prescription d'activité physique adaptée par les médecins.
- Veiller à l'alimentation de nos aînés.

- Promouvoir et partager au niveau national les actions locales innovantes, sources de créativité.

Les nouvelles recommandations sur l'alimentation, l'activité physique et la sédentarité qui en découlent sont les suivantes.

Il faut augmenter :

- Les légumes secs : au moins 2 fois par semaine car ils sont naturellement riches en fibres.
- Les fruits et légumes frais, surgelés ou en conserve : au moins 5 fois par jour.
- Les fruits à coques : une petite poignée par jour car ils sont riches en oméga 3.
- L'activité physique : au moins 30 minutes d'activités physiques dynamiques par jour.
- Le « fait maison ».

Il faut aller vers :

- Le pain complet, les pâtes et le riz complets, la semoule complète : au moins 1 féculent complet par jour car ils sont naturellement riches en fibres.
- Les aliments de saison et produits localement.
- Une consommation de poissons gras et de poissons maigres en alternance.
- La consommation de produits issus de l'agriculture biologique.
- L'huile de colza, de noix et d'olive : les matières grasses ajoutées peuvent être consommées tous les jours en petites quantités.
- Les produits laitiers : 2 par jour.

Il faut réduire :

- La charcuterie : limiter à 150 g par semaine.
- Les produits sucrés, gras, salés et ultra-transformés.
- Les produits salés.
- L'alcool : 2 verres par jour maximum et pas tous les jours.
- La viande (porc, bœuf, veau, mouton, agneau, abas) : privilégier la volaille et limiter les autres à 500 g par semaine.
- Le temps passé assis : marcher un peu toutes les 2 h.

La Figure 4 rapporte les recommandations sur l'alimentation, l'activité physique et la sédentarité (14).

# Pour un mode de vie plus équilibré, commencez par

Augmenter ↗	Aller vers ↗	Réduire ↘
 <b>Les fruits et légumes</b>	 <b>Le pain complet ou aux céréales, les pâtes, la semoule et le riz complets</b>	 <b>L'alcool</b>
 <b>Les légumes secs : lentilles, haricots, pois chiches, etc.</b>	 <b>Les poissons gras et maigres en alternance</b>	 <b>Les produits sucrés et les boissons sucrées</b>
 <b>Les fruits à coque : noix, noisettes, amandes non salées, etc.</b>	 <b>L'huile de colza, de noix, d'olive</b>	 <b>Les produits salés</b>
 <b>Le fait maison</b>	 <b>Une consommation de produits laitiers suffisante mais limitée</b>	 <b>La charcuterie</b>
 <b>L'activité physique</b>	 <b>Les aliments de saison et les aliments produits localement</b>	 <b>Les produits avec un Nutri-Score D et E</b>
	 <b>BIO</b> <b>Les aliments bio</b>	 <b>Le temps passé assis</b>

**Chaque petit pas compte et finit par faire une grande différence**

DT05-17719-A



MANGERBOUGER.FR




Figure 4. Les recommandations sur l'alimentation, l'activité physique et la sédentarité. Source PNNS 4

En comparaison avec les précédents PNNS, c'est la première fois que les fruits à coques sont mis en avant et qu'il est recommandé d'en manger tous les jours. C'est également la première fois que la consommation de produits laitiers est réduite à deux par jour, dans le PNNS 3, il était recommandé d'en consommer 3 quotidiennement (15). C'est aussi la première fois qu'il est conseillé de réduire la consommation de viande et de charcuterie. Dans le PNNS 3, il était recommandé de manger de la viande ou de la volaille 1 à 2 fois par jour. Les recommandations concernant le poisson n'ont pas changé.

## 2. Recommandations de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) concernant les macronutriments

Les protéines, les glucides et les lipides sont les 3 grandes familles de macronutriments et donc les constituants des aliments qui contribuent à l'apport énergétique. Selon l'ANSES (16), l'intervalle de référence en lipides, protéines et glucides pour les adultes se répartit de la façon suivante : 35-40 % de lipides, 10-20 % de protéines et 40-55 % de glucides. Cet intervalle de référence est un pourcentage de l'apport énergétique total, il diffère tout au long de la vie. Pour les enfants de 0 à 5 mois il se répartit comme suit : 50-55 % de lipides, 7-15 % de protéines et 40-50 % de glucides. Pour les enfants de 6 mois à 1 an, le pourcentage décroît progressivement pour les lipides jusqu'à atteindre 45-50 %, il est stable pour les protéines et les glucides, toujours respectivement 7-15 % et 40-50 %. Pour les enfants de 12 à 35 mois, la répartition est de 45-50 % de lipides, 6-15 % de protéines et 40-50 % de glucides. Pour les enfants de 4 à 17 ans le pourcentage de l'apport énergétique total est de 35-40 % pour les lipides et de 40-55 % pour les glucides hors fibres, il ne varie pas. Pour les protéines en revanche, il augmente avec l'âge. Il est de 6-16 % pour les enfants de 4 et 5 ans, de 7-17 % pour les enfants de 6 à 9 ans, de 9-19 % pour les 10-13 ans et de 10-20 % pour les 14-17 ans (17). Dans un rapport datant de 2017 (18), l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) indique que les besoins énergétiques des femmes enceintes augmentent tout au long de la grossesse d'environ 70 kcal/jour pendant le premier trimestre, 260 kcal/jour pendant le second trimestre et de 500 kcal/jour pendant le troisième trimestre. Au cours de l'allaitement les besoins énergétiques augmentent également de 500 kcal/jour. Malgré cette modification des besoins énergétiques lors de la grossesse et de l'allaitement les proportions de l'apport

énergétique total en macronutriments sont identiques à ceux de la population adulte cités précédemment. A l'exception de la limite basse en protéines qui passe à 12 % pendant le 3<sup>ème</sup> trimestre de grossesse et l'allaitement (19).

### 2.1. Les protéines

Les acides aminés constituent les protéines. 20 acides aminés sont utilisés par l'organisme pour la fabrication des protéines, ils sont dits « protéogènes ». 11 de ces 20 acides aminés peuvent être fabriqués par le corps humain, ils sont dits « non essentiels » et les 9 autres sont dits « indispensables » ou « essentiels » car l'organisme n'est pas capable de les synthétiser en quantité suffisante pour satisfaire ses besoins (20). Ces 9 acides aminés, l'isoleucine, la méthionine, la thréonine, le tryptophane, la valine, l'histidine, la leucine, la lysine et la phénylalanine, doivent être apportés par l'alimentation. Les 11 autres acides aminés sont l'alanine, l'arginine, l'asparagine, l'acide aspartique, la cystéine, l'acide glutamique, la glutamine, la glycine, la proline, la sérine et la tyrosine. La composition en acide aminés des protéines est prise en compte pour évaluer la qualité protéique de l'alimentation. Les protéines jouent des rôles primordiaux dans l'organisme :

- Rôle structural et participation au renouvellement des tissus musculaires, des phanères, des os, de la peau...
- Participation aux processus biologiques (hémoglobine, hormones, récepteurs, immunoglobulines...).
- Unique source d'azote de l'organisme.

L'ANSES considère que la référence nutritionnelle en protéines pour un adulte en bonne santé est de 0,83 g/kg/j (20). L'apport protéique quotidien doit être de 10 à 20 % de l'apport énergétique total (AET). Il est difficile de déterminer une limite supérieure de sécurité pour cet apport, l'ANSES considère donc que 0,83 à 2,2 g/kg/j soit 10 à 27 % de l'apport énergétique total est satisfaisant pour un adulte de moins de 60 ans. Concernant les personnes âgées, la référence nutritionnelle est plus élevée : 1 g/kg/j, et pour les femmes enceintes ou allaitantes elle est d'au moins 1,2 g/kg/j (21).

### 2.2. Les glucides

Il existe plusieurs types de glucides : les sucres dits « glucides simples » ayant souvent une saveur sucrée (glucose, fructose, galactose, maltose, lactose, saccharose) et les amidons dits « glucides complexes » essentiels pour leur apport

énergétique qui sont digérés dans l'intestin où ils sont surtout absorbés sous forme de glucose. Dans l'alimentation naturelle nous retrouvons comme principaux sucres :

- Le glucose présent surtout dans les produits végétaux ayant un goût sucré (fruits, certains légumes, miel...).
- Le fructose principalement dans les fruits et dans de nombreux légumes (artichaut, oignon, topinambour...). Il est présent dans l'inuline des racines ou dans certains tubercules de plantes et dans le miel.
- Le saccharose qui se compose d'une unité de glucose liée à une unité de fructose. Il est le sucre de référence afin de définir le pouvoir sucrant des sucres, des polyols et des édulcorants intenses. Il est issu de certaines plantes telles que la betterave sucrière ou la canne à sucre.
- Le lactose et le galactose qui sont naturellement présents dans les produits laitiers (22).

Dans ses travaux, l'ANSES a démontré que la consommation de sucres au-dessus d'une certaine quantité présente des risques pour la santé humaine, ayant notamment des effets directs sur la prise de poids, l'augmentation de la triglycéridémie et l'uricémie, mais aussi des effets indirects sur le diabète de type 2, les maladies cardiovasculaires et certains cancers (22). L'ANSES a également rappelé que la relation entre la consommation de sucres et la carie dentaire est bien démontrée (22). Cela a poussé l'Organisation mondiale de la santé (OMS) à recommander de « ramener l'apport en sucres libres à moins de 10 % de la ration énergétique totale chez l'adulte et l'enfant. Il serait encore meilleur pour la santé de réduire l'apport en sucre à moins de 5 % de la ration énergétique totale, soit à 25 grammes (6 cuillères à café) environ par jour » (23). Dans la définition des sucres libres de l'OMS les sucres ajoutés et les sucres naturellement contenus dans les jus de fruits sont compris. Malgré les analyses des données disponibles par l'ANSES, il n'est pas possible de distinguer les effets sur la santé des sucres naturellement présents dans l'alimentation de ceux des sucres ajoutés. L'ANSES recommande donc aux adultes de ne pas consommer plus de 100 g de sucres totaux par jour (sans compter le lactose et le galactose) et pas plus d'une boisson sucrée par jour, en privilégiant les jus de fruits. En France, 20 à 30 % des français consomment plus de 100 g de sucres par jour hors lactose et galactose (22). Les fibres sont des glucides que l'on retrouve uniquement dans les végétaux. Il est recommandé d'en consommer 25 g par jour. Les fibres

insolubles, non digérées, donnent du volume aux selles permettant de diminuer le risque de constipation et de crises hémorroïdaires. Les fibres solubles, non digérées, deviennent visqueuses au contact de l'eau et facilitent le transit intestinal. Elles facilitent le glissement des résidus, de ce fait, elles diminuent l'absorption des graisses, diminuent le LDL cholestérol et les triglycérides. Elles réduisent également l'index glycémique (IG) des aliments (24). L'index glycémique d'un aliment est la vitesse à laquelle ses glucides sont assimilés pendant sa digestion. Plus l'index glycémique est élevé, plus vite les glucides arrivent dans le sang. Les aliments à index glycémique bas sont : les légumineuses, les oléagineux, les légumes et la plupart des fruits. Ceux avec un index glycémique haut sont les sodas, le sucre blanc, le pain de mie, le pain blanc, les gâteaux... (25). Cet index permet donc de définir le pouvoir hyperglycémiant d'un aliment et de comparer les aliments glucidiques sur la base de ce critère. L'index glycémique est défini comme « l'aire sous la courbe de réponse glycémique (aire au-dessus de la ligne de base représentée par la glycémie à jeun), à une portion d'aliment apportant 50 g de glucides, exprimée en pour cent de la réponse à une portion d'un aliment de référence apportant la même quantité de glucides, pris par un même sujet » (26). Le repas de la veille au soir et sa teneur en fibres alimentaires ainsi que l'apport glucidique des jours précédant la mesure ont un impact significatif sur la valeur de l'index glycémique. Quand des sucres et/ou de l'amidon sont présents dans un aliment, leur environnement influence considérablement la biodisponibilité du glucide. Par exemple, les pâtes, ont un faible index glycémique grâce au réseau protéique constitué par le gluten du blé dur. Il forme une barrière pour les enzymes digestives qui dégradent l'amidon. Le même type de barrière est retrouvé dans les grains de céréales non broyés et les légumes secs dont les parois végétales sont épaisses et résistent donc à la cuisson et à l'action de l'acidité et des enzymes gastriques. La mastication, quant à elle, permet à l'amidon des légumes secs d'être partiellement digéré dans l'intestin grêle et d'être retrouvé sous forme de glucose dans le sang (26). Dans les faits, la réponse glycémique, est la résultante de phénomènes complexes. La première étape est l'absorption du glucose, qui dépend de la mastication, de l'action de l'amylase salivaire, de la vidange gastrique puis de plusieurs enzymes sécrétées dans l'intestin (notamment l'alpha-amylase pancréatique) et par la muqueuse intestinale (maltase, glucoamylase...). La sécrétion insulínique est déclenchée par l'arrivée du glucose dans le sang, elle produit une inhibition de la production endogène de glucose et une stimulation de l'utilisation du glucose. La réponse glycémique est donc

dépendante de la vidange gastrique, de la sécrétion d'insuline et de la sensibilité à l'insuline. Tous les facteurs influençant ces paramètres entraînent donc une modification de la réponse glycémique et donc de l'index glycémique mesuré. Par exemple, les graisses diminuent la vidange gastrique. L'index glycémique n'est pas un paramètre idéal bien qu'il fournisse une indication physiologique sur la biodisponibilité des glucides ingérés par une méthode simple. Cependant, les choix alimentaires devront être motivés par l'index glycémique conjointement à la composition nutritionnelle des aliments, certains aliments à faible indice glycémique mais riches en lipides n'étant pas recommandés. A contrario, certains aliments à fort index glycémique sont intéressants car faiblement énergétiques et riche en micronutriments. Une notion dérivée de l'index glycémique est la charge glycémique. Elle correspond à la quantité de glucides ingérés, multipliée par l'index glycémique de l'aliment. Elle est surtout utilisée dans les études épidémiologiques et permet de prendre en compte la quantité et la qualité des aliments consommés (26).

### 2.3. Les lipides

Les lipides jouent dans l'organisme deux rôles majeurs :

- Stockage d'énergie sous forme de triglycérides présents dans les tissus adipeux.
- Rôle structural sous forme de phospholipides notamment dans la composition des membranes cellulaires.

Les triglycérides et les phospholipides sont composés d'acides gras apportés par l'alimentation ou certains synthétisés par l'organisme. Ces acides gras ont des fonctions métaboliques variant selon leurs natures, certains sont des précurseurs de molécules de régulation des fonctions physiologiques (agrégation plaquettaire, inflammation...) et certains peuvent réguler l'expression de gènes du métabolisme lipidique. Le cholestérol est considéré comme un lipide. Il est le précurseur des hormones stéroïdiennes (œstrogènes, testostérone...) et est un composant important des membranes cellulaires. Les lipides sont transportés dans le sang sous forme de lipoprotéines de très faible densité (VLDL), de faible densité (LDL) ou de haute densité (HDL).

D'un point de vue biochimique, on classifie les acides gras en trois catégories :

- Les acides gras saturés (AGS) ne possédant aucune double liaison.

- Les acides gras monoinsaturés (AGMI) possédant une seule double liaison.
- Les acides gras polyinsaturés (AGPI) possédant plusieurs doubles liaisons.

D'un point de vue physiologique, on classifie les acides gras en quatre catégories :

- Les acides gras indispensables nécessaires au développement et au bon fonctionnement de l'organisme mais que le corps humain ne peut pas synthétiser, ils sont dits « essentiels ». Ils sont répartis en deux familles :
  - Les acides gras polyinsaturés oméga 6 (AGPI n-6) dont le précurseur et le représentant majeur est l'acide linoléique (LA) indispensable. Son dérivé majoritaire et conditionnellement indispensable est l'acide arachidonique.
  - Les acides gras polyinsaturés oméga 3 (AGPI n-3) dont le précurseur est l'acide alpha-linolénique (ALA), les acides eicosapentaénoïque (EPA) et docosahexaénoïque (DHA) sont synthétisés à partir de ce dernier. Le DHA est considéré comme indispensable tandis que l'EPA est considéré comme conditionnellement indispensable.
- Les acides gras conditionnellement indispensables eux aussi dits « essentiels » sont indispensables pour la croissance et les fonctions physiologiques des cellules mais ne peuvent être synthétisés qu'à partir de leurs précurseurs apportés par l'alimentation.
- Les acides gras non indispensables dits « non essentiels » tel que l'acide oléique qui est un AGMI et les acides gras saturés constitués d'acides laurique, myristique et palmitique (27).

Les recommandations concernant les lipides sont de 35 à 40 % de l'apport énergétique permettant de couvrir les besoins en acides gras essentiels. La limite haute de cette fourchette est dépassée en France par 43 % des adultes et 34 % des enfants (27).

L'ANSES a créé des références nutritionnelles en acides gras pour l'adulte consommant 2 000 kcal par jour. Selon l'ANSES le rapport oméga 6 / oméga 3 doit être de 5 pour 1 (28). Ces valeurs sont exprimées en pourcentage de l'apport énergétique total sans alcool sauf pour le DHA et l'EPA où elles seront exprimées en milligrammes (Tableau 2).

	Acide gras	Référence nutritionnelle
AG indispensables	Acide linoléique	4 %
	Acide $\alpha$ -linoléique	1 %
	Acide docosahexaénoïque DHA	250 mg
AG non indispensables	Acide eicosapentaénoïque EPA	250 mg
	Acides laurique, myristique et palmitique	$\leq$ 8 %
	Acides gras saturés totaux	$\leq$ 12 %
	Acide oléique	15-20 %

Tableau 2. Références nutritionnelles en acides gras pour l'adulte consommant 2 000 kcal par jour selon l'ANSES (27)

L'ANSES a également créé des références nutritionnelles en AGPI pour la femme enceinte consommant 2 050 kcal et la femme allaitante consommant 2 250 kcal par jour (Tableau 3).

	Femme enceinte et allaitante
Acide linoléique	4 %
Acide $\alpha$ -linoléique	1 %
Acide docosahexaénoïque	250 mg
EPA et DHA	500 mg

Tableau 3. Références nutritionnelles en AGPI pour la femme enceinte consommant 2 050 kcal et la femme allaitante consommant 2 250 kcal par jour selon l'ANSES (27)

L'ANSES a créé des références nutritionnelles en AGPI pour les nouveau-nés et les nourrissons, cela concerne les 6 premiers mois de vie. Les valeurs sont exprimées en pourcentage de l'apport énergétique (AE) ou en pourcentage des acides gras totaux (AGT) pour un lait apportant, pour 100 ml reconstitués : 70 kcal et 3,4 g de lipides totaux (Tableau 4).

Acide linoléique	Acide $\alpha$ -linoléique	Acide arachidonique	DHA	EPA et DHA
2,7 % AE	0,45 % AE	0,5 % AGT	0,32 % AGT	EPA < DHA

Tableau 4. Références nutritionnelles en AGPI pour le nouveau-né/nourrisson (6 premiers mois) selon l'ANSES (27)

### 3. Recommandations de l'ANSES concernant les vitamines et les minéraux, généralités, rôle biologique et stockage

Les micronutriments quant à eux regroupent les vitamines, les minéraux et les oligo-éléments dont les besoins pour l'organisme sont plus faibles par rapport aux

nutriments (glucides, lipides et protéines). Leurs rôles sont essentiels aux différents processus métaboliques de l'organisme puisque, souvent, en tant que coenzymes ils en permettent le bon déroulement. Il existe deux grands groupes de vitamines : les hydrosolubles (vitamines du groupe B et C) et les liposolubles (vitamines A, D, E et K). Les minéraux sont représentés par le calcium, le sodium, le magnésium, le phosphore et le potassium. Les oligo-éléments sont quant à eux représentés par le cuivre, le zinc, le fluor, l'iode, le manganèse, le molybdène et le sélénium. Le fer ayant une position intermédiaire (29).

Un avis de l'ANSES a été publié en mars 2021, il s'agit d'un rapport d'expertise collective sur « Les références nutritionnelles en vitamines et minéraux » (30). L'objectif de ce rapport est de réévaluer l'ensemble des références nutritionnelles des micronutriments pour les populations spécifiques (nourrissons, enfants, adolescents, femmes enceintes et allaitantes et personnes âgées) et d'actualiser les références nutritionnelles des micronutriments pour la population adulte (30). Dans cette thèse d'exercice, nous nous baserons sur la référence nutritionnelle pour la population (RNP) pour parler des besoins en vitamines et minéraux puisque c'est la terminologie la plus utilisée par les diététiciens nutritionnistes en France. La RNP est définie par l'ANSES comme « l'apport qui couvre en théorie le besoin de presque toute la population considérée (97,5 % dans la plupart des cas), tel qu'estimé à partir des données expérimentales. La RNP est calculée à partir de l'estimation des paramètres de distribution du besoin. Le plus souvent, on considère que la distribution du besoin dans la population suit une loi normale. La RNP est estimée à partir du besoin nutritionnel moyen (BNM) auquel on ajoute deux écart-types, pour déterminer ainsi l'apport qui couvre le besoin de 97,5 % de la population (30). L'écart-type étant le plus souvent estimé à 15 % du BNM, la RNP équivaut alors à 1,3 le BNM. Cette définition est consensuelle. Elle correspond à celle du terme « apport nutritionnel conseillé » (ANC), qui n'a plus cours aujourd'hui (...). Dans un souci de précision, le terme d'ANC a été abandonné au profit de 3 types de références nutritionnelles : la RNP, l'apport satisfaisant (AS) et l'intervalle de référence (IR) ». L'apport satisfaisant quant à lui est défini par l'ANSES comme « l'apport moyen d'une population ou d'un sous-groupe pour lequel le statut nutritionnel est jugé satisfaisant » (30). L'intervalle de référence est défini, toujours par l'ANSES, comme « un intervalle d'apports considérés comme satisfaisants pour le maintien de la population en bonne santé » (30). L'ANSES a construit des tableaux de références nutritionnelles pour les vitamines et les minéraux

selon des groupes de population (30). Afin d'en faciliter la lecture, ils sont présentés Tableau 5 à Tableau 31 avec uniquement les références nutritionnelles pour la population ou les apports suffisants. Chaque référence nutritionnelle sera suivie des généralités, du rôle biologique et du stockage de la vitamine ou du minéral.

### 3.1. La vitamine A

Les besoins nutritionnels en vitamine A varient tout au long de la vie et selon le sexe (Tableau 5). Les besoins varient également pour les femmes enceintes et allaitantes (30).

	Vitamine A ( $\mu\text{g ER/j}$ )
<b>Groupes de population</b>	RNP
Nourrissons de moins de 6 mois	350*
Nourrissons de 6 mois et plus	250
Enfants de 1 à 3 ans	250
Enfants de 4 à 6 ans	300
Enfants de 7 à 10 ans	400
Adolescents de 11 à 14 ans	600
Adolescents de 15 à 17 ans	750
Adolescentes de 15 à 17 ans	650
Hommes de 18 ans et plus	750
Femmes de 18 ans et plus	650
Femmes enceintes	700
Femmes allaitantes	1300

Tableau 5. RNP de la vitamine A (30) Nb. ER : équivalent rétinol ; \*Apport satisfaisant.

**Généralités** : La vitamine A est une vitamine liposoluble (29). D'après l'ANSES, « Le terme vitamine A regroupe le rétinol libre et estérifié présent dans l'alimentation, ses métabolites produits dans l'organisme et responsables de son activité biologique (rétinal et acides rétinoïques) ainsi que les caroténoïdes provitaminiques ( $\beta$ -carotène,  $\alpha$ -carotène et  $\beta$ -cryptoxanthine) » (30). Les caroténoïdes provitaminiques ont une conversion incomplète en rétinol, c'est pourquoi l'activité vitaminique A de ces composés s'exprime par rapport à celle du rétinol en équivalent rétinol (ER), chez l'homme, 6 mg de  $\beta$ -carotène ont la même activité que 1 mg de rétinol (30).

**Rôle biologique et stockage** : La vitamine A est indispensable tout au long de la vie. Elle a un rôle primordial dans la vision, mais aussi dans la régulation de l'expression des gènes (activation et répression). Elle est donc impliquée dans plusieurs fonctions de l'organisme : développement embryonnaire, croissance cellulaire, renouvellement des tissus et dans le système immunitaire. Le  $\beta$ -carotène peut agir comme piègeur de

radicaux libres donc comme antioxydant (31). La vitamine A est stockée dans le foie et les tissus adipeux (32).

### 3.2. La vitamine B1

Les besoins nutritionnels en vitamine B1 sont les mêmes tout au long de la vie sauf pour les nourrissons de moins de 6 mois, indépendamment du sexe, d'une grossesse ou d'un allaitement (Tableau 6) (30).

	Vitamine B1 (mg/MJ d'énergie consommée)
<b>Groupes de population</b>	RNP
Nourrissons de moins de 6 mois	0,2 mg/j*
Nourrissons de 6 mois et plus	0,1
Enfants de 1 à 3 ans	0,1
Enfants de 4 à 6 ans	0,1
Enfants de 7 à 10 ans	0,1
Adolescents de 11 à 14 ans	0,1
Adolescents de 15 à 17 ans	0,1
Adolescentes de 15 à 17 ans	0,1
Hommes de 18 ans et plus	0,1
Femmes de 18 ans et plus	0,1
Femmes enceintes	0,1
Femmes allaitantes	0,1

Tableau 6. RNP de la vitamine B1 d'après l'ANSES (30). Nb. \*Apport satisfaisant

**Généralités :** La vitamine B1, également nommée thiamine, est une vitamine hydrosoluble. La forme libre de la thiamine est un précurseur du pyrophosphate de thiamine (TDP) agissant comme coenzyme dans le métabolisme des glucides et des acides aminés, ainsi que dans les réactions énergétiques (33). Etant donné que la vitamine B1 est principalement impliquée dans le métabolisme glucidique, son besoin est dépendant de l'apport glucidique. C'est pourquoi les références nutritionnelles sont exprimées en milligramme par mégajoule (mg/MJ) plutôt qu'en mg/jour (30).

**Rôle biologique et stockage :** La thiamine contribue au métabolisme énergétique des cellules, au fonctionnement du système nerveux et du cœur (33). Elle circule dans le plasma et est présente dans le foie, le cerveau, les reins et le cœur. Cependant les réserves tissulaires sont faibles et sont dépendantes d'un apport alimentaire adéquat (34).

### 3.3. La vitamine B2

Les besoins nutritionnels en vitamine B2 varient tout au long de la vie (Tableau 7). Les besoins varient également pour les femmes enceintes et allaitantes (30).

	Vitamine B2 (mg/j)
<b>Groupes de population</b>	RNP
Nourrissons de moins de 6 mois	0,3*
Nourrissons de 6 mois et plus	0,4*
Enfants de 1 à 3 ans	0,6
Enfants de 4 à 6 ans	0,7
Enfants de 7 à 10 ans	1,0
Adolescents de 11 à 14 ans	1,4
Adolescents de 15 à 17 ans	1,6
Adolescentes de 15 à 17 ans	1,6
Hommes de 18 ans et plus	1,6
Femmes de 18 ans et plus	1,6
Femmes enceintes	1,9
Femmes allaitantes	2,0

Tableau 7. RNP de la vitamine B2 d'après l'ANSES (30). Nb. \*Apport satisfaisant

**Généralités :** La vitamine B2, également appelée riboflavine est une vitamine hydrosoluble sensible à la lumière mais stable à la chaleur (35). Elle est le précurseur des coenzymes flavine mononucléotide (FMN), flavine adénine dinucléotide (FAD) et des composés contenant de la flavine liée par liaison covalente (30).

**Rôle biologique et stockage :** La riboflavine intervient sous la forme des deux coenzymes cités ci-dessus dans une centaine de flavoprotéines impliquées dans le métabolisme énergétique, notamment dans le catabolisme des acides gras, d'acides aminés et des bases puriques. Ces coenzymes jouent également un rôle dans le cycle de Krebs et dans la chaîne respiratoire mitochondriale (30).

### 3.4. La vitamine B3

Les besoins nutritionnels en vitamine B3 sont les mêmes tout au long de la vie sauf pour les nourrissons de moins de 6 mois, indépendamment du sexe, d'une grossesse ou d'un allaitement (Tableau 8) (30).

	Vitamine B3 (mg EN/MJ d'énergie consommée)
<b>Groupes de population</b>	RNP
Nourrissons de moins de 6 mois	2*
Nourrissons de 6 mois et plus	1,6
Enfants de 1 à 3 ans	1,6
Enfants de 4 à 6 ans	1,6
Enfants de 7 à 10 ans	1,6
Adolescents de 11 à 14 ans	1,6
Adolescents de 15 à 17 ans	1,6
Adolescentes de 15 à 17 ans	1,6
Hommes de 18 ans et plus	1,6
Femmes de 18 ans et plus	1,6
Femmes enceintes	1,6
Femmes allaitantes	1,6

Tableau 8. RNP de la vitamine B3 d'après l'ANSES (30). Nb. EN : équivalent niacine ; \*Apport satisfaisant

**Généralités :** La vitamine B3, aussi appelée niacine ou vitamine PP, est hydrosoluble. Tenant un rôle dans le métabolisme énergétique, les recommandations nutritionnelles sont exprimées en milligramme équivalent niacine par mégajoule (EN/MJ) (35). La niacine est le précurseur du nicotinamide adénine dinucléotide (NAD<sup>+</sup>) et du nicotinamide adénine dinucléotide phosphate (NADP<sup>+</sup>). Le nicotinamide peut être synthétisé à partir du tryptophane (acide aminé indispensable), cette synthèse dépend davantage des apports en tryptophane que du statut en niacine. L'apport en vitamine B3 et exprimé en équivalent niacine (EN) à partir des teneurs en niacine des aliments : 1 mg de niacine est égal à 1 mg EN et en tryptophane : 60 mg de tryptophane est égal à 1 mg EN (30), (36).

**Rôle biologique et stockage :** Elle a un rôle comme cofacteur d'oxydoréduction dans le métabolisme du glucose, des acides gras et des acides aminés (35).

### 3.5. La vitamine B5

Les besoins nutritionnels en vitamine B5 varient tout au long de la vie (Tableau 9). Les besoins sont plus élevés en cas de grossesse ou d'allaitement.

	Vitamine B5 (mg/j)
<b>Groupes de population</b>	AS
Nourrissons de moins de 6 mois	2
Nourrissons de 6 mois et plus	3
Enfants de 1 à 3 ans	4
Enfants de 4 à 6 ans	4,5
Enfants de 7 à 10 ans	5
Adolescents de 11 à 14 ans	6
Adolescents de 15 à 17 ans	6
Adolescentes de 15 à 17 ans	5
Hommes de 18 ans et plus	6
Femmes de 18 ans et plus	5
Femmes enceintes	5
Femmes allaitantes	7

Tableau 9. AS de la vitamine B5 d'après l'ANSES (30)

**Généralités :** La vitamine B5, aussi appelée acide pantothénique, tient un rôle structurel dans la synthèse du coenzyme A (CoA) (35).

**Rôle biologique et stockage :** La vitamine B5 est également indispensable à la synthèse et au métabolisme des glucides, des acides gras et des acides aminés (30).

### 3.6. La vitamine B6

Les besoins nutritionnels en vitamine B6 varient tout au long de la vie (Tableau 10). Les besoins sont plus élevés en cas de grossesse ou d'allaitement (30).

	Vitamine B6 (mg/j)
<b>Groupes de population</b>	RNP
Nourrissons de moins de 6 mois	0,1*
Nourrissons de 6 mois et plus	0,3*
Enfants de 1 à 3 ans	0,6
Enfants de 4 à 6 ans	0,7
Enfants de 7 à 10 ans	1,0
Adolescents de 11 à 14 ans	1,4
Adolescents de 15 à 17 ans	1,7
Adolescentes de 15 à 17 ans	1,6
Hommes de 18 ans et plus	1,7
Femmes de 18 ans et plus	1,6
Femmes enceintes	1,8
Femmes allaitantes	1,7

Tableau 10. RNP de la vitamine B6 d'après l'ANSES (30). Nb. \*Apport satisfaisant

**Généralités :** La vitamine B6 comprend 3 composés et leurs dérivés 5-phosphate : le pyridoxal (PL) et le phosphate de pyridoxal (PLP), la pyridoxine (PN) et le phosphate

de pyridoxine (PNP) ainsi que la pyridoxamine (PM) et le phosphate de pyridoxamine (PMP) (30). La vitamine B6 est hydrosoluble (37).

**Rôle biologique et stockage :** Le PLP a un rôle de coenzyme pour une certaine d'enzymes impliquées dans le métabolisme des acides aminés. Il est aussi le cofacteur des décarboxylases dans la synthèse des neurotransmetteurs (30). La vitamine B6 est également impliquée dans le métabolisme à un carbone des folates, dans la glycogénolyse et dans la gluconéogenèse, dans la synthèse de l'hème et dans la formation de niacine (38).

### 3.7. La vitamine B8

Les besoins nutritionnels en vitamine B8 varient tout au long de la vie (Tableau 11). Les besoins sont plus élevés en cas de grossesse ou d'allaitement (30).

	Vitamine B8 (µg/j)
<b>Groupes de population</b>	AS
Nourrissons de moins de 6 mois	4
Nourrissons de 6 mois et plus	6
Enfants de 1 à 3 ans	20
Enfants de 4 à 6 ans	25
Enfants de 7 à 10 ans	25
Adolescents de 11 à 14 ans	35
Adolescents de 15 à 17 ans	35
Adolescentes de 15 à 17 ans	35
Hommes de 18 ans et plus	40
Femmes de 18 ans et plus	40
Femmes enceintes	40
Femmes allaitantes	45

Tableau 11. AS de la vitamine B8 d'après l'ANSES (30).

**Généralités :** La vitamine B8, également appelée biotine, est hydrosoluble. Dans le corps humain ou dans l'alimentation elle se trouve sous forme libre ou liée à des protéines. L'absorption intestinale de la biotine est saturable et se fait pas diffusion passive. Le corps humain n'est pas capable d'en synthétiser, cependant le microbiote en produit en large quantité. A ce jour nous ne savons pas si cette synthèse peut couvrir les besoins en biotine (39).

**Rôle biologique et stockage :** La biotine est un cofacteur de carboxylases impliquées dans la synthèse des acides gras, le catabolisme des acides aminés à chaîne ramifiée et dans la néoglucogenèse (30).

### 3.8. La vitamine B9

Les besoins nutritionnels en vitamine B9 varient tout au long de la vie (Tableau 12). Les besoins sont plus élevés en cas de grossesse ou d'allaitement. Les besoins en vitamine B9 pour les femmes enceintes s'appliquent aussi aux femmes susceptibles de devenir enceintes, cette valeur est possiblement surestimée pour les 2<sup>èmes</sup> et 3<sup>èmes</sup> trimestres de grossesse (30).

	Vitamine B9 ( $\mu\text{g/j}$ EFA)
<b>Groupes de population</b>	RNP
Nourrissons de moins de 6 mois	65*
Nourrissons de 6 mois et plus	80*
Enfants de 1 à 3 ans	120
Enfants de 4 à 6 ans	140
Enfants de 7 à 10 ans	200
Adolescents de 11 à 14 ans	270
Adolescents de 15 à 17 ans	330
Adolescentes de 15 à 17 ans	330
Hommes de 18 ans et plus	330
Femmes de 18 ans et plus	330
Femmes enceintes	600*
Femmes allaitantes	500

Tableau 12. RNP de la vitamine B9 d'après l'ANSES (30). Nb. EFA : équivalent folates alimentaires ; \*Apport satisfaisant

**Généralités** : La vitamine B9 est le terme général englobant les folates, aussi appelés téroylpolyglutamates présents dans l'alimentation et l'acide folique, forme synthétique présente dans les aliments enrichis et dans les compléments alimentaires. L'acide folique est plus stable et présente une meilleure biodisponibilité que les folates qui peut atteindre 85 % tandis que celle des folates naturels est d'environ de 50 %. C'est pour cela que l'équivalent folate alimentaire (EFA) est utilisé, 1  $\mu\text{g}$  d'EFA est égal à 1  $\mu\text{g}$  de folates et à 0,6  $\mu\text{g}$  d'acide folique (30).

**Rôle biologique et stockage** : Les formes métaboliques actives de la vitamine B9 sont les tétrahydrofolates (THF), et sont des donneurs de méthyles indispensables au métabolisme des acides aminés, à la synthèse des acides nucléiques et donc à la division cellulaire (30). Les folates sont des cofacteurs dans les réactions de transfert d'un carbone, indispensable pour la synthèse d'ARN et d'ADN (40).

### 3.9. La vitamine B12

Les besoins nutritionnels en vitamine B12 varient tout au long de la vie et sont exacerbés lors d'une grossesse ou d'un allaitement (Tableau 13) (30).

	Vitamine B12 (µg/l)
<b>Groupes de population</b>	AS
Nourrissons de moins de 6 mois	0,4
Nourrissons de 6 mois et plus	1,5
Enfants de 1 à 3 ans	1,5
Enfants de 4 à 6 ans	1,5
Enfants de 7 à 10 ans	1,5
Adolescents de 11 à 14 ans	2,5
Adolescents de 15 à 17 ans	2,5
Adolescentes de 15 à 17 ans	2,5
Hommes de 18 ans et plus	4
Femmes de 18 ans et plus	4
Femmes enceintes	4,5
Femmes allaitantes	5

Tableau 13. AS de la vitamine B12 d'après l'ANSES (30)

**Généralités :** La vitamine B12, également appelée cobalamine, désigne un ensemble de molécules hydrosolubles à base de cobalt qui sont impliquées dans le métabolisme de la vitamine B9 et du propionate. Il existe donc une interaction entre le métabolisme des folates et de la vitamine B12 (41).

**Rôle biologique et stockage :** La cobalamine est convertie en deux coenzymes actives : la 5-déoxyadényl-cobalamine et la méthyl-cobalamine. Dans le métabolisme du propionate, la 5-déoxyadényl-cobalamine est le cofacteur de la L-méthylmalonyl-coenzyme A (CoA) mutase (enzyme mitochondriale), responsable du réarrangement du méthylmalonyl-CoA en succinyl-CoA. La méthyl-cobalamine quant à elle, est le cofacteur de la méthionine synthase cytosolique qui permet le transfert de groupements méthyles du 5-méthyl-tétrahydrofolate (5-MTHF), métabolite de la vitamine B9 ou folates, à l'homocystéine afin de former la méthionine. Il y a donc une interaction entre le métabolisme de la cobalamine et des folates, comme expliqué dans la Figure 5 (41).

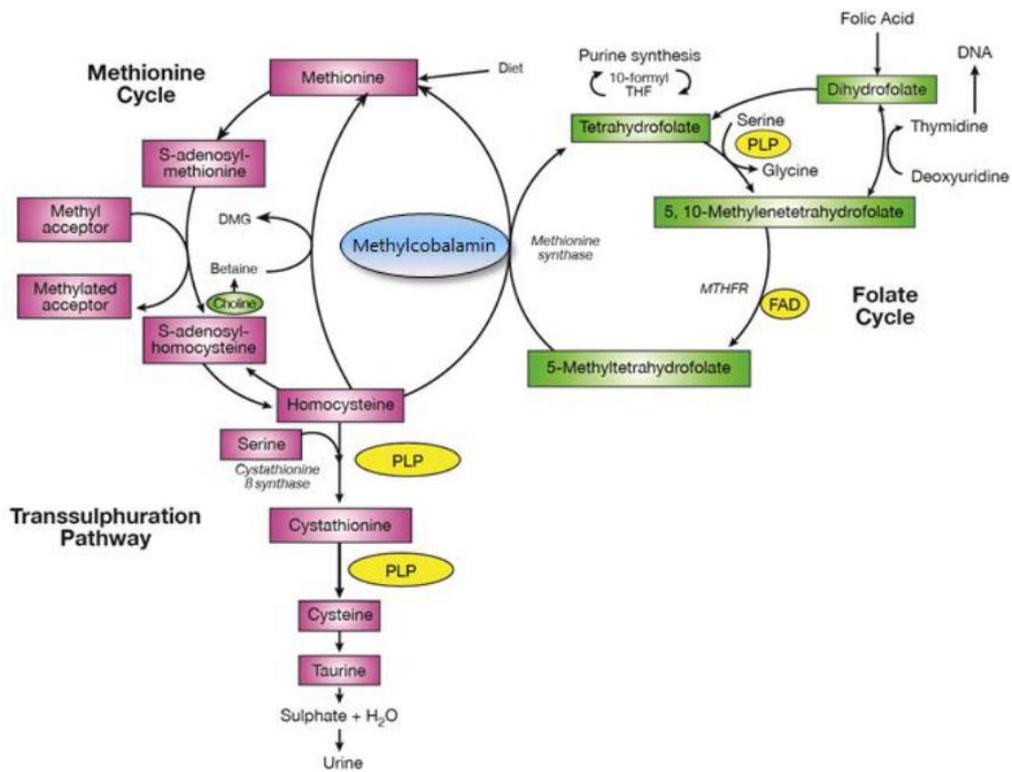


Figure 5. Transméthylation de l'homocystéine en méthionine par la méthionine synthase. Source EFSA Journal

Légende : DMG : diméthyl-glycine ; FAD : flavine adénine dinucléotide ; PLP : pyridoxal 5'-phosphate ; TMP : thymidine monophosphate ; UMP : uridine monophosphate.

Un déficit en vitamine B12 provoque une augmentation du 5-MTHF plasmatique et une baisse du 5-THF intracellulaire ce qui provoque une augmentation de l'homocystéinémie (30).

### 3.10. La vitamine C

Les besoins nutritionnels en vitamine C varient tout au long de la vie et sont exacerbés lors d'une grossesse ou d'un allaitement (Tableau 14) (30).

	Vitamine C (mg/j)
<b>Groupes de population</b>	RNP
Nourrissons de moins de 6 mois	20*
Nourrissons de 6 mois et plus	20*
Enfants de 1 à 3 ans	20
Enfants de 4 à 6 ans	30
Enfants de 7 à 10 ans	45
Adolescents de 11 à 14 ans	70
Adolescents de 15 à 17 ans	100
Adolescentes de 15 à 17 ans	100
Hommes de 18 ans et plus	110
Femmes de 18 ans et plus	110
Femmes enceintes	120
Femmes allaitantes	170

Tableau 14. RNP de la vitamine C d'après l'ANSES (30). \*Apport satisfaisant

**Généralités :** La vitamine C, aussi appelée acide ascorbique, est une coenzyme de certaines enzymes de la famille des oxygénases impliquées dans la synthèse de la carnitine, de catécholamines et dans l'hydroxylation de la proline dans le collagène (35).

**Rôle biologique et stockage :** L'acide ascorbique est un agent réducteur intervenant comme antioxydant en piégeant les espèces réactives de l'oxygène et de l'azote. La vitamine C favorise l'absorption de fer non-hémérique (30). La vitamine C a un rôle important dans la biosynthèse du collagène qui représente un quart des protéines totales du corps. C'est le principal constituant des protéines de la peau, des os, des dents et des tissus conjonctifs. Elle joue également un rôle de cofacteur dans la conversion de la dopamine en noradrénaline catalysée par la dopamine  $\beta$ -monooxygénase. Elle est aussi impliquée dans le métabolisme du cholestérol en acides biliaires et dans le métabolisme des stéroïdes dans les glandes surrénales (42).

### 3.11. La vitamine D

Les besoins nutritionnels en vitamine D ne varient plus après la première année de vie (Tableau 15) (30).

	Vitamine D (µg/l)
<b>Groupes de population</b>	AS
Nourrissons de moins de 6 mois	10
Nourrissons de 6 mois et plus	10
Enfants de 1 à 3 ans	15
Enfants de 4 à 6 ans	15
Enfants de 7 à 10 ans	15
Adolescents de 11 à 14 ans	15
Adolescents de 15 à 17 ans	15
Adolescentes de 15 à 17 ans	15
Hommes de 18 ans et plus	15
Femmes de 18 ans et plus	15
Femmes enceintes	15
Femmes allaitantes	15

Tableau 15. AS de la vitamine D d'après l'ANSES (30)

**Généralités** : La vitamine D est liposoluble. Elle participe à l'homéostasie du calcium et du phosphore, ainsi qu'à la minéralisation des os, des cartilages et des dents pendant et après la croissance (35).

**Rôle biologique et stockage** : Dans l'alimentation, elle est présente sous deux formes : la vitamine D2 (ergocalciférol) d'origine végétale et la vitamine D3 (cholécalférol) d'origine animale. Ces deux formes ont une activité biologique similaire dans l'organisme. La vitamine D est également synthétisée de manière endogène par des cellules profondes de l'épiderme à partir du cholestérol via les rayons ultraviolets B. Dans le corps humain, les vitamines D2 et D3 sont converties sous forme de 25-hydroxy-vitamine D, respectivement 25-hydroxy-ergocalciférol et 25-hydroxy-cholécalférol. Elles sont actives après transformation en 1,25-hydroxyvitamine D, afin de contribuer au maintien de l'homéostasie du calcium, du phosphore à l'aide de la parathormone (PTH) et assurent également la minéralisation des tissus le nécessitant (30).

### 3.12. La vitamine E

Les besoins nutritionnels en vitamine E varient tout au long de la vie (Tableau 16) (30).

	Vitamine E (mg/j)
<b>Groupes de population</b>	AS
Nourrissons de moins de 6 mois	4
Nourrissons de 6 mois et plus	5
Enfants de 1 à 3 ans	7
Enfants de 4 à 6 ans	7
Enfants de 7 à 10 ans	9
Adolescents de 11 à 14 ans	10
Adolescents de 15 à 17 ans	10
Adolescentes de 15 à 17 ans	8
Hommes de 18 ans et plus	10
Femmes de 18 ans et plus	9
Femmes enceintes	9
Femmes allaitantes	9

Tableau 16. AS de la vitamine E d'après l'ANSES (30)

**Généralités :** Le terme vitamine E regroupe les tocophérols et les tocotriénols, existant sous 4 formes différentes : alpha, bêta, delta et gamma. Ils possèdent des activités antioxydantes différentes (30).

**Rôle biologique et stockage :** Du fait de sa lipophilie, la vitamine E permet de limiter la peroxydation lipidique. Cette activité antioxydante dépend d'effets complémentaires et synergiques d'autres antioxydants endogènes et exogènes : la vitamine C et les caroténoïdes (30).

### 3.13. La vitamine K1

Les besoins nutritionnels en vitamine K1 varient tout au long de la vie (Tableau 17) (30).

	Vitamine K1 (µg/l)
<b>Groupes de population</b>	AS
Nourrissons de moins de 6 mois	5
Nourrissons de 6 mois et plus	10
Enfants de 1 à 3 ans	29
Enfants de 4 à 6 ans	42
Enfants de 7 à 10 ans	45
Adolescents de 11 à 14 ans	45
Adolescents de 15 à 17 ans	45
Adolescentes de 15 à 17 ans	45
Hommes de 18 ans et plus	79
Femmes de 18 ans et plus	79
Femmes enceintes	79
Femmes allaitantes	79

Tableau 17. AS de la vitamine K1 d'après l'ANSES (30)

**Généralités :** Le terme vitamine K regroupe la phylloquinone (vitamine K1), les ménaquinones (vitamine K2) et la ménadione synthétique (vitamine K3), composés tous liposolubles (35). La vitamine K1 est absorbée dans l'intestin grêle via un transport actif tandis que la vitamine K2 est absorbée dans l'intestin grêle et le colon via diffusion passive. La vitamine K3 est considérée comme une provitamine car elle doit être transformée en ménaquinones par les bactéries intestinales pour être active (43).

**Rôle biologique et stockage :** La vitamine K est un cofacteur enzymatique nécessaire à la carboxylation enzymatique des résidus d'acide glutamique en résidus d'acide gamma-carboxyglutamique dans les protéines vitamine K-dépendantes. Elles ont donc un rôle dans l'activation de protéines ayant un rôle dans la coagulation sanguine pour la vitamine K1, et dans le métabolisme osseux pour la vitamine K2 (30). La vitamine K1 joue un rôle dans la synthèse et l'activation de quatre protéines plasmatiques impliquées dans la coagulation : la prothrombine, les facteurs VII, IX et X. Elle joue également un rôle dans la synthèse des protéines C, S et Z qui sont des anticoagulants naturels. La vitamine K2 ont un rôle dans la calcification osseuse (43).

### 3.14. La choline

Les besoins nutritionnels en choline varient tout au long de la vie et sont exacerbés lors d'une grossesse ou d'un allaitement (Tableau 18) (30).

	Choline (mg/j)
<b>Groupes de population</b>	AS
Nourrissons de moins de 6 mois	130
Nourrissons de 6 mois et plus	160
Enfants de 1 à 3 ans	140
Enfants de 4 à 6 ans	170
Enfants de 7 à 10 ans	250
Adolescents de 11 à 14 ans	340
Adolescents de 15 à 17 ans	400
Adolescentes de 15 à 17 ans	400
Hommes de 18 ans et plus	400
Femmes de 18 ans et plus	400
Femmes enceintes	480
Femmes allaitantes	520

Tableau 18. AS de la choline d'après l'ANSES (30)

**Généralités** : La choline est une amine quaternaire et est présente dans l'alimentation sous forme libre ou estérifiée. Ses principales formes alimentaires sont : la phosphatidylcholine ou lécithine, la phosphocholine, la glycérophosphocoline et sphingomyéline (30).

**Rôle biologique et stockage** : La choline joue un rôle dans le métabolisme ainsi que dans le transport des lipides et du cholestérol mais aussi dans la biosynthèse des neurotransmetteurs. Elle est le précurseur de la bétaine, qui, en cas d'apport insuffisant en vitamine B9 est l'un des principaux donneurs de méthyles. Elle est l'un des constituants de certains phospholipides impliqués dans la structure et la fonction des membranes. Dans les lipoprotéines, la phosphatidylcholine compte pour 70 à 95 % des phospholipides. Dans le foie, elle est indispensable à l'assemblage et à la sécrétion des VLDL. La choline peut être nouvellement synthétisée par l'organisme, mais cette synthèse s'avère insuffisante. L'apport alimentaire de choline est donc indispensable (30), (44).

### 3.15. Le cuivre

Les besoins nutritionnels en cuivre varient tout au long de la vie et sont exacerbés pendant la grossesse et l'allaitement (Tableau 19) (30).

	Cuivre (mg/j)
<b>Groupes de population</b>	AS
Nourrissons de moins de 6 mois	0,3
Nourrissons de 6 mois et plus	0,5
Enfants de 1 à 3 ans	0,8
Enfants de 4 à 6 ans	1,0
Enfants de 7 à 10 ans	1,2
Adolescents de 11 à 14 ans	1,3
Adolescents de 15 à 17 ans	1,5
Adolescentes de 15 à 17 ans	1,1
Hommes de 18 ans et plus	1,9
Femmes de 18 ans et plus	1,5
Femmes enceintes	1,7
Femmes allaitantes	1,7

Tableau 19. AS du cuivre d'après l'ANSES (30)

**Généralités :** Le cuivre est soumis à une régulation homéostatique et il est un oligoélément essentiel (30).

**Rôle biologique et stockage :** Le cuivre est le composant de métalloenzymes, les cuproenzymes, impliquées dans des oxydo-réductions : cytochrome c oxydase, amines oxydases et superoxyde dismutase. Il est impliqué dans la qualité des cartilages, dans l'intégrité du tissu conjonctif, dans la minéralisation osseuse, dans la régulation des neurotransmetteurs, dans la fonction cardiaque et dans les fonctions immunitaires ainsi que dans le métabolisme du fer. Il joue un rôle ambivalent dans le stress oxydatif, il est le cofacteur de la superoxyde dismutase (Cu/Zn SOD) dont l'activité est majeure dans la diminution de la concentration d'anion superoxyde, et, donc, contre les effets des espèces réactives de l'oxygène (ERDO). Cependant, sous forme libre il peut être à l'origine de la production d'ERDO (30).

### 3.16. L'iode

Les besoins nutritionnels en iode varient tout au long de la vie et sont exacerbés pendant la grossesse (Tableau 20) (30).

	Iode (µg/j)
<b>Groupes de population</b>	AS
Nourrissons de moins de 6 mois	90
Nourrissons de 6 mois et plus	70
Enfants de 1 à 3 ans	90
Enfants de 4 à 6 ans	90
Enfants de 7 à 10 ans	90
Adolescents de 11 à 14 ans	120
Adolescents de 15 à 17 ans	130
Adolescentes de 15 à 17 ans	130
Hommes de 18 ans et plus	150
Femmes de 18 ans et plus	150
Femmes enceintes	200
Femmes allaitantes	200

Tableau 20. AS de l'iode d'après l'ANSES (30)

**Rôle biologique et stockage :** L'iode est essentiel à la synthèse de la tri-iodothyronine (T3) et de la tétra-iodothyronine (T4) qui sont des hormones thyroïdiennes. Elles jouent un rôle indispensable dans la croissance et la maturation cellulaire, dans la thermogénèse, l'équilibre glucidique et lipidique ainsi que dans la modulation transcriptionnelle de la synthèse protéique. L'iode a un rôle fondamental dans le développement cérébral du fœtus lors des premiers mois de grossesse (30).

### 3.17. Le magnésium

Les besoins nutritionnels en magnésium varient tout au long de la vie (Tableau 21) (30).

	Magnésium (mg/j)
<b>Groupes de population</b>	AS
Nourrissons de moins de 6 mois	25
Nourrissons de 6 mois et plus	80
Enfants de 1 à 3 ans	180
Enfants de 4 à 6 ans	210
Enfants de 7 à 10 ans	240
Adolescents de 11 à 14 ans	265
Adolescents de 15 à 17 ans	295
Adolescentes de 15 à 17 ans	225
Hommes de 18 ans et plus	380
Femmes de 18 ans et plus	300
Femmes enceintes	300
Femmes allaitantes	300

Tableau 21. AS du magnésium d'après l'ANSES (30)

**Généralités :** A l'âge adulte, l'organisme contient 25 g de magnésium dont 50 à 60 % localisé dans les os et 25 % dans les muscles. Le magnésium extracellulaire ne représente qu'1 % du magnésium corporel total (30).

**Rôle biologique et stockage :** Le magnésium est impliqué dans plus de 300 systèmes enzymatiques ainsi que dans de nombreuses voies métaboliques et fonctions physiologiques. Le magnésium est donc impliqué dans la production d'énergie et dans les réactions faisant intervenir de l'adénosine triphosphate (ATP), par exemple : dans les métabolismes intermédiaires des glucides, lipides, acides nucléiques et protéines. Il est aussi impliqué dans le maintien du potentiel de membrane des cellules, dans le transport ionique, dans la régulation des flux de potassium et dans le métabolisme du calcium (30).

### 3.18. Le molybdène

Les besoins nutritionnels en molybdène varient tout au long de la vie (Tableau 22) (30).

	Molybdène (µg/j)
<b>Groupes de population</b>	AS
Nourrissons de moins de 6 mois	2
Nourrissons de 6 mois et plus	30
Enfants de 1 à 3 ans	35
Enfants de 4 à 6 ans	65
Enfants de 7 à 10 ans	75
Adolescents de 11 à 14 ans	80
Adolescents de 15 à 17 ans	80
Adolescentes de 15 à 17 ans	80
Hommes de 18 ans et plus	95
Femmes de 18 ans et plus	95
Femmes enceintes	95
Femmes allaitantes	95

Tableau 22. AS du molybdène après l'ANSES (30)

**Généralités :** Le molybdène est un composé essentiel à certaines enzymes qui catalysent des réactions d'oxydo-réduction. Il intervient dans le métabolisme de certains acides aminés (35).

**Rôle biologique et stockage :** Le molybdène intervient dans le métabolisme des acides aminés soufrés, des purines et des pyrimidines, ainsi que des aldéhydes

aromatiques en tant que cofacteur d'enzymes telles que la xanthine oxydase, la sulfite oxydase et l'aldéhyde oxydase (30).

### 3.19. Le phosphore

Les besoins nutritionnels en phosphore varient tout au long de la vie (Tableau 23) (30).

	Phosphore (mg/j)
<b>Groupes de population</b>	AS
Nourrissons de moins de 6 mois	100
Nourrissons de 6 mois et plus	160
Enfants de 1 à 3 ans	250
Enfants de 4 à 6 ans	440
Enfants de 7 à 10 ans	440
Adolescents de 11 à 14 ans	640
Adolescents de 15 à 17 ans	640
Adolescentes de 15 à 17 ans	640
Hommes de 18 ans et plus	550
Femmes de 18 ans et plus	550
Femmes enceintes	550
Femmes allaitantes	550

Tableau 23. AS du phosphore d'après l'ANSES (30)

**Généralités :** Le phosphore est dans l'organisme sous forme de phosphates principalement de calcium et de potassium. Chez l'adulte, 85 % du phosphore est contenu dans les os et les dents, 14 % dans les tissus mous (muscles, foie, cœur et reins) et 1 % dans les fluides extracellulaires (30).

**Rôle biologique et stockage :** Le phosphore joue un rôle dans de nombreux processus biologiques : la mise en réserve et le transport d'énergie dont l'ATP, la régulation de l'équilibre acidobasique, la signalisation cellulaire, la minéralisation osseuse et dentaire. Il est un composant indispensable des phospholipides dans les membranes biologiques. L'homéostasie du phosphore est étroitement liée à celle du calcium et est contrôlée par l'hormone parathyroïdienne (PTH), la 1,25-dihydroxyvitamine D et la phosphatonine, lesquelles agissent sur son absorption intestinale et son élimination urinaire (30).

### 3.20. Le potassium

Les besoins nutritionnels en potassium varient tout au long de la vie et sont exacerbés lors de l'allaitement (Tableau 24) (30).

	Potassium (mg/j)
<b>Groupes de population</b>	AS
Nourrissons de moins de 6 mois	400
Nourrissons de 6 mois et plus	750
Enfants de 1 à 3 ans	800
Enfants de 4 à 6 ans	1100
Enfants de 7 à 10 ans	1800
Adolescents de 11 à 14 ans	2700
Adolescents de 15 à 17 ans	3500
Adolescentes de 15 à 17 ans	3500
Hommes de 18 ans et plus	3500
Femmes de 18 ans et plus	3500
Femmes enceintes	3500
Femmes allaitantes	4000

Tableau 24. AS du potassium d'après l'ANSES (30)

**Généralités** : Le potassium est le principal cation dans le corps humain (30).

**Rôle biologique et stockage** : Le potassium joue un rôle avec le sodium dans le maintien du potentiel de membrane. Il est impliqué dans la transmission nerveuse, la contraction musculaire et dans la fonction cardiaque. Il joue également un rôle dans la sécrétion d'insuline et dans le métabolisme glucidique, puisqu'il est le cofacteur de la pyruvate kinase, dans le métabolisme protéique et dans l'équilibre acido-basique (30).

### 3.21. Le sélénium

Les besoins nutritionnels en sélénium varient tout au long de la vie et sont exacerbés lors de l'allaitement (Tableau 25) (30).

	Sélénium (µg/j)
<b>Groupes de population</b>	AS
Nourrissons de moins de 6 mois	12,5
Nourrissons de 6 mois et plus	15
Enfants de 1 à 3 ans	15
Enfants de 4 à 6 ans	20
Enfants de 7 à 10 ans	35
Adolescents de 11 à 14 ans	55
Adolescents de 15 à 17 ans	70
Adolescentes de 15 à 17 ans	70
Hommes de 18 ans et plus	70
Femmes de 18 ans et plus	70
Femmes enceintes	70
Femmes allaitantes	85

Tableau 25. AS du sélénium d'après l'ANSES (30)

**Généralités :** Le sélénium est un composé dont les propriétés physicochimiques sont proches de celles du soufre. Il est impliqué dans les défenses antioxydantes et dans le métabolisme des hormones thyroïdiennes (35).

**Rôle biologique et stockage :** Dans les tissus humains, le sélénium est présent sous forme de sélénométhionine ou sélénocystéine. La plupart de ses propriétés s'exercent via les sélénoprotéines. Chez l'homme, 25 ont été identifiées dont les désiodases, les glutathion peroxydases, la sélénoprotéine P et la thiorédoxine réductase. Ces sélénoprotéines sont impliquées dans le métabolisme des hormones thyroïdiennes et dans les défenses antioxydantes. A ce jour, toutes les fonctions de ces sélénoprotéines ne sont pas encore connues (30).

### 3.22. Le calcium

Les besoins en calcium varient tout au long de la vie mais ne sont pas plus importants lors d'une grossesse ou d'un allaitement (Tableau 26) (30).

	Calcium (mg/j)
<b>Groupes de population</b>	RNP
Nourrissons de moins de 6 mois	200*
Nourrissons de 6 mois et plus	280*
Enfants de 1 à 3 ans	450
Enfants de 4 à 6 ans	800
Enfants de 7 à 10 ans	800
Adolescents de 11 à 14 ans	1150
Adolescents de 15 à 17 ans	1150
Adolescentes de 15 à 17 ans	1150
Hommes de 18 ans à 24 ans	1000
Femmes de 18 à 24 ans	1000
Hommes de 25 ans et plus	950
Femmes de 25 ans et plus	950
Femmes enceintes	950
Femmes allaitantes	950

Tableau 26. RNP du calcium d'après l'ANSES (30). Nb. \*Apport satisfaisant

**Généralités :** Le calcium est le minéral le plus abondant du corps humain, il représente 1 à 2 % du poids corporel. Il se trouve très majoritairement dans le squelette qui contient 99 % du calcium corporel (35).

**Rôle biologique et stockage :** Le calcium est a un rôle clé dans la minéralisation et la structure squelettique. Il est nécessaire à de nombreuses fonctions biologiques : l'excitabilité neuromusculaire, la coagulation, la perméabilité membranaire, la

libération d'hormones, l'activation d'enzymes et la signalisation cellulaire. La calcémie est régulée par l'hormone parathyroïdienne, le 1,25-dihydroxycholecalciférol (métabolite actif de la vitamine D) et la calcitonine en lien avec les réserves de calcium osseuses. Le statut en vitamine D influence positivement l'absorption du calcium (30).

### 3.23. Le fer

Les besoins en fer varient eux tout au long de la vie. Ils varient également selon les pertes menstruelles, les grossesses ou les allaitements pour les femmes et diminuent lors de la ménopause (Tableau 27) (30).

	Fer (mg/j)
<b>Groupes de population</b>	RNP
Nourrissons de moins de 6 mois	0,3*
Nourrissons de 6 mois et plus	11
Enfants de 1 à 2 ans	5
Enfants de 3 à 6 ans	4
Enfants de 7 à 11 ans	6
Adolescents de 12 à 17 ans	11
Adolescentes de 12 à 17 ans non menstruées ou dont les pertes menstruelles sont faibles à modérées	11
Adolescentes de 12 à 17 ans dont les pertes menstruelles sont élevées	13
Hommes de plus de 18 ans	11
Femmes de plus de 18 ans dont les pertes menstruelles sont faibles à modérées	11
Femmes de plus de 18 ans dont les pertes menstruelles sont élevées	16
Femmes enceintes	16
Femmes allaitantes	16
Femmes ménopausées	11

Tableau 27. RNP du fer d'après l'ANSES (30). Nb. \*Apport satisfaisant

**Généralités :** Le fer est nécessaire à certaines réactions d'oxydo-réduction ainsi qu'au transport et à la bonne utilisation de l'oxygène (35).

**Rôle biologique et stockage :** Le fer est indispensable pour le transport et l'utilisation de l'oxygène : hémoglobine, myoglobine, transferts d'électrons dans la mitochondrie. Il joue un rôle dans certaines réactions d'oxydo-réduction : cyclo-oxygénase, NO-synthase, cytochromes P450... Le corps humain d'un homme adulte contient 4 g de

fer dont 70 % est sous forme héminique associée à l'hémoglobine ou à la myoglobine, les 30 % restants sont sous forme non héminique qui joue un rôle de transport et de réserve. Le statut en fer est régulé par des mécanismes qui permettent le maintien des concentrations cytosoliques et circulantes en fer et protègent le corps humain d'une surcharge en fer qui peut être délétère. Les pertes en fer sont limitées à 1 à 2 mg par jour chez l'adulte grâce à un recyclage en fer érythrocytaire efficace. Cette homéostasie repose sur la régulation de l'absorption intestinale de fer et des réserves de fer permettant d'équilibrer ces pertes et de répondre aux besoins plus importants dans certaines situations physiologiques telles que la grossesse ou la croissance. Chez des sujets sains ayant une ferritinémie satisfaisante, le taux d'absorption du fer héminique est 25 % supérieur à celui du fer non héminique. Le taux d'absorption du fer héminique est moins dépendant des réserves martiales de l'organisme que celles du fer non héminique. Le taux d'absorption du fer alimentaire dépend des réserves de l'organisme et de la proportion de fer héminique (inexistante pour les végétaliens) et de la présence de phyto-constituants pouvant complexer le fer et diminuant son absorption (30). L'acide ascorbique améliore l'absorption du fer non héminique car il est capable de réduire le fer  $Fe^{3+}$  en  $Fe^{2+}$  d'une part et grâce à ses propriétés chélatantes d'autre part. L'effet est dose-dépendant et est plus important avec des repas contenant des inhibiteurs tels que les phytates (45). Des agents complexants tels que les protéines, les peptides, le bêta-carotène, les acides organiques et l'acide ascorbique améliorent l'absorption du fer. L'acide ascorbique arrête en effet l'oxydation du fer ferreux en fer ferrique et empêche donc la formation des complexes très peu solubles de  $Fe^{3+}$ -phytates. La concentration en phytates dans l'alimentation doit dépasser un seuil pour avoir un réel effet sur cette absorption (46).

### 3.24. Le fluor

Les besoins en fluor varient tout au long de la vie (Tableau 28). Ils ne varient pas en cas de grossesse ou d'allaitement.

	Fluor (mg/j)
<b>Groupes de population</b>	AS
Nourrissons de moins de 6 mois	0,08
Nourrissons de 6 mois et plus	0,4
Enfants de 1 à 3 ans	0,6
Garçons de 4 à 6 ans	1,0
Filles de 4 à 6 ans	0,9
Garçons de 7 à 10 ans	1,5
Filles de 7 à 10 ans	1,4
Adolescents de 11 à 14 ans	2,2
Adolescentes de 11 à 14 ans	2,3
Adolescents de 15 à 17 ans	3,2
Adolescentes de 15 à 17 ans	2,8
Hommes de 18 ans et plus	3,4
Femmes de 18 ans et plus	2,9
Femmes enceintes ou allaitantes	2,9

Tableau 28. AS du fluor d'après l'ANSES (30)

**Généralités :** Le fluor n'a pas de rôle indispensable connu dans la croissance ou le développement humain (30).

**Rôle biologique et stockage :** Le fluor joue un rôle dans la prévention des caries quand il s'incorpore à l'hydroxyapatite afin de former la fluorohydroxyapatite qui est plus résistante aux acides (30). Il n'existe pas de preuve d'un quelconque lien entre apport en fluor et solidité osseuse bien que le fluor se fixe sur les os (47).

### 3.25. Le chlore

Les besoins en chlore varient pendant les 13 premières années de vie puis se stabilisent même pour les femmes enceintes et allaitantes (Tableau 29) (30).

	Chlore (mg/j)
<b>Groupes de population</b>	AS
Nourrissons de moins de 6 mois	170
Nourrissons de 6 mois et plus	570
Enfants de 1 à 3 ans	1200
Enfants de 4 à 8 ans	1500
Enfants de 9 à 13 ans	1900
Adolescents de 14 à 17 ans	2300
Hommes de 18 ans et plus	2300
Femmes de 18 ans et plus	2300
Femmes enceintes	2300
Femmes allaitantes	2300

Tableau 29. AS du chlore d'après l'ANSES (30)

**Généralités** : Le chlore est présent dans l'organisme sous forme d'ion chlorure, il est l'anion prédominant dans les fluides intracellulaires et un anion extracellulaire fondamental (30).

**Rôle biologique et stockage** : L'ion chlorure contribue au maintien de l'équilibre osmotique et de l'équilibre acido-basique de l'organisme. Il joue également un rôle dans l'activité musculaire et nerveuse (30), (48).

### 3.26. Le sodium

Les besoins en sodium varient pendant les 13 premières années de vie puis se stabilisent même pour les femmes enceintes et allaitantes (Tableau 30) (30).

	Sodium (mg/j)
<b>Groupes de population</b>	AS
Nourrissons de moins de 6 mois	110
Nourrissons de 6 mois et plus	370
Enfants de 1 à 3 ans	800
Enfants de 4 à 8 ans	1000
Enfants de 9 à 13 ans	1200
Adolescents de 14 à 17 ans	1500
Hommes de 18 ans et plus	1500
Femmes de 18 ans et plus	1500
Femmes enceintes	1500
Femmes allaitantes	1500

Tableau 30. AS du sodium d'après l'ANSES (30)

**Généralités** : Le sodium est le cation fondamental du liquide extracellulaire. Il est majoritairement présent sous forme de chlorure de sodium (30).

**Rôle biologique et stockage** : Pour maintenir son homéostasie, le sodium est échangé en continu entre les compartiments extra et intracellulaires. La concentration intracellulaire en sodium correspond à 10 % de sa concentration extracellulaire. Il joue un rôle indispensable dans la régulation de la pression osmotique et par conséquent du volume du liquide extracellulaire. Il est essentiel pour le maintien du potentiel de membrane, pour les transmissions nerveuses et les contractions musculaires. Il est également impliqué dans l'absorption intestinale du chlore, des acides aminés, du glucose et de l'eau, et aussi dans leur réabsorption rénale. Le sodium est principalement éliminé dans les urines et la sueur. L'homéostasie du sodium est dépendante du système rénine-angiotensine-aldostérone (30).

### 3.27. Le zinc

La biodisponibilité du zinc est étroitement liée à de nombreux facteurs alimentaires qui interfèrent avec ce dernier, notamment les phytates, présents dans les céréales et les légumineuses, qui réduisent son absorption. L'ANSES a retenu trois niveaux d'apports en phytates : 300, 600 et 900 mg/j afin d'estimer les RNP correspondantes. Le taux d'absorption du zinc a été estimé en prenant en compte les quantités de zinc et de phytates ingérées (Tableau 31).

	Niveaux d'apports en phytates (mg/j)	Zinc (mg/j)
<b>Groupes de population</b>		RNP
Nourrissons de moins de 6 mois		2*
Nourrissons de 6 mois et plus		2,9*
Enfants de 1 à 3 ans		4,3
Enfants de 4 à 6 ans		5,5
Enfants de 7 à 10 ans		7,4
Adolescents de 11 à 14 ans		10,7
Adolescents de 15 à 17 ans		14,2
Adolescentes de 15 à 17 ans		11,9
Hommes de 18 ans et plus	300	9,4
	600	11,7
	900	14,0
Femmes de 18 ans et plus	300	7,5
	600	9,3
	900	11
Femmes enceintes	300	9,1
	600	10,9
	900	12,6
Femmes allaitantes	300	10,4
	600	12,2
	900	13,9

Tableau 31. RNP du zinc selon le niveau d'apport en phytates d'après l'ANSES (30). \*Apport satisfaisant

**Généralités :** Le zinc est essentiel et est impliqué dans un grand nombre de fonctions cellulaires. Il participe à l'activité d'environ 300 enzymes et de 2 500 facteurs de transcription (30).

**Rôle biologique et stockage :** Le zinc est un des cofacteurs de la superoxyde dismutase Cu/Zn SOD dont l'activité est majeure dans la dismutation de l'anion superoxyde et, donc contre les effets des espèces réactives de l'oxygène. Il est aussi impliqué dans la stabilisation de la structure de certaines hormones, dans le métabolisme des acides gras polyinsaturés et des prostaglandines, et dans la stabilisation des membranes cellulaires. La biodisponibilité du zinc est liée à des

facteurs alimentaires pouvant interférer avec lui, notamment les phytates qui en réduisent son absorption (30). Les phytates interfèrent principalement avec le zinc mais également, avec le fer et le calcium qui seront succinctement évoqués dans cette partie. Le niveau d'apport en phytates n'est pris en compte par l'ANSES que pour le zinc (30). Le phytate est un sel de l'acide phytique qui est très répandu dans le règne végétal. Il sert de forme de stockage du phosphore et de divers minéraux. Il contient environ 75 % du phosphore total des noyaux des plantes. Les racines et les tubercules contiennent quant à eux peu de phytates (environ 0,1 %). Les phytates sont principalement présents dans les aliments non transformés notamment dans les céréales, les légumes, les légumineuses et les oléagineux. L'apport alimentaire en phytates varie fortement selon le régime alimentaire : il est faible dans les régimes occidentaux classiques et élevé dans les régimes végétariens. A noter que lors de la cuisson jusqu'à environ 100°C, les phytates sont plutôt stables. Les phytates ont été considérés comme des « anti-nutriments » puisque pendant le passage gastro-intestinal ils peuvent inhiber l'absorption de certains oligo-éléments et minéraux essentiels pouvant mener à des carences en calcium, fer et zinc. Cela s'explique par le fait qu'à pH physiologique, les phytates sont fortement chargés négativement et présentent donc un fort potentiel de complexation de cations chargés positivement. Ces complexes sont solubles dans les conditions acides de l'estomac et précipitent à pH neutre dans l'intestin, menant à cette mauvaise absorption. Lorsque le régime est riche en phytases alimentaires (enzymes hydrolysant les phytates), 37 à 66 % des phytates alimentaires sont dégradés lors de la digestion dans l'intestin et l'intestin grêle. La plupart des aliments végétaux tels que les grains entiers, les céréales et les légumineuses sont les principales sources d'apport alimentaire en phytates. Ces aliments sont le plus souvent transformés ou soumis à un traitement thermique pendant leur préparation, ce qui a globalement pour conséquence d'inactiver les phytases. En consommant un régime alimentaire à faible activité phytasique, la dégradation des phytates dans l'estomac et l'intestin grêle par les phytases alimentaires est très limitée. Il existe cependant un certain nombre de composants alimentaires capables de neutraliser les effets inhibiteurs du phytate sur l'absorption des minéraux. C'est le cas des acides organiques obtenus par fermentation alimentaire, qui améliorent l'absorption du zinc en présence de phytates. La concentration en phytates dans l'alimentation doit dépasser un seuil pour avoir un réel effet sur cette absorption. Il est impossible de prédire l'absorption des minéraux et des

oligoéléments en se basant seulement sur la teneur en phytate des aliments car trop de facteurs sont impliqués et doivent être pris en compte. A noter que la teneur en phytates des légumes secs et des céréales diminue en les faisant tremper plusieurs heures avant de les cuisiner. Un fois grillés, les oléagineux et les céréales sont également appauvris en phytates (46). Les phytates ont un réel impact sur l'absorption du zinc. Il n'est cependant pas possible pour les végétaliens de supprimer ces aliments riches en phytates. Il est donc important d'en tenir compte et de combiner les différentes astuces pour réduire leur impact, ainsi que d'adapter les apports alimentaires en zinc en fonction de la teneur alimentaire en phytates.

#### 4. Recommandations nutritionnelles : alimentation végétarienne et végétalienne

Tout d'abord, les avis des experts de la nutrition en France seront cités puis ceux de certains pays d'Amérique du Nord et d'Europe.

De manière surprenante, en France, ni l'Association Française des Diététiciens Nutritionnistes (AFDN) ni la Société Française de Nutrition (SFN), ni l'ANSES n'ont publié de recommandations concernant l'alimentation végétale. Il y a un manque de recommandations concernant le végétalisme en France. Seul le site <https://mangerbouger.fr/> créé par le gouvernement Français et par Santé Publique France à destination du grand public, émet des recommandations pour les végétariens : « On peut être végétarien sans risque pour sa santé, à condition d'avoir une alimentation équilibrée et variée. Un régime végétarien bien pensé peut même présenter des atouts nutritionnels : une forte présence des fruits et légumes, riches en vitamines et en fibres, la consommation de féculents complets et de légumes secs, des fruits à coque, moins de graisses animales... Toutefois, comme une partie des protéines animales sont exclues de la consommation, il est important de réaliser certaines combinaisons d'aliments pour obtenir un équilibre protéique satisfaisant (...). Le régime végétarien peut convenir aux femmes enceintes ou ayant un projet de grossesse. Il faut veiller au bon apport de protéines, leurs principales sources alimentaires étant les aliments d'origine animale. » (49). A propos des nourrissons, il est cependant précisé que « Le lait maternel, ou le lait premier âge (si vous ne voulez ou ne pouvez pas allaiter), est le seul aliment de référence pour le nouveau-né jusqu'à ses 4 mois. L'alimentation végétarienne n'est pas adaptée aux nourrissons car elle peut entraîner des carences en fer, protéines, calcium et en certaines vitamines. »

(49). Concernant le végétalisme et les risques pour la santé, il est écrit que « Le régime végétalien, en excluant tous les produits d'origine animale (la viande, le poisson mais aussi les œufs, les produits laitiers ou le miel), peut entraîner des carences. Il n'est donc pas adapté à tout le monde (...). Si vous êtes enceinte, il est important de compenser les éventuels manques pour l'enfant par des suppléments sous forme de médicaments ou de compléments alimentaires, en particulier en vitamine B12. Pendant votre grossesse, veillez à avoir une attention médicale toute particulière compte tenu des difficultés que peut présenter un tel régime pour assurer la couverture des besoins nutritionnels. » (49). Concernant les enfants de moins de 3 ans et l'alimentation végétale il est expliqué que « L'alimentation végétalienne (sans aliments d'origine animale) n'est pas adaptée aux enfants de moins de 3 ans, car elle peut entraîner différentes carences en fer, protéines, calcium, vitamines... Les boissons végétales avec l'appellation « lait » (soja, riz, amande...) ne conviennent pas aux besoins des nourrissons. Si vous n'allaites pas, seuls les laits infantiles peuvent couvrir les besoins nutritionnels de votre enfant » (49). A propos des enfants de plus de 3 ans et les adolescents, il est précisé qu'un « régime végétalien présente des risques élevés pour la santé compte tenu des besoins en fer et en calcium qui sont plus élevés que chez l'adulte. Des compléments sont donc parfois essentiels dans cette période de croissance. Si votre enfant est végétalien, il est indispensable qu'il soit suivi par votre médecin. » (49).

Au niveau international, l'Académie de Nutrition et de Diététique aux Etats-Unis a adopté en 2016 l'avis suivant : « l'alimentation végétarienne bien planifiée, y compris végétalienne, est saine, adéquate sur le plan nutritionnel et peut être bénéfique pour la prévention et le traitement de certaines maladies (50). Cette alimentation est appropriée à toutes les périodes de la vie, notamment la grossesse, l'allaitement, la petite enfance, l'enfance, l'adolescence, le troisième âge, et pour les sportifs. Les alimentations végétales sont plus durables pour l'environnement que l'alimentation riche en produits animaux car elles utilisent moins de ressources naturelles et ont un impact bien moindre sur l'environnement ». L'Association Britannique de Diététique confirme en accord avec la *Vegan Society* en 2017 qu'un « régime végétalien équilibré peut être apprécié par les enfants et les adultes, y compris pendant la grossesse et l'allaitement, si l'apport nutritionnel est bien planifié » (51). L'Association des Diététistes du Canada explique qu'un « régime végétalien est sain » (52) et que « n'importe qui peut suivre un régime végétalien, des enfants aux adultes âgés en

passant par les adolescents. Il est même sain pour les femmes enceintes et les mères qui allaitent. Un régime végétalien bien planifié est riche en fibres, en vitamines et en antioxydants. De plus, il est pauvre en gras saturés et en cholestérol. Cette combinaison saine contribue à prévenir les maladies chroniques. » (52). Ils rappellent également que « ceci nécessite une certaine planification. Les végétaliens évitent la viande qui est riche en vitamine B12, en fer et en zinc. Ils évitent aussi les produits laitiers qui sont riches en calcium et en vitamine D. Il est important pour les végétaliens de trouver d'autres sources de ces éléments nutritifs » (52).

### III. Sources alimentaires végétales, risques de surdosage et de carence

Nous avons vu dans la partie précédente les recommandations nutritionnelles en vigueur pour les macronutriments et micronutriments et qu'il est possible de suivre un régime végétalien sans risque pour la santé, à condition de veiller à couvrir ses besoins nutritionnels. Nous allons maintenant voir où trouver ces derniers dans le règne végétal, pour l'alimentation végétalienne. Pour chaque macro ou micronutriment, un tableau a été créé afin d'indiquer, par teneur décroissante, les sources alimentaires d'origines végétales de ces derniers. Pour chacun d'entre eux, cinq sources alimentaires végétales ont été retenues, avec les plus fortes teneurs. Nous ne rentrerons pas dans les détails pour décrire où trouver ces derniers dans un régime alimentaire omnivore ou végétarien. Pour chacun des micronutriments nous suivrons le plan suivant : source alimentaire végétale, surdosage et risque de carence. Nous nous attarderons plus particulièrement sur les risques de carence qui concernent spécifiquement la population végétalienne, et détaillerons dans ces cas, le diagnostic de la carence et les suppléments pour la prévenir ou la traiter. Avant cela, nous aborderons les effets de la matrice alimentaire qui semble jouer un rôle important sur la biodisponibilité des nutriments.

Tout d'abord, il faut définir ou clarifier certains termes qui seront régulièrement employés dans cette partie du document. La carence en vitamines ou minéraux se traduit par une manifestation clinique (30) ou par une affection identifiée, souvent par insuffisance d'apport tandis que le déficit ou la déficience sont aussi liées à un apport insuffisant mais sans conséquence pathologique notable. Dans les faits, les carences vitaminiques, sont de plus en plus rares dans les pays développés, puisqu'elles sont provoquées par la malnutrition, qui a considérablement régressé dans ces pays. Par contre, le déficit en vitamines ou minéraux est fréquent, responsable de divers troubles mais ne provoque pas de maladie carencielle au sens strict (53). L'excès de vitamine est appelé hypervitaminose. La surcharge quant à elle peut concerner des organites intracellulaires, des cellules, un organe ou l'organisme entier (53).

Les compléments alimentaires définis selon le décret n°2006-352 du 20 mars 2006 comme 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 doses, à savoir les formes de présentation telles que les gélules, les pastilles, les comprimés, les pilules et autres formes similaires, ainsi que les sachets de poudre, les ampoules de liquide, les flacons munis d'un compte-gouttes et les autres formes analogues de préparations liquides ou en poudre destinées à être prises en unités mesurées de faible quantité » (54). La complémentation en vitamines ou minéraux permet donc de compléter l'alimentation qui ne répond pas aux apports nécessaires à l'organisme. La supplémentation, quant à elle, permet de prévenir ou de corriger des carences établies (55). La supplémentation à dose pharmacologique permet de corriger l'ensemble des troubles imputables aux carences sauf dans certains cas où les lésions sont irréversibles, si son instauration est trop tardive (56).

Pour qu'un examen biologique soit fiable et mis en place dans les laboratoires à grande échelle il doit être : sensible (permettre de diagnostiquer toutes les personnes atteintes), spécifique (donner le moins possible de faux positifs), reproductible (donner le même résultat s'il est répété sur un même prélèvement et pratiqué par des personnes différentes) et faisable facilement aussi bien pour les soignants que pour le patient (57).

## 1. L'effet matrice

L'effet matrice est la différence entre l'ingestion d'une somme de nutriments et celle d'un aliment. L'effet matrice montre, qu'au-delà des nutriments, il existe des composés non nutritifs, des structures physico-chimiques, des interactions, une biodisponibilité variable qui expliquent des effets spécifiques des aliments, particulièrement lorsqu'ils sont complets, entiers ou non raffinés (58). Par exemple, l'absorption intestinale du calcium est en moyenne meilleure lorsqu'il est apporté par les produits laitiers plutôt que par des produits végétaux (59). On parle donc d'effet matrice lorsqu'il y a une différence entre les effets biologiques et les effets sur la santé par l'ingestion d'un nutriment apporté par des matrices alimentaires différentes ; par exemple : nutriment apporté seul, dans un aliment ou lors d'un repas, nutriment apporté par des aliments différents ou nutriment apporté par un même aliment mais ayant subi différents traitements culinaires (60). A titre d'exemple, des études ont comparé l'effet de l'huile d'olive totalement raffinée et l'huile d'olive vierge : seule la deuxième possède un effet anti-oxydant (61). L'effet hypocholestérolémiant des huiles peut, au moins en partie, être lié à la présence de phytostérol qui disparaissent avec le raffinage (62). Dans

l'effet matrice, la biodisponibilité est souvent mise en avant pour justifier cette synergie. Les exemples sont nombreux et se limitent souvent à une interaction positive ou négative avec l'absorption ; l'interaction négative entre les phytates et les cations divalents (fer, zinc, calcium...) ou l'interaction positive entre les phytates et l'absorption des métaux lourds (mercure, plomb...). Mais également l'interaction positive entre la vitamine C et le fer non hémérique (58). Cela concerne aussi les vitamines, par exemple, la vitamine B12 contenue dans le lait de vache a une meilleure biodisponibilité que celle contenue dans les compléments alimentaires (63). C'est l'environnement nutritionnel, au sein d'une matrice comprenant des protéines de transport de cette vitamine B12, qui est en cause et non sa forme « synthétique » (58). Concernant les acides gras oméga 3, les études montrent une relation inverse entre les apports en acides gras oméga 3 via la consommation de poisson et le risque cardiovasculaire. Cependant, les études peinent à démontrer un effet positif des acides gras oméga 3 sur ce risque cardiovasculaire et cela peut s'expliquer par l'effet matrice : le poisson contient, certes des omégas 3 mais également du sélénium, des peptides fonctionnels spécifiques, etc. (64). L'effet matrice a été montré chez des femmes consommant 6 g de fibres céréaliers par jour se répartissant en deux groupes : l'un tirant 75 % de ces fibres de graines complètes et l'autre de céréales raffinées. Seules les premières ont une moindre mortalité totale, non cancéreuse et non cardiovasculaire (65). Cet effet matrice reflète la complexité des aliments et montre que la somme des nutriments ne suffit pas à expliquer tous les effets des aliments sur la santé. L'effet matrice ne peut pas se résumer aux interactions entre nutriments, ni à leur biodisponibilité. En revanche, il peut expliquer qu'à teneur en nutriments identiques certains aliments ont des effets très différents (58). Il faut souligner qu'un aliment ne peut pas se résumer à la somme de ses micronutriments (66), ni à un micronutriment isolé (67). Les nombreuses molécules constituant un aliment exercent des effets biologiques sur différents sites d'action et dans de nombreuses voies métaboliques. L'effet sur la santé d'un aliment est, le plus souvent, la résultante des effets multiples de ses composants et de leurs interactions. C'est pourquoi de nombreuses suppléments en nutriments isolés obtiennent des résultats décevants (67).

Une meilleure connaissance des mécanismes de l'effet matrice et des différentes matrices pourrait permettre de proposer des leviers d'action pour identifier les procédés technologiques et culinaires ou les associations alimentaires maximisant la

quantité de micronutriments atteignant la circulation générale. Les conséquences biologiques et sur la santé de l'effet matrice ne sont pas toutes connues. Une meilleure prise en compte de cet effet permettrait de segmenter les aliments selon la biodisponibilité des nutriments et d'affiner les recommandations nutritionnelles (60).

## 2. Les macronutriments

### 1.1. Les protéines

Nous avons déjà évoqué le rôle des protéines dans l'organisme, nous ne l'évoquerons donc pas dans cette partie. Comme dit précédemment, les protéines sont constituées d'acides aminés azotés dits « protéogènes » qui sont au nombre de 20. 11 sont dits essentiels car l'organisme ne peut pas les synthétiser, leur apport alimentaire est donc indispensable. Les protéines sont digérées par des enzymes : la pepsine gastrique et la trypsine pancréatique. Elles sont ensuite transformées en peptides puis dégradées par d'autres enzymes en acides aminés. Ces acides aminés absorbés sont transportés vers le foie où ils seront catabolisés. Les protéines d'origine végétale n'apportent pas en quantité suffisante tous les acides aminés, ils sont dans ce cas appelés acides aminés « limitants ». Les céréales ont pour acide aminé limitant la lysine mais sont riches en cystine et en méthionine. Les légumineuses quant à elles ont un apport limitant en acides aminés soufrés : méthionine et cystéine mais sont riches en lysine (68). Afin d'avoir un apport en acides aminés satisfaisant les végétaliens doivent donc combiner différentes sources de protéines. Les mélanges de protéines végétales et notamment l'association complémentaire de céréales et de légumineuses peuvent servir de source unique, complète et équilibrée d'acides aminés pour répondre aux besoins de l'organisme (69). Dans les pays occidentaux tels que la France, la carence en protéines est rare. Selon l'étude EPIC-Oxford (70) menée auprès de 30 000 européens, dont 6 700 végétariens et 800 végétaliens, tous les régimes alimentaires apportent plus de protéines que l'apport nutritionnel recommandé. Les végétaliens ont en moyenne un apport quotidien de 0,99 g de protéines par kg de poids corporel. Pour rappel, les recommandations nutritionnelles préconisent 0,83 g de protéines par kg de poids corporel. Dans le cadre d'un régime végétalien varié, énergétiquement raisonnable et équilibré, il n'y a pas de risque de carence en protéines.

Les sources de protéines végétales sont diverses : légumineuses, céréales, oléagineux grillés et crus. Le Tableau 32 présente les teneurs en protéines en g pour

100 g d'après la table Ciqual de l'ANSES pour ces sources alimentaires végétales (71). La table Ciqual est la table de référence qui renseigne sur la composition nutritionnelle moyenne des aliments les plus consommés en France.

	<b>Aliments</b>	<b>Teneur en protéines en g/100 g</b>
<b>Légumineuses</b>	Lentilles corail cuites à l'eau	10,6
	Lentilles vertes cuites à l'eau	10,1
	Haricots rouges cuits à l'eau	9,6
	Pois cassés cuits à l'eau	8,6
	Pois chiches cuits à l'eau	8,31
<b>Céréales</b>	Flocons d'avoine	13,3
	Biscottes multicéréales	11,8
	Baguettes aux céréales et aux graines	9,6
	Pain de mie complet	8,5
	Maïs entier cru	8,1
<b>Oléagineux grillés</b>	Cacahuètes grillées	23,4
	Graines de tournesol grillées	19,3
	Pistaches grillées	18,4
	Noix de cajou grillées	17,4
	Noisettes grillées	14,4
<b>Oléagineux crus</b>	Cacahuètes	22,8
	Amandes	21,4
	Graine de tournesol	21,3
	Noix du Brésil	14,8
	Noisettes	14,4

Tableau 32. Teneur en protéines des légumineuses, des céréales, des oléagineux grillés et crus en g/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71)

Les légumineuses, les céréales, les oléagineux grillés et crus sont des sources de protéines non négligeables pour les végétaliens afin d'avoir tous les acides aminés dont l'organisme a besoin.

## 1.2. Les glucides

Les sources de glucides sont variées dans l'alimentation mais tous les glucides n'ont pas la même valeur nutritionnelle. L'ANSES recommande de privilégier les céréales complètes car elles contiennent des fibres et des minéraux, ont un index glycémique moins élevé que les autres céréales et leur consommation régulière a un effet protecteur contre les maladies cardiovasculaires, le diabète de type 2 et le cancer colorectal (24). Il est déconseillé de boire plus d'un verre de jus de fruits par jour, pour

autant les fruits sont une source de vitamines et leur consommation semble avoir un effet protecteur contre les maladies cardiovasculaires (24). Dans le Tableau 33, nous citerons 5 aliments d'origine végétale à fort index glycémique (>60), 5 aliments à index glycémique modéré (entre 40 et 59) et 10 aliments à faible index glycémique (<40) ayant pour aliment de référence le glucose (IG = 100). Ces aliments proviennent du Tableau international de l'index glycémique et de la charge glycémique datant de 2002 (72).

	<b>Aliments</b>	<b>Index glycémique</b>
<b>Aliments à fort index glycémique &gt;60</b>	Baguette blanche nature	95
	Frites de pommes de terre	75
	Purée de pommes de terre	73
	Spaghetti blanches cuites à l'eau, blé dur, cuisson 16 min	65
	Patate douce	61
<b>Aliments à index glycémique modéré (40 – 59)</b>	Pâtes complètes	50
	Blé dur, précuit, cuit 10 minutes	50
	Riz blanc bouilli	45
	Laits de soja (contenant de la maltodextrine)	44
	Oranges crues	42
<b>Aliments à faible index glycémique &lt;40</b>	Soupe à la tomate	38
	Pommes crues	38
	Poires crues	38
	Lentilles vertes bouillies	30
	Haricots secs bouillis	29
	Pois chiches bouillis	28
	Haricots rouges bouillis	28
	Lentilles corail cuites à l'eau	26
	Cerises crues	22
	Cacahuètes	14

Tableau 33. Index glycémique d'aliments d'origine végétale (72)

### 1.3. Les lipides

Nous n'aborderons pas de nouveau le rôle et les recommandations concernant les acides gras. Nous développerons les sources alimentaires des acides gras essentiels et conditionnellement essentiels dans cette partie. Ils sont répartis dans deux familles : les acides gras poly-insaturés oméga 3 et oméga 6. Comme expliqué précédemment, le rapport idéal entre oméga 6 et oméga 3 doit être au maximum de 5 pour 1 : 5 unités d'oméga 6 pour 1 unité d'oméga 3 (28). Les sources alimentaires d'origine végétale d'acide alpha-linolénique en g pour 100 g d'après la table Ciqual de l'ANSES sont présentées dans le Tableau 34 (71).

Aliments	Teneur en acide alpha-linolénique en g/100 g
Huile de lin	53,3
Huile de noix	11,9
Huile de colza	7,5
Cerneaux de noix séchées	7,5
Huile de soja	6,9

Tableau 34. Teneur en alpha-linolénique des aliments d'origine végétale en g/100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71)

L'EPA et le DHA sont apportés par l'alimentation quasiment exclusivement par les poissons ou les fruits de mer. Les végétaliens n'en consomment pas. L'acide alpha-linolénique étant le précurseur de l'EPA et du DHA, il est donc important pour eux de consommer en quantité suffisante, les huiles citées dans le Tableau 34 afin d'avoir un apport en oméga 3 satisfaisant.

Les sources alimentaires d'origine végétale d'acide linoléique en g pour 100 g d'après la table Ciquel de l'ANSES sont présentées dans le Tableau 35 (71).

Aliments	Teneur en acide linoléique en g/100 g
Huile de pépins de raisin	63,7
Huile de tournesol	56,3
Huile de noix	56,1
Huile de soja	52
Huile de sésame	39,6

Tableau 35. Teneur en acide linoléique des aliments d'origine végétale en g/100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71)

L'acide arachidonique est apporté par l'alimentation quasiment exclusivement par la viande et les œufs. Les végétaliens n'en consomment pas. L'acide linoléique étant le précurseur de l'acide arachidonique, il est donc important pour eux de consommer en quantité suffisante, les huiles citées dans le Tableau 35 afin d'avoir un apport en oméga 6 satisfaisant. Les huiles commercialisées contiennent généralement plusieurs types d'acides gras, il faut donc varier les huiles utilisées dans l'alimentation.

## 2. Les vitamines

### 2.1. Vitamine A

**Source alimentaire :** La vitamine A est présente dans les produits d'origine animale sous forme de rétinol et dans les produits d'origine végétale sous forme de caroténoïdes provitaminiques. Les foies d'animaux d'élevage et de poissons ont les teneurs les plus élevées en rétinol. La patate douce, la carotte, le potiron, le melon, la

mangue, les légumes à feuilles vertes sont les aliments les plus riches en  $\beta$ -carotène. Ce dernier peut perdre de son activité lors du stockage ou de la déshydratation des aliments mais ce n'est pas le cas lors de la congélation. La vitamine A est détruite par oxydation à l'air principalement en présence de lumière et de chaleur. Elle reste stable lors de la cuisson (31). Le Tableau 36 présente les teneurs des aliments d'origine végétale en  $\beta$ -carotène en  $\mu\text{g}$  pour 100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71).

Aliments	Teneur en $\beta$ -carotène en $\mu\text{g}/100\text{ g}$
Patate douce cuite	10 500
Carotte cuite à la vapeur	8 930
Epinards surgelés cuits	7 240
Poivrons rouges poêlés sans matière grasse	7 120
Potiron cuit	6 020

Tableau 36. Teneur en  $\beta$ -carotène des aliments d'origine végétale en  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  selon la table Ciquel de l'ANSES (71)

**Surdosage :** En cas de grossesse ou de désir de grossesse il faut être vigilant. Un excès de vitamine A est associé à des malformations congénitales, c'est pourquoi les femmes enceintes ne peuvent pas consommer de foie régulièrement. Cependant, il n'y a pas de risque pour les patientes végétaliennes car les apports alimentaires de provitamine A contenue dans les fruits et légumes colorés sont sans danger. Chez les femmes ménopausées un apport supérieur à 1500  $\mu\text{g}$  d'ER par jour augmente le risque de fracture (31).

**Carence :** Il semble qu'il n'y ait pas de carences en vitamine A dans les pays industrialisés (31). Dans d'autres pays, les enfants et les personnes âgées peuvent tout de même être des groupes vulnérables, les conséquences en cas de carence modérée surtout en cas d'états infectieux peuvent être inquiétantes. Le premier signe de carence est la baisse de l'acuité visuelle crépusculaire (31). Cela peut également provoquer des retards de croissance *in utero* et après la naissance, des malformations congénitales ainsi qu'une sécheresse de la conjonctive (30).

## 2.2. Vitamine B1

**Source alimentaire :** La vitamine B1 est présente principalement dans les produits céréaliers complets et les oléagineux (30). Le Tableau 37 présente les teneurs des aliments d'origine végétale riches en thiamine en mg pour 100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71).

Aliments	Teneur en vitamine B1 mg/100 g
Terrine ou mousse de légumes	2,82
Son de riz	2,75
Graine de tournesol	1,98
Purée de sésame (tahin)	1,41
Noix de macadamia	1,2

Tableau 37. Teneur en thiamine des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71)

**Surdosage :** La vitamine B1 par voie orale présente très peu de risque d'effets indésirables. Avec un apport supérieur à 5 mg son absorption diminue rapidement et elle est activement excrétée par voie urinaire (73).

**Carence :** La carence se manifeste par des symptômes de névrites périphériques, d'insuffisance cardiaque et une tendance à faire des œdèmes. Cela peut s'accompagner d'une fatigue extrême, d'une irritabilité, d'oublis, de troubles de la coordination, de troubles gastrointestinaux et d'une perte d'appétit. Elle peut mener à la forme sèche du bériberi (manifestations neurologiques sensitives et motrices seules) ou à sa forme humide se manifestant par une cardiomégalie, une tachycardie et une insuffisance cardiaque congestive. Cette déficience peut également mener à une encéphalopathie de Wernicke regroupant les symptômes suivants : ataxie, troubles de la vision et confusion. Elle peut également conduire au syndrome de Korsakoff provoquant une amnésie, des fabulations et une désorientation. Cette carence n'est pas forcément liée à une insuffisance d'apport mais peut être liée à l'alcoolisme ou à une malabsorption intestinale (33).

### 2.3. Vitamine B2

**Source alimentaire :** Les principales sources alimentaires de vitamine B2 sont d'origine animale (foie, produits laitiers et œufs) (30). Il est cependant possible d'en retrouver dans le règne végétal, le Tableau 38 présente les teneurs en vitamine B2 des aliments d'origine végétale en mg pour 100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71).

Aliments	Teneur en vitamine B2 mg/100 g
Spiruline séchée ou déshydratée	3,7
Persil séché	2,3
Nori séchée ou déshydratée	1,9
Terrine ou mousse de légumes	1,3
Amandes grillées salées	1,2

Tableau 38. Teneur en vitamine B2 des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71)

**Surdosage :** La faible toxicité de la vitamine B2 par voie orale pourrait s'expliquer par la capacité limitée des mécanismes d'absorption intestinale. Aucune étude ne montre à ce jour des effets toxiques chez l'homme (74).

**Carence :** Les signes de carence sont rares et aspécifiques avec, par exemple, des sécheresses oculaires ou des dermites séborrhéiques (30). L'aribo flavinose est la maladie provoquée par une déficience en vitamine B2 qui se manifeste par des troubles de la peau et des muqueuses (75).

#### 2.4. Vitamine B3

**Source alimentaire :** Les principales sources alimentaires de vitamine B3 sont d'origine animale (foie, viandes, poissons et produits de la mer) (30). Il est possible d'en retrouver dans le règne végétal, notamment dans les céréales complètes, le Tableau 39 présente les teneurs en vitamine B3 d'origine végétale en mg pour 100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).

Aliments	Teneur en vitamine B3 mg/100 g
Son de riz	34
Son de blé	21,6
Chips de pommes de terre	19,4
Cacahuètes grillées sans sel ajouté	14,4
Beurre de cacahuète	14,1

Tableau 39. Teneur en vitamine B3 des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71)

**Surdosage :** A des doses élevées (3 000 mg/jour), la niacine peut causer un ictère, une gêne abdominale, des troubles de la vision et aggraver une goutte préexistante (76). Il est très peu probable d'atteindre ces doses élevées avec une alimentation équilibrée.

**Carence :** Une carence en niacine, sur le long terme, peut conduire à une pellagre ayant pour symptômes : une dermatite photosensible, des lésions cutanées, des vomissements, des diarrhées, une dépression et une démence (35). Une carence en tryptophane peut causer les mêmes symptômes (30).

### 2.5. Vitamine B5

**Source alimentaire :** L'acide pantothénique est omniprésent dans l'alimentation. Parmi les aliments riches en vitamine B5, il y en a d'origine animale (viande, produits laitiers) mais aussi d'origine végétale notamment dans le pain. Le Tableau 40 présente les teneurs en vitamine B5 d'origine végétale en mg pour 100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71).

Aliments	Teneur en vitamine B5 mg/100 g
Son de riz	7,4
Graine de tournesol grillée et salée	7
Champignon lentin comestible cuit (shiitaké)	3,6
Spiruline séchée ou déshydratée	3,5
Champignons de Paris poêlés	2,3

Tableau 40. Teneur en vitamine B5 des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71)

**Surdosage :** Aucune dose toxique n'a pu être établie pour l'acide pantothénique en raison de sa très faible toxicité par voie orale et en l'absence d'étude systématique (74).

**Carence :** La carence en vitamine B5 est rare. Chez les sujets ne consommant pas de cette vitamine, il a été observé des changements d'humeur, des troubles du sommeil, des désordres neurologiques, cardiaques et gastro-intestinaux (77).

### 2.6. Vitamine B6

**Source alimentaire :** On trouve dans les tissus animaux surtout le PLP et le PMP alors que qu'on trouve surtout le PN et la PNP dans les tissus végétaux. Il y a des sources alimentaires animales (foie de bœuf, de veau, de porc et de volailles et le poisson) ainsi que végétales (céréales, légumes amylacés, produits dérivés du soja et dans certains fruits). Le Tableau 41 présente les teneurs en vitamine B6 d'origine végétale en mg pour 100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71).

Aliments	Teneur en vitamine B6 mg/100 g
Son de riz	4
Ail séché en poudre	1,6
Pistache grillée et salée	1,4
Son de blé	1,3
Graine de tournesol	1,2

Tableau 41. Teneur en vitamine B6 des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71)

**Surdosage :** La vitamine B6 est neurotoxique après des traitements à fortes doses et sur des périodes prolongées (74). Cela ne concerne pas les apports alimentaires ou les suppléments à doses classiques.

**Carence :** Une carence en vitamine B6 provoque une anémie microcytaire hypochrome, des convulsions liées à une insuffisance de synthèse d'acide gamma-isobutyrique et des signes cutanés : eczéma ou dermatite séborrhéique (30).

### 2.7. Vitamine B8

**Source alimentaire :** La table de composition des aliments du Ciqual de l'ANSES ne cite pas les teneurs en vitamines B8 de l'alimentation (71). Cependant l'EFSA rapporte que des sources alimentaires végétales et animales contiennent de la biotine en grande quantité : le foie, les œufs cuits, les champignons et certains fromages. En moindre quantité, les fruits, les céréales et le pain contiennent de la vitamine B8 (39).

**Surdosage :** Le risque de toxicité lié à l'apport alimentaire habituel et de supplémentation en biotine semble être faible et ne représente pas un risque pour la santé de la population générale (74).

**Carence :** La carence en biotine est rare et caractérisée par des dermatites, une perte de cheveux, des conjonctivites, une ataxie et un retard de développement chez l'enfant (30). Une déficience en biotine pendant la grossesse a été démontrée comme tératogène chez les rongeurs mais aucune donnée n'est disponible chez l'homme à ce jour (39).

### 2.8. Vitamine B9

**Source alimentaire :** Les aliments riches en folates sont les légumineuses, les légumes à feuilles, le foie, la levure de bière et le germe de blé. Le Tableau 42 présente les teneurs en folates d'origine végétale en µg pour 100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).

Aliments	Teneur en folates µg/100 g
Farine de soja	573
Farine de pois chiche	437
Graine de tournesol grillée et salée	237
Lentilles cuites à l'eau	181
Chou de Bruxelles	113

Tableau 42. Teneur en folates des aliments d'origine végétale en µg/100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71)

**Surdosage** : L'apport de folates alimentaires naturels peut être considéré comme sûr et des apports élevés n'ont pas été associés à des effets indésirables (40).

**Carence** : La carence en folates commence dans les tissus à renouvellement rapide telles que les cellules sanguines. La carence diminue la vitesse de division des cellules notamment des globules rouges. C'est pourquoi cela provoque des anémies mégalo-blastiques (30). La supplémentation préventive en folate durant la grossesse est cruciale, la relation entre déficit en folates et anomalies de fermeture du tube neural (AFTN) a été clairement établie. En France, la dose de 0,4 mg par jour pour la population générale et de 5 mg par jour en cas d'antécédent d'AFTN lors d'une grossesse précédente, a permis de réduire de 70 % l'incidence des AFTN (78). La prescription, dans la population générale, d'acide folique doit être systématique en cas de désir d'enfant dès l'arrêt de la contraception, idéalement l'administration doit être commencée 1 mois avant la conception et continuée pendant le 1<sup>er</sup> trimestre de la grossesse (79).

## 2.9. Vitamine B12

**Source alimentaire** : La vitamine B12, aussi appelée cobalamine, est synthétisée par les bactéries et les archées notamment présentes dans la panse des animaux. Les principales sources alimentaires sont donc les abats, les poissons, les œufs, la viande et les produits laitiers. Il est possible d'en retrouver en faible quantité dans certains végétaux fermentés (30). La quantité de vitamine B12 présente dans ces végétaux fermentés étant négligeable et ne permettant absolument pas de couvrir les besoins nutritionnels, il n'est pas utile de créer un tableau avec ses teneurs. En effet, la carence en vitamine B12 est fréquente chez les végétaliens (41). Nous allons donc développer, pour cette vitamine, le diagnostic de la carence ainsi que la supplémentation pour prévenir ou traiter cette carence. Une supplémentation en vitamine B12 est indispensable pour les patients végétaliens puisqu'elle ne se trouve pas dans le règne

végétal, comme le rappelle la lettre ouverte d'associations véganes et de professionnels de santé « Ce que tout végane doit savoir sur la vitamine B12 » (80).

**Surdosage** : Aucun effet indésirable n'a été associé à un apport excessif en vitamine B12 provenant de l'alimentation ou de supplémentation chez les personnes en bonne santé (81).

**Carence** : Le plus souvent la carence en vitamine B12, provoque des anémies mégaloblastiques affectant les globules rouges et toutes les autres cellules sanguines. Les stades plus avancés provoquent une diminution d'apport en oxygène, de la fatigue ou de l'essoufflement. Puisque les métabolismes de la cobalamine et des folates sont interdépendants, l'anémie mégaloblastique est identique en cas de carence de ces deux vitamines mais cela se produit plus tardivement pour la carence en cobalamine. Cette carence peut également causer des dysfonctionnements neurologiques incluant des myélopathies, des neuropathies, des problèmes neuropsychiatriques et parfois l'atrophie du nerf optique. Une caractéristique de la carence en cobalamine est une démyélinisation progressive de la moelle épinière et du cerveau. Ces pathologies sont associées à l'irritabilité, des troubles de la mémoire, la dépression et, à des stades avancés à des démences, des psychoses avec des hallucinations ou une paranoïa. Concernant les nourrissons, la carence en cobalamine entraîne des symptômes neuromusculaires et développementaux pouvant être associés à une atrophie cérébrale. Les patients répondent au traitement par cobalamine mais des anomalies neurologiques peuvent persister (41). La cobalamine est un terme désignant les composés ayant l'activité biologique de la vitamine B12. Le foie stocke en grande quantité cette vitamine B12 et la réabsorption entéro-hépatique aide à maintenir le statut normal en vitamine B12. Ces réserves permettent normalement de subvenir aux besoins physiologiques pendant 3 à 5 ans en cas d'arrêt de consommation (personnes devenant végétaliennes par exemple), et jusqu'à 1 an en cas d'absence de réabsorption entéro-hépatique liée à une pathologie. Des nourrissons allaités par des mères végétaliennes non supplémentées peuvent développer une carence en vitamine B12 dès 4 mois puisque leur stockage hépatique est restreint, contrairement aux autres nourrissons qui ont habituellement un stockage hépatique important. Leur besoin est augmenté en raison d'une forte croissance. Dans la population générale la cause la plus fréquente de carence est l'absorption insuffisante de la vitamine B12 liée à une pathologie (82). Après ingestion, l'absorption de la cobalamine dépend de 2

systèmes : la diffusion simple (1 à 5 % de l'apport alimentaire) au niveau de la muqueuse buccale et du rectum. Cette voie n'est pas suffisante mais est insaturable. Le deuxième est le système facteur intrinsèque-dépendant : dans l'estomac grâce à l'acidité et à la pepsine gastrique, la cobalamine est libérée des protéines alimentaires sur lesquelles elle est fixée pour se lier à l'haptocorrine. Ensuite la cobalamine est déliée de cette haptocorrine par les enzymes pancréatiques puis elle se fixe au facteur intrinsèque qui est sécrété dans l'estomac. C'est donc le complexe facteur intrinsèque – vitamine B12 qui est absorbé via des récepteurs spécifiques : les cubulines. Ce système est quant à lui saturable. Une fois dans le sang, la cobalamine peut se lier à 3 transporteurs sériques : les haptocorrines (transcobalamines I et III) et les transcobalamines II. Les transcobalamines II jouent le rôle le plus important dans l'apport de la cobalamine aux voies métaboliques intracellulaires (83).

**Le diagnostic de la carence :** Le dosage de la cyanocobalamine est peu reproductible et reflète la vitamine B12 liée aux 3 récepteurs sériques cités précédemment, alors qu'une partie seulement est biologiquement active. Sa sensibilité est modérée mais communément utilisée puisqu'il est peu coûteux et facile à réaliser. En cas de carence en vitamine B12, l'homocystéine est augmentée. Son dosage est plus sensible que celui de la vitamine B12 mais est moins spécifique. L'homocystéine est métabolisée par la vitamine B12 mais est aussi dépendante de l'acide folique, elle augmente donc également s'il y a une carence en folates, en vitamine B6 et en cas d'insuffisance rénale. De plus, son taux varie selon la consommation de tabac, d'alcool et de café. Le dosage de l'homocystéine n'est donc pas recommandé en première intention. L'acide méthylmalonique quant à lui est augmenté en cas de carence en vitamine B12, son dosage est plus sensible que celui de la cyanocobalamine mais sa spécificité est controversée. Il augmente également en cas d'insuffisance rénale. Il est pourtant considéré en recherche comme la valeur de référence. Son coût est élevé et sa disponibilité est limitée. L'holotranscobalamine (holoTC), le complexe transcobalamine II – vitamine B12, est la partie biodisponible de la vitamine B12. Son taux augmente également lors d'une insuffisance rénale et ne varie pas pendant la grossesse. Le dosage de l'holoTC est meilleur marqueur de carence chez les patients sans insuffisance rénale, sa sensibilité est meilleure et sa spécificité équivalente. En cas de carence combinée aux folates, de consommation d'alcool, de maladie hépatique, de problèmes hématologiques, ce dosage n'a pas été validé. Il reste tout de même intéressant pour les patients sans comorbidités bien qu'il soit réalisable

uniquement dans certains laboratoires (83). En France, les recommandations actuellement sont telles que la vitamine B12 ne doit pas être dosée sans signes cliniques, symptômes ou contexte compatible à une carence, puisque son dosage n'est pas assez fiable. Les 2 critères diagnostiques reconnus sont une :

- Concentration sérique de vitamine B12 < 148 pmol/L (200 ng/L) associée à des signes cliniques ou hématologiques de carence.
- Concentration sérique élevée d'homocystéine ou d'acide méthylmalonique.

Ces seuils sont débattus pour les raisons expliquées précédemment mais sont ceux utilisés en pratique. Selon les kits de dosage utilisés les résultats obtenus peuvent être différents alors que les intervalles de valeurs normales sont très proches entre ces mêmes kits. En utilisant la technique ELISA, il y a un risque élevé de concentrations faussement normales selon les kits. La spectrométrie de masse, peu développée en France pour ce dosage, est plus fiable. Il faut, selon les contextes cliniques, notamment ceux atypiques, doser les concentrations sériques d'homocystéine et/ou d'acide méthylmalonique et faire un contrôle du dosage de la vitamine B12 dans un autre laboratoire utilisant un autre kit. Chez l'adulte, le dosage de l'homocystéine est pris en charge par l'assurance maladie mais ce n'est pas le cas de l'acide méthylmalonique. De nombreux laboratoires français dosent l'acide méthylmalonique dans les urines et non dans le sérum ce qui rend l'interprétation des résultats plus difficile. Le dosage de l'homocystéine est moins spécifique que celui du dosage sérique de l'acide méthylmalonique pour le diagnostic de la carence en vitamine B12. Enfin, il faut noter que certains facteurs influencent les concentration de la vitamine B12 à la hausse, tels que la supplémentation en vitamine B8 (biotine utilisée pour la perte de cheveux par exemple) (84).

**La supplémentation pour prévenir ou traiter la carence :** Les apports satisfaisants journaliers recommandés sont de 2,5 µg par jour pour la vitamine B12, comme expliqué dans la partie II de ce document. Cette valeur a été calculée afin de garantir les apports indispensables et maintenir les réserves des personnes consommant des produits d'origine animale tout au long de la journée. Les végétaliens, contrairement à la population générale, consomment de la vitamine B12 en supplémentation et dans la plupart des cas, elle n'est pas répartie sur toute la journée. Cette fréquence de prise influence considérablement la quantité de vitamine B12 absorbée. Il n'est pas suffisant de prendre 2,5 µg par jour en une fois, ni de multiplier cette dose par 7 pour calculer

une prise hebdomadaire. Comme nous l'avons vu, la vitamine B12 est absorbée via 2 mécanismes. A la différence des omnivores lorsque les végétaliens se supplémentent en vitamine B12, cette dernière est sous forme libre, pure et crue. L'absorption active permet dans ce cas, lorsque l'on ingère 1 µg de vitamine B12, d'en retrouver 0,5 µg dans le sang. Cependant cette absorption est saturable : 1,5 µg de vitamine B12 absorbée par tranche de 6 heures. Les récepteurs se saturant progressivement, pour atteindre l'absorption active maximale, il faut consommer 7,5 à 10 µg de vitamine B12 selon les individus. L'absorption passive quant à elle permet de retrouver 0,005 µg de vitamine B12 dans le sang pour 1 µg ingéré. Cette absorption passive reste constante pour 10 µg ingérés, ce sont donc in fine 0,05 µg qui passeront dans le sang (85). C'est pourquoi la communauté scientifique végane internationale recommande, l'une des prises suivantes :

- 1 µg 3 fois par jour.
- 10 µg une fois par jour.
- 2 000 µg une fois par semaine.
- 5 000 µg toutes les deux semaines.

Elle recommande également de diviser par 4 ces doses pour les nourrissons de 6 à 24 mois et par deux pour les enfants de 2 à 12 ans. Après 12 ans, les doses sont les mêmes que pour les adultes (86). C'est également la conclusion d'un article paru dans la revue *Nutrients* datant de décembre 2016 (87). Dans la notice des spécialités pharmaceutiques de solutions buvables en ampoule, il est pourtant écrit qu'une supplémentation de 1 000 µg tous les 10 jours est préconisée en traitement d'entretien (88).

## 2.10. Vitamine C

**Source alimentaire :** Les aliments riches en vitamine C sont les fruits et les légumes. Le Tableau 43 présente les teneurs dans les aliments les plus riches en vitamine C d'origine végétale en mg pour 100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71).

Aliments	Teneur en vitamine C mg/100 g
Cassis cru	181
Chou frisé cru	145
Poivron rouge sauté sans matière grasse	144
Purée de brocoli	90
Kiwi	82

Tableau 43. Teneur en vitamine C des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71)

**Surdosage** : L'EFSA n'a pas fixé d'apport supérieur tolérable pour l'acide ascorbique. Les données disponibles suggèrent une faible toxicité aiguë de la vitamine C (42).

**Carence** : Une carence longue de vitamine C cause le scorbut qui se caractérise par des symptômes liés à des défauts du tissu conjonctifs par un affaiblissement des structures composées de collagène. Chez les nourrissons, cela peut provoquer une croissance osseuse et une ossification altérée. Pour les adultes, cela provoque une perte de dents, des douleurs articulaires, des troubles osseux et du tissu conjonctif, une mauvaise cicatrisation des plaies, des ecchymoses, des gencives inflammées et qui saignent. La dépression et les changements d'humeurs à cause d'un défaut d'hydroxylation de la dopamine sont aussi observés chez les patients atteints de scorbut (42).

### 2.11. Vitamine D

**Source alimentaire** : Les aliments riches en vitamine D sont les poissons gras, l'huile de foie de morue et le jaune d'œuf (30). Comme évoqué précédemment, il existe une source endogène de vitamine D qui suffit à couvrir les besoins de l'organisme en vitamine D sans consommer de produits d'origine animale. Il n'est donc pas utile de créer un tableau avec les teneurs en vitamine D dans les aliments d'origine végétale.

**Surdosage** : Les effets toxiques d'un excès de vitamine D sont liés au rôle du 1,25-hydroxyvitamine D dans la régulation du calcium plasmatique. Une production ou un apport excessif en vitamine D peut entraîner une augmentation du calcium plasmatique. Cette hypercalcémie peut provoquer une augmentation de l'excrétion du calcium urinaire se caractérisant par une hypercalciurie. L'hypercalcémie associée à une hypervitaminose D risque de conduire à de nombreux effets affaiblissants. Cela peut mener à la perte de la fonction tubulaire rénale menant à des néphrolithiases et réduisant le taux de filtration glomérulaire. Une hypercalcémie prolongée provoque

une calcification des tissus mous dont les reins, les vaisseaux sanguins, le cœur et les poumons (89).

**Carence** : La carence en vitamine D se traduit chez les enfants par le rachitisme et chez les adultes par l'ostéomalacie. L'étiologie de ces deux maladies est liée à la mauvaise minéralisation de l'os due à une absorption inefficace du calcium et du phosphore alimentaires et associée à une augmentation de la concentration sérique de PTH. Selon la sévérité de la carence, l'hypocalcémie initiale évolue vers une normocalcémie et une hypophosphatémie. Cela se poursuit par une hypocalcémie et une hypophosphatémie combinées lorsque le calcium n'est plus libéré par les os. Les symptômes chez l'adulte peuvent se manifester par des douleurs diffuses dans les muscles et les os, et des fractures spécifiques. Chez les personnes âgées, cette carence s'accompagne de douleurs et de faiblesse musculaires menant à un risque accru de chutes et donc de fractures osseuses. A noter également qu'une carence prolongée en vitamine D peut entraîner une faible densité minérale osseuse et prédispose les sujets âgés, particulièrement les femmes ménopausées, à l'ostéoporose (90).

#### 2.12. Vitamine E

**Source alimentaire** : Les aliments les plus riches en vitamine E sont certaines huiles végétales, certains fruits à coque et l'huile de foie de morue. Le Tableau 44 présente les teneurs en vitamine E en mg pour 100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71).

Aliments	Teneur en vitamine E mg/100 g
Huile de tournesol	57,3
Graine de tournesol	42,3
Huile de colza	27,7
Amande grillée et salée	23,9
Huile d'olive vierge extra	22,3

Tableau 44. Teneur en vitamine E des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71)

**Surdosage** : La dose sans effet toxique observable est fixée à 540 mg par jour. Les apports alimentaires et issus des suppléments ne dépassent pas cette dose. Cependant, de grandes quantités de vitamine E peuvent augmenter les troubles de la coagulation sanguine chez les sujets ayant une carence en vitamine K liée à une malabsorption ou à un traitement anticoagulant. Ce seuil de 540 mg par jour ne s'applique pas à ces patients (91).

**Carence :** La carence en vitamine E est associée à des symptômes neurologiques telle que l'ataxie. Elle est principalement observée chez les personnes souffrant d'abêtalipoprotéïnémie, de maladies hépatiques cholestatiques, de dénutrition sévère, de malabsorption des lipides et de mucoviscidose (92).

### 2.13. Vitamine K

**Source alimentaire :** La vitamine K1 se trouve dans les légumes à feuilles vert foncé et certaines huiles végétales. Les vitamine K2 quant à elles, se trouvent majoritairement dans les produits d'origine animale et dans les produits fermentés. Il existe cependant peu d'informations sur les types et la teneur en vitamines K2 dans les aliments ainsi que sur leur absorptions (30). Le Tableau 45 présente les teneurs en vitamine K1 en µg pour 100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).

Aliments	Teneur en vitamine K1 µg/100 g
Chou frisé cuit	817
Epinard surgelé cuit	541
Blette cuite	327
Salade frisée crue	298
Chou de Bruxelles surgelé cuit	194

*Tableau 45. Teneur en vitamine K1 des aliments d'origine végétale en µg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71)*

**Surdosage :** Il n'existe pas de preuve d'effets indésirables associés à des suppléments en vitamine K1 jusqu'à 10 mg par jour. Cependant, en raison de l'interaction antagoniste de la vitamine K1 avec les anticoagulants coumariniques, les patients prenant ces médicaments ne doivent pas augmenter significativement leur apport en vitamine K1 en changeant leur régime alimentaire ou se compléter sans avis médical (74).

**Carence :** La carence en vitamine K1 provoque des troubles de la coagulation liés à une diminution de l'activité des protéines procoagulantes et une augmentation du temps de Quick. La carence en vitamine K2 provoque dans les os la sécrétion d'espèces d'ostéocalcine insuffisamment carboxylées. Les cas de carences alimentaires, rares, peuvent mener à des troubles de l'absorption des lipides (93). A la naissance, les stocks hépatiques de vitamine K sont presque inexistantes puisque son passage transplacentaire est très faible. Le lait maternel a une faible teneur en vitamine K et le nourrisson absorbe peu de lait lors de la première semaine de vie. La coagulation mature se met en place pendant les trois premiers mois de vie d'un

nourrisson, c'est pourquoi il est nécessaire d'administrer de la vitamine K afin d'activer les cofacteurs de coagulation et stimuler leur synthèse. La maladie hémorragique du nouveau-né peut survenir dès la première semaine de vie. Cela se manifeste classiquement par des hémorragies digestives, des hématomes ou des saignements aux points de ponction mais parfois par des hémorragies profondes en l'absence de vitaminothérapie préventive (94). L'incidence de cette pathologie varie de 4,5/100 000 à 72/100 000 selon les pays et peut atteindre en cas de médication particulière de la mère ou des situations particulières : 6 à 12 % (95). En l'état actuel des connaissances, il est recommandé d'administrer par voie orale à tous les enfants nés à terme trois doses de 2 mg de vitamine K1 : une à la naissance, une entre 72 et 96 heures de vie et une à un mois de vie. Cette troisième dose n'est pas obligatoire pour les enfants non allaités. Concernant les enfants prématurés dont le poids de naissance est inférieur ou égal à 1,5kg, il est recommandé d'en administrer 0,5 mg en intraveineuse lente puis 1 mg par voie orale, ou 0,5 mg par intraveineuse lente une fois par semaine jusqu'au terme corrigé. Les enfants prématurés ayant un poids de naissance supérieur à 1,5 kg, il est recommandé d'administrer 2 mg par voie orale ou 1 mg en intraveineuse lente puis 2 mg par voie orale, ou 1 mg en intraveineuse lente une fois par semaine jusqu'au terme corrigé (94).

### 3. Les minéraux

#### 3.1. La choline

**Source alimentaire** : La table Ciqual de l'ANSES ne renseigne pas les teneurs des aliments en choline. Les principales sources alimentaires de choline sont les œufs, la viande et le poisson (30). Le soja et le chou-fleur sont également riches en choline (96). Les graines entières, les légumes, les fruits ainsi que les huiles en contiennent, environ 5 mg pour 100 g d'huile végétale (44).

**Surdosage** : Une consommation excessive de choline peut provoquer une odeur corporelle de poisson, des vomissements, une transpiration et une salivation excessive, une tension artérielle basse et des lésions hépatiques. La limite supérieure de consommation de choline quotidienne pour les adultes est de 3 500 mg (97).

**Carence** : Une carence en choline peut provoquer une stéatose hépatique « non alcoolique » puisqu'elle est l'un des composants majeurs des VLDL dont le rôle est de transporter le triacylglycérol (TAG) hors du foie. Le TAG ne peut donc plus être exporté du foie, il s'accumule donc dans les hépatocytes (44).

### 3.2. Le cuivre

**Source alimentaire :** Le cuivre se trouve principalement dans les abats, les crustacés, les mollusques et dans les oléagineux (30). Le Tableau 46 présente les teneurs des aliments d'origine végétale les plus riches en cuivre en mg pour 100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).

Aliments	Teneur en cuivre mg/100 g
Spiruline séchée ou déshydratée	6,1
Noix de cajou grillée à sec non salée	2,7
Farine de soja	2,3
Noisette grillée	1,7
Noix du Brésil	1,7

Tableau 46. Teneur en cuivre des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71)

**Surdosage :** Une dose maximale sans effet toxique observable de 10 mg par jour a été fixée pour le cuivre en l'absence de pathologie hépatique. Le niveau d'apport supérieur tolérable pour toute la population adulte a été fixé à 5 mg par jour (74).

**Carence :** Une carence en cuivre peut provoquer une anémie hypochrome, une hypercholestérolémie, des neutro- et leucopénies ainsi qu'une neuromyélopathie (98).

### 3.3. L'iode

**Source alimentaire :** L'iode se trouve principalement dans les algues, le sel de table iodé, les poissons marins, les mollusques et les crustacés (30). Le Tableau 47 présente les teneurs en iode des aliments d'origine végétale en µg pour 100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).

Aliments	Teneur en iode µg/100 g
Algues	494 400 à 5 100 selon les espèces
Sel blanc alimentaire iodé	1 860
Sel marin gris non iodé et non fluoré	<200

Tableau 47. Teneur en iode des aliments d'origine végétale en µg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71)

**Surdosage :** Les données concernant les populations européennes montrent que les apports en iode de toutes les sources chez les adultes sont peu susceptibles de dépasser le niveau d'apport supérieur tolérable. Ce seuil n'est pas un seuil de toxicité et il peut être dépassé pendant de courtes périodes sans risque pour la santé. Ce seuil ne s'applique pas aux personnes traitées avec de l'iode dans le cadre d'un traitement médical (99).

**Carence** : Une carence en iode mène à une hypothyroïdie. Un trouble de carence en iode peut être observé à tout âge, mais est surtout préoccupant durant la grossesse et pendant la petite enfance en raison du risque de lésions cérébrales pendant le développement. Une carence chronique en iode peut entraîner une hypertrophie thyroïdienne compensatoire menant à un goître. Il est d'abord diffus mais peut devenir nodulaire pouvant conduire à une hyperthyroïdie. Le goître augmente le risque de cancer thyroïdien et peut également provoquer une obstruction de la trachée et/ou de l'œsophage. Une carence en iode de la mère pendant une grossesse entraîne une carence en iode fœtale, cela s'accompagne d'un taux plus élevé de décès à la naissance, d'avortements spontanés et d'anomalies congénitales. Cette carence mène à un mauvais développement du cerveau accompagné d'un retard physique et mental pouvant provoquer une diminution des performances motrices et cognitives (100). Les symptômes d'une hypothyroïdie sont souvent non spécifiques : fatigue plus ou moins intense, difficultés de concentration et perte de mémoire, frilosité accompagnée d'une hypothermie, bradycardie, constipation, prise de poids malgré une perte d'appétit, des règles irrégulières et une diminution de la libido (101). L'OMS recommande « l'iodation universelle du sel » c'est-à-dire de privilégier l'utilisation de sel iodé au quotidien (102).

#### 3.4. Le magnésium

**Source alimentaire** : Le magnésium se trouve dans les oléagineux, le chocolat, le café, les céréales complètes, dans les mollusques et crustacés (30). Certaines eaux minérales sont également des sources non négligeables de magnésium, par exemple, l'eau Hépar<sup>®</sup> : 119 mg/L (103) et la Rozana<sup>®</sup> : 160 mg/L (104). Le Tableau 48 présente les teneurs en magnésium d'origine végétale en mg pour 100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71).

Aliments	Teneur en magnésium mg/100 g
Son de riz	781
Fleur de sel	424
Noix du Brésil	367
Graine de tournesol	364
Farine de soja	335

Tableau 48. Teneur en magnésium des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71)

**Surdosage :** La dose sans effet toxique observable a été établie sans prendre en compte le magnésium apporté par l'alimentation et les boissons, elle est de 250 mg par jour. La diarrhée induite par les sels de magnésium est complètement réversible en 1 à 2 jours et ne présente pas un risque significatif pour la santé des personnes ayant une fonction rénale normale. Les hypermagnésémies toxiques présentant des cas d'hypotension ou de faiblesse musculaire n'ont été observées qu'avec des doses orales supérieures à 2 500 mg (105).

**Carence :** La carence en magnésium peut avoir différentes causes, notamment des troubles rénaux ou gastro-intestinaux. Cette carence peut provoquer une hypocalcémie et une hypokaliémie menant à des symptômes neurologiques ou cardiaques lorsqu'elle est associée à une hypomagnésémie inférieure à 0,5 mmol/L. Le magnésium étant impliqué dans de nombreuses fonctions physiologiques et ayant de nombreuses interactions métaboliques avec d'autres minéraux, il est difficile de remarquer des symptômes spécifiques à cette carence. Les symptômes sont donc non spécifiques : tremblements musculaires, crampes musculaires, fasciculation, faiblesse musculaire ou encore syndrome des jambes sans repos (106).

### 3.5. Le molybdène

**Source alimentaire :** Le molybdène est présent à l'état de trace dans presque tous les aliments. Il est présent en grande quantité dans les légumineuses, les céréales, les abats et les noix (107). Sa teneur dans les plantes varie selon les propriétés du sol sur lequel elles poussent (108). A noter que la table Ciquel de l'ANSES ne renseigne pas les teneurs des aliments en molybdène. Compte tenu du fait qu'il n'y a pas de carence documentée chez l'homme sain (107), nous n'en développerons pas plus les sources alimentaires.

**Surdosage :** Le niveau d'apport supérieur tolérable est de l'ordre de 6 fois l'apport moyen estimé de 100 µg par jour pour les adultes (74).

**Carence** : Aucun signe clinique lié à une carence en molybdène n'a été observé chez l'homme sain (107).

### 3.6. Le phosphore

**Source alimentaire** : Le phosphore se trouve dans le lait de vache et les produits laitiers, les œufs, les oléagineux, le poisson, les abats et la viande (30). Le Tableau 49 présente les teneurs des aliments d'origine végétale en phosphore en mg pour 100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71).

Aliments	Teneur en phosphore mg/100 g
Son de riz	1680
Sésame grillé décortiqué	774
Tahin / purée de sésame	761
Noix du Brésil	658
Son d'avoine	627

Tableau 49. Teneur en phosphore des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71)

**Surdosage** : Les individus en bonne santé peuvent tolérer des apports en phosphore allant jusqu'à 3 000 mg de phosphore par jour sans effets indésirables systémiques. Cependant, chez certains individus des symptômes gastro-intestinaux légers ont été rapportés (diarrhées, nausées, vomissements) en cas d'apports supérieurs à 750 mg par jour. Les apports en phosphore (alimentaires et en suppléments) dans les pays européens sont de 1 000 à 1 500 mg par jour et peuvent aller jusqu'à 2 600 mg (74).

**Carence** : La carence en phosphore est souvent liée à des troubles métaboliques, une septicémie ou à de l'alcoolisme chronique, mais rarement due à un déficit d'apport. Les signes cliniques sont variables et peu spécifiques : anorexie, anémie, faiblesse musculaire, douleurs osseuses. Chez l'enfant, elle peut mener au rachitisme et chez l'adulte à une ostéomalacie (109).

### 3.7. Le potassium

**Source alimentaire** : Le potassium se trouve dans le chocolat, les bananes, les légumes et les produits laitiers (30). Le Tableau 50 présente les teneurs des aliments d'origine végétale riches en potassium en mg pour 100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71).

Aliments	Teneur en potassium mg/100 g
Tomate séchée	3 430
Chicorée et café (poudre soluble)	3 400
Café moulu	2 020
Noisette	860
Amande avec peau	800

Tableau 50. Teneur en potassium des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71)

**Surdosage** : Les apports alimentaires en potassium n'ont pas été associés à des effets indésirables chez les enfants et les adultes en bonne santé. L'apport alimentaire journalier moyen chez les adultes est de 3 à 4 g et ne doit pas dépasser 5 à 6 g. Des supplémentations en potassium de 5 à 7 g par jour en plus de l'apport alimentaire ont en effet causé des effets indésirables notamment cardiaques chez des patients en bonne santé. Des symptômes gastro-intestinaux ont été observés chez des sujets sains prenant des supplémentations en potassium de 0,9 à 4,7 g, l'incidence et la gravité des symptômes dépendant davantage de la formulation que de la dose. Les personnes âgées sont plus vulnérables aux effets indésirables du potassium en raison de l'altération de leur fonction rénale ou de la prise des médicaments affectant l'équilibre du potassium. Les personnes pratiquant des activités physiques intenses entraînant une déshydratation, ayant une insuffisance rénale ou prenant des traitements médicamenteux affectant l'homéostasie du potassium sont quant à elles sensibles à l'augmentation des apports en potassium (74).

**Carence** : Une carence en potassium se traduit par des troubles du rythme cardiaque, des crampes, une asthénie et une polyurie. Une hypokaliémie peut être causée par une augmentation des pertes de potassium (diarrhées, vomissements, troubles rénaux...) ou par une alcalose. L'hypokaliémie liée à un défaut d'apport alimentaire est rare et liée à un régime excessivement hypocalorique ou à de la malnutrition (110).

### 3.8. Le sélénium

**Source alimentaire** : Le sélénium est présent dans les poissons, les fruits de mer, la viande, les œufs et les oléagineux (30). Le Tableau 51 présente les teneurs des aliments d'origine végétale riches en sélénium en µg pour 100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71).

Aliments	Teneur en sélénium µg/100 g
Noix du Brésil	103
Moutarde à l'ancienne	70
Compote allégée en sucre	<50
Escalope végétale à base de soja	<50
Haricot flageolet vert cuit à l'eau	<50

Tableau 51. Teneur en sélénium des aliments d'origine végétale en µg/100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71)

**Surdosage** : La dose journalière de sélénium sans effet toxique observable est fixée à 850 µg. Le niveau d'apport supérieur tolérable est fixé à 300 µg par jour en prenant en compte l'apport alimentaire et les éventuelles suppléments (74).

**Carence** : La carence en sélénium peut conduire à une maladie de Keshan mais est également liée à une infection par le virus coxsackie. Cela a été observé en Chine, chez des personnes ayant des apports alimentaires très faibles en sélénium (15 µg par jour). La carence en sélénium est impliquée dans des désordres immunitaires divers, des affections rhumatologiques, des désordres endocriniens, notamment des hyper ou hypothyroïdies, et des affections neurologiques (111).

### 3.9. Le calcium

**Source alimentaire** : Le calcium est présent dans les produits laitiers, les légumineuses, les fruits à coque, les produits céréaliers, les légumes feuilles et les fruits de mer (30). Le Tableau 52 présente les teneurs des aliments d'origine végétale les plus riches en calcium en mg pour 100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71).

Aliments	Teneur en calcium mg/100 g
Muesli croustillant aux fruits et/ou fruits secs	340
Tahin ou purée de sésame	284
Amande grillée salée	268
Epinards cuits à l'eau	240
Farine de soja	178

Tableau 52. Teneur en calcium des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71)

L'apport en calcium peut également provenir de boissons végétales enrichies en calcium et/ou en vitamine D. Les eaux minérales peuvent aussi être une source de calcium non négligeable. La teneur en calcium (en mg/L) de certaines eaux en bouteille est présentée dans le Tableau 53.

Eau en bouteille	Teneur en calcium (mg/L)
Courmayeur® (112)	557
Hépar® (103)	549
Contrex® (113)	468
Rozana® (104)	301
Vittel® (114)	240
Quézac® (115)	165

Tableau 53. Teneur en calcium (en mg/L) des eaux en bouteille

**Surdosage** : L'hypercalcémie liée à un apport alimentaire élevé en calcium est peu probable, et est plutôt causée par une supplémentation en calcium à forte dose, principalement quand elle est accompagnée de supplémentation en vitamine D, puisque celle-ci augmente l'absorption du calcium. Les causes les plus fréquentes d'hypercalcémies sont les tumeurs malignes, l'hyperparathyroïdie et les apports non alimentaires excessifs en calcium et/ou vitamine D. Une hypercalcémie persistante provoque une fatigue, une faiblesse musculaire, une anorexie, des nausées, des vomissements, une constipation, une tachycardie, une calcification des tissus mous, un retard de croissance et une perte de poids. A noter que lorsque la capacité rénale de réabsorption est dépassée, cela provoque une hypercalciurie. C'est la raison pour laquelle une hypercalcémie chronique sévère provoque une néphrolithiase et une altération de la fonction rénale avec une diminution de la réabsorption de sel et d'eau, entraînant une déplétion volumique et sodée. La diminution de la fonction rénale liée à l'âge augmente la sensibilité des personnes âgées à un apport excessif en calcium (116).

**Carence** : En cas d'apport alimentaire insuffisant en calcium ou d'une absorption gastro-intestinale inefficace afin de répondre aux besoins physiologiques, le calcium est résorbé à partir du squelette afin de maintenir les concentrations sanguines suffisantes pour les fonctions cellulaires et tissulaires normales. Cela entraîne une réduction de la masse osseuse, entraînant une ostéopénie : densité minérale osseuse (DMO) inférieure à la normale et une ostéoporose entraînant un risque accru de fractures. Les troubles squelettiques comprennent aussi le rachitisme pour les enfants et l'ostéomalacie pour les adultes, ces deux troubles sont associés à une minéralisation osseuse non optimale et liés à une carence en vitamine D. Un faible apport en calcium est souvent accompagné d'une carence en vitamine D et les deux peuvent provoquer un rachitisme ou une ostéomalacie nutritionnels indépendamment. Un apport insuffisant de calcium entraîne un retard de croissance et une courbure des os les plus longs. Chez les personnes âgées ayant une ostéomalacie, les os ne sont

pas déformés mais leur masse osseuse est réduite provoquant alors une altération de la résistance osseuse. Il faut tout de même souligner que la densité minérale osseuse, la perte osseuse et le risque de fracture dépendent du site et de l'âge, ces risques sont influencés par différents facteurs environnementaux et génétiques, et non pas uniquement par l'apport alimentaire en calcium (116). Le risque de fracture est similaire pour les personnes consommant de la viande, du poisson ou pour les végétariens, ces populations ayant un apport en calcium satisfaisant. Chez les végétaliens, le risque de fracture semble plus élevé en conséquence d'un apport moyen en calcium plus faible. Pour les personnes consommant au minimum 525 mg de calcium par jour, il n'y a pas de différence significative entre les personnes consommant de la viande, du poisson, les végétariens et les végétaliens. Un apport adéquat en calcium est essentiel pour la santé des os, quelles que soient les préférences alimentaires (117). Une méta-analyse a été réalisée en 2005 sur le lien entre les produits laitiers, l'apport en calcium et la santé osseuse des enfants et jeunes adultes. Le but était de réévaluer le fait que les produits laitiers étaient meilleurs pour l'intégrité osseuse que d'autres sources alimentaires de calcium. Cette étude conclue que peu de preuves soutiennent les directives nutritionnelles axées spécifiquement sur l'augmentation de la consommation de produits laitiers pour favoriser la minéralisation osseuse des enfants et des jeunes adultes par rapport à d'autres aliments (118). Les sources de calcium pour les végétaliens sont différentes mais existantes. L'étude EPIC-Oxford menée auprès de 30 000 européens, dont 6700 végétariens et 800 végétaliens, rapporte une consommation chez les végétaliens de  $862 \pm 374$  mg de calcium par jour contre  $1\ 120 \pm 365$  mg pour les omnivores (70). Dans les faits, les végétaliens doivent donc être vigilants à maintenir un niveau d'apport alimentaire satisfaisant en calcium. Une méta-analyse a été réalisée en 2019 afin d'étudier l'impact des régimes végétariens et végétaliens sur la densité minérale osseuse et le risque de fracture. Par rapport aux omnivores, les végétariens et les végétaliens ont une densité minérale osseuse plus faible au niveau du col fémoral et de la colonne lombaire et les végétaliens ont un taux de fractures plus élevé. Il faut donc bien planifier son régime végétalien pour éviter des conséquences négatives sur la santé osseuse (119). Nous allons développer, pour ce minéral, le diagnostic de la carence ainsi que la supplémentation pour prévenir ou traiter cette carence.

**Le diagnostic de la carence :** L'hypocalcémie est une concentration plasmatique totale de calcium inférieure à 8,8 mg/dL, soit  $<2,20$  mmol/L, en présence d'une

concentration normale de protéines plasmatiques ou d'un calcium plasmatique ionisé d'une concentration inférieure à 4,6 mg/dL, soit <1,17 mmol/L. Le calcium ionisé est la partie active du calcium. Une hypocalcémie peut être suspectée en cas de manifestations neurologiques caractéristiques ou de troubles du rythme cardiaque. Elle est, la plupart du temps, découverte sur un bilan systématique. Un taux de protéines plasmatiques bas peut réduire la calcémie totale mais pas la concentration sanguine du calcium ionisé. Le calcium ionisé doit être estimé en se basant sur la concentration d'albumine (120).

**La supplémentation pour prévenir ou traiter la carence :** Un essai clinique datant de 2006 a été mené pendant 7 ans sur plus de 36 000 femmes ménopausées âgées de 50 à 79 ans. Certaines participantes ont reçu 1g de calcium et 400 UI de vitamine D3 par jour tandis que d'autres recevaient un placebo. Un suivi de la densité osseuse de toutes les participantes a été réalisé. Cette étude conclue que chez les femmes ménopausées en bonne santé, la supplémentation a entraîné une amélioration légère mais significative de la densité osseuse de la hanche. Cette supplémentation n'a toutefois pas réduit de manière significative les fractures de la hanche et a en revanche augmenté le risque de calculs rénaux. Les auteurs insistent en conclusion sur l'importance d'une alimentation couvrant les besoins journaliers en calcium (121).

La supplémentation en calcium est efficace pour traiter les troubles liés à une insuffisance d'apport. Elle est prescrite pour prévenir l'ostéoporose, les crampes musculaires et favoriser la croissance chez certains enfants. La supplémentation en calcium n'a pas d'effet sur le cholestérol, ni la pression artérielle. La prise de calcium en grande quantité peut provoquer des irritations gastro-intestinales, des ballonnements, des gaz ou une constipation. Chez certains patients, elle peut provoquer des calculs rénaux, il convient donc d'être vigilant chez les personnes ayant des antécédents de calculs rénaux (122). Il semble que la supplémentation en calcium augmente le risque de maladie coronarienne, cela suscite un débat quant à la pertinence d'une telle supplémentation dans la prévention de l'ostéoporose (123). En cas de supplémentation, il est recommandé de diviser la dose quotidienne en 2 à 3 prises avec les repas. Cette supplémentation, pour être efficace, doit être continue, sinon ses bénéfices disparaissent rapidement à l'arrêt, en particulier au niveau des os. Les compléments permettent de rétablir un déficit d'apport en calcium. Cependant, le meilleur moyen de prévenir les maladies liées à une carence en calcium reste

l'alimentation. Ces apports doivent être étroitement surveillés chez les enfants, les adolescents, les femmes enceintes et allaitantes ainsi que chez les personnes âgées (122). En cas de difficulté à atteindre les apports alimentaires recommandés, au comptoir, le pharmacien peut conseiller au patient végétalien de planifier un rendez-vous avec un diététicien-nutritionniste.

### 3.10. Le fer

**Source alimentaire :** Le fer héminique associé à des protéines (myoglobine ou hémoglobine) est uniquement présent dans la chair animale dont il peut constituer de 15 à 80 % selon les morceaux et les espèces. Le fer non héminique est présent dans la plupart des aliments d'origine animale ou végétale. Les principales sources végétales de fer sont les légumineuses, les noix, les céréales et les légumes à feuilles vertes. L'inclusion du fer dans un hème porphyrinique augmente sa solubilité dans l'intestin et prévient la formation de complexes insolubles avec les tannins ou les phytates qui inhibent son absorption (30). Nous allons donc développer, pour ce minéral, le diagnostic de la carence ainsi que la supplémentation pour prévenir ou traiter cette carence. Le Tableau 54 présente les teneurs des aliments d'origine végétale les plus riches en fer en mg pour 100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71).

Aliments	Teneur en fer mg/100 g
Son de riz	18,5
Son de blé	14,8
Tomate séchée	9,1
Pain grillé multicéréales	9
Olive noire	7,5

*Tableau 54. Teneur en fer des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciquel de l'ANSES (71)*

**Surdosage :** Le risque de surcharge en fer lié à un apport alimentaire excessif est négligeable avec une fonction intestinale normale (45).

**Carence :** Une carence en fer provoque une anémie ferriprive associant une carence en fer et une anémie, c'est-à-dire un faible taux d'hémoglobine. Elle se distingue des anémies provoquées par des carences en folates ou en cobalamine par une modification caractéristique de la forme et de la densité de l'hème, ainsi que par la modification de la taille des globules rouges. La carence en fer n'est pas forcément liée à un défaut d'apport. Elle peut être provoquée par des pertes de sang gastro-intestinales, une malabsorption liée à un cancer, une maladie inflammatoire de

l'intestin, ou bien des parasites. Les nourrissons et les enfants carencés en fer ont des problèmes d'attention, une mauvaise mémoire et des interactions sociales plus pauvres que les autres enfants. Il existe un lien entre l'anémie ferriprive dans la petite enfance et des performances cognitivo-comportementales de longue durée. Les populations les plus à risque de carence sont les nourrissons, les enfants et les femmes enceintes ou allaitantes puisque, pour la croissance, les besoins en fer sont plus élevés. Les femmes dont les pertes menstruelles sont abondantes ou les personnes atteintes de saignements occultes ou visibles sont également des populations à risque (45).

Les personnes ne consommant pas de viande sont plus susceptibles d'avoir des réserves en fer plus faibles que les omnivores. En effet, en l'absence de fer héminique dans les régimes sans viande et l'effet inhibiteur de certains composants présents dans les végétaux sur la biodisponibilité du fer non héminique compromet le statut normal en fer (124). Les concentrations sériques de ferritine sont nettement plus faibles chez les hommes, les femmes et les enfants ne consommant pas de viande que chez les omnivores. A juste titre, le fer est un nutriment considéré comme préoccupant pour les végétariens et végétaliens, ceci est particulièrement vrai pour les femmes pré-ménopausées (125). Le fer a une meilleure biodisponibilité quand il provient de la viande que des aliments d'origine végétale. De plus, la viande et le poisson améliorent également l'absorption du fer non héminique. C'est pourquoi, l'absorption du fer non héminique est plus faible chez les personnes ne consommant pas de viande que celles qui en consomment (126). La biodisponibilité du fer dans un régime végétarien est d'environ 10 % tandis que pour un régime occidental mixte classique il est de 18 %. Ainsi les besoins en fer sont 1,8 fois plus élevés pour les personnes ne consommant pas de viande (127). Il faut donc multiplier les références nutritionnelles par 1,8 pour les personnes suivant un régime sans viande (30).

**Le diagnostic de la carence :** La carence en fer se traduit au départ par une diminution des réserves, donc par une diminution de la ferritine. Une fois les réserves épuisées, le taux de fer sérique diminue et une augmentation compensatrice de la transferrine se met en place. Le rapport des deux (fer/transferrine), c'est-à-dire le coefficient de saturation de la transferrine, diminue en conséquence et reflète l'insuffisance du transport du fer aux cellules assurant l'érythropoïèse. Quand le fer délivré aux érythrocytes devient insuffisant pour assurer l'érythropoïèse, il y a une

diminution progressive de synthèse de l'hémoglobine. En réponse, les formes précurseurs de l'hémoglobine augmentent. L'expression membranaire des récepteurs de la transferrine augmente également afin d'optimiser le captage du fer. Le contenu en hémoglobine est alors diminué dans toutes les formes érythrocytaires, tandis que les divisions cellulaires sont maintenues. Les globules rouges produits contiennent donc de moins en moins d'hémoglobine (hypochromie) et sont de plus en plus petits (microcytose). On définit l'hypochromie par un contenu corpusculaire moyen en hémoglobine inférieur à la norme soit 31 %. La microcytose quant à elle, est définie par un volume globulaire moyen inférieur à la normale, soit  $80 \mu\text{m}^3$ . La durée de vie des globules rouges est de 120 jours, ces anomalies ne s'installent donc que progressivement en se substituant aux globules rouges normaux. Une fois tous les globules rouges normaux remplacés, s'installe alors l'anémie microcytaire et hypochrome. L'anémie est donc le stade ultime de la carence en fer (128). Pour résumer, le bilan biologique théorique d'une anémie ferriprive associe donc des marqueurs hématologiques et du métabolisme du fer. Les marqueurs hématologiques sont les suivants :

- Anémie microcytaire et hypochrome.
- Réticulocytes bas.
- Teneur en hémoglobine des réticulocytes diminuée.

Les marqueurs du métabolisme du fer sont quant à eux les suivants :

- Ferritine basse.
- Fer sérique bas.
- Transferrine ou capacité de fixation de la transferrine augmentée.
- Coefficient de saturation de la transferrine très abaissé.
- Récepteurs solubles de la transferrine augmentés (128).

Les valeurs biologiques usuelles faisant référence pour l'internat de pharmacie sont présentées en Annexe I.

L'anémie ferriprive est généralement d'installation progressive et peu symptomatique. Majoritairement bien tolérée, l'anémie ferriprive peut être évoquée en présence de ces signes cliniques évocateurs et fréquents : pâleur cutanéomuqueuse, asthénie, dyspnée et tachycardie. Réaliser un myélogramme est inutile puisqu'il n'y a pas d'atteinte des autres lignées (129).

**La supplémentation pour prévenir ou traiter la carence** : En cas d'anémie ferriprive, une supplémentation en sels de fer de 3 à 6 mois est prescrite en fonction de l'importance de la carence. Cette supplémentation est par voie orale, si possible à jeun afin de favoriser l'absorption ou à défaut pendant les repas pour améliorer la tolérance. La remontée du taux d'hémoglobine est d'autant plus rapide que l'anémie initiale était profonde (de l'ordre 3 à 4 g/dL en 3 à 4 semaines) (129).

La prise d'une supplémentation en fer doit obligatoirement être faite sous contrôle médical. Le fer s'accumule dans l'organisme et son excès peut provoquer une intoxication grave : douleurs articulaires, diabète, troubles cardiaques, cirrhose du foie. Une dose massive de fer peut provoquer un empoisonnement avec des troubles du foie et/ou des reins allant jusqu'au coma. C'est pour cela que les suppléments riches en fer doivent être tenus hors de portée des enfants. A des doses modérées (moins de 45 mg par jour) le fer peut causer des effets indésirables mineurs : douleurs abdominales, constipation, diarrhées, selles noires, nausées ou vomissements. Il est recommandé de réserver les compléments en fer aux cas de carences diagnostiquées avec surveillance médicale et de privilégier une alimentation riche en fer permettant d'éviter l'anémie (130). Il faut noter enfin que la vitamine C favorise l'absorption du fer tandis que le thé et le café l'inhibent (129).

### 3.11. Le fluor

**Source alimentaire** : La table Ciqual de l'ANSES ne renseigne pas les teneurs des aliments en fluor. Le fluor est présent dans l'eau, les boissons et les aliments reconstitués à partir d'eau contenant du fluor, le thé, les poissons et les sels fluorés. Le fluor est absorbé à 80-90 % par l'intestin. Les dentifrices et les produits d'hygiène dentaire constituent une source de fluor bien que non alimentaire (30).

**Surdosage** : Pour les enfants de plus de 8 ans et les adultes, le niveau d'apport supérieur tolérable est de 5 à 7 mg par jour. Le dépassement de ce seuil est peu probable avec une alimentation équilibrée. Cependant, certaines eaux ont une forte teneur en fluor (2 à 3 mg/L) et leur consommation prédispose à dépasser ce seuil. Pour les enfants de 1 à 3 ans et ceux de 4 à 8 ans, les niveaux d'apport supérieurs tolérables sont respectivement de 1,5 mg et 2,5 mg. L'apport excessif de fluor peut causer une fluorose dentaire, son incidence et sa gravité sont dose-dépendantes (74).

**Carence :** Aucun signe de carence en fluor n'a été identifié chez l'homme. Les caries ne sont pas liées à une carence en fluor. Les experts de l'EFSA concluent que le fluor n'est pas un nutriment essentiel (47).

### 3.12. Le chlore

**Source alimentaire :** Le chlore se trouve principalement sous forme de chlorure de sodium ajouté lors de procédé de transformation ou à des fins de conservation dans les aliments (48) tels que la charcuterie, les fromages ou les poissons fumés salés (30). La table Ciqual de l'ANSES ne renseigne pas les teneurs des aliments en chlore, compte tenu du fait que la carence en chlore liée à un défaut d'apport alimentaire est rare, cette partie ne sera donc pas développée.

**Surdosage :** Il existe un lien dose-dépendant entre l'augmentation de chlore sous forme de chlorure de sodium et une augmentation de la tension artérielle. L'effet du sodium sur la tension artérielle est lié à celui du chlorure, c'est pourquoi, l'augmentation de la tension artérielle est attribuable au sodium et au chlorure. L'apport habituel de chlorure de sodium pour la population européenne est élevé, et dépasse les quantités nécessaires au fonctionnement normal de l'organisme (74).

**Carence :** La carence en chlore liée à un défaut d'apport alimentaire est rare. Cela a déjà été observé exceptionnellement chez des nourrissons recevant du lait maternel ou un substitut déficient en chlore, ou chez des personnes recevant une nutrition liquide déficiente en chlore. Une carence en chlore peut provoquer chez les nourrissons et les enfants une léthargie, une irritabilité, une anorexie, des problèmes gastro-intestinaux et une alcalose métabolique hypokaliémique (48).

### 3.13. Le sodium

**Source alimentaire :** Le sodium est présent dans le sel de table, les condiments et sauces, dans la charcuterie et le fromage (30). Le Tableau 55 présente les teneurs des aliments d'origine végétale riches en sodium en mg pour 100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71).

Aliments	Teneur en sodium mg/100 g
Sel blanc alimentaire iodé ou non/fluoré ou non	39 100
Sauce soja	7 440
Moutarde à l'ancienne	1 960
Biscuit apéritif	1 770
Olive	1 210

Tableau 55. Teneur en sodium des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciqual de l'ANSES (71)

**Surdosage** : La surconsommation de sel est un facteur de risque d'hypertension artérielle et donc de maladies cardiovasculaires (131). La consommation de sodium supérieure à 2 grammes par jour (ce qui équivaut à 5 g de sel par jour), ainsi que l'ingestion de moins de 3,5 g de potassium par jour contribuent à l'hypertension artérielle ainsi qu'à un risque augmenté de cardiopathie et d'accident vasculaire cérébral. En général, la population consomme trop de sel : 9 à 12 g par jour, soit deux fois l'apport maximal recommandé. Consommer moins de 5 g de sel par jour chez l'adulte favorise la diminution de la tension artérielle et le risque de maladie cardiovasculaire, d'accident vasculaire cérébral et d'infarctus du myocarde (132). Le bureau régional de l'Europe de l'Organisation Mondiale de la Santé a écrit un « Plan d'action pour la prévention et la maîtrise des maladies non transmissibles dans la région européenne de l'OMS » (133), dans lequel il est indiqué que la réduction de la consommation de sel de la population est une intervention prioritaire. Il est également précisé que c'est en Asie centrale et en Europe orientale et centrale qu'il est enregistré le taux absolu le plus élevé de mortalité par maladies cardiovasculaires imputable à une consommation de sodium supérieure à 2 g par jour.

**Carence** : La carence en sodium par défaut d'apport alimentaire est rare en Europe chez les sujets en bonne santé. Le chlorure de sodium et les autres sels de sodium sont omniprésents dans l'alimentation des européens. Il existe de nombreux mécanismes physiologiques adaptatifs permettant de réduire la perte de sodium dans les urines, les fèces et la sueur en cas de faible niveau d'apport (134). Une hyponatrémie provoque des œdèmes cérébraux, des malaises, nausées, une perte de conscience et des convulsions (30).

### 3.14. Le zinc

**Source alimentaire** : Le zinc est présent dans la viande, les abats, le fromage, les légumineuses, les poissons et les fruits de mer (30). Le Tableau 56 présente les

teneurs en zinc des aliments d'origine végétale en mg pour 100 g selon la table Ciquai de l'ANSES (71).

Aliments	Teneur en zinc mg/100 g
Sésame grillé et décortiqué	10,2
Son de blé	7,49
Son de riz	6,04
Noix de cajou grillée non salée	5
Tahin ou purée de sésame	4,6

Tableau 56. Teneur en zinc des aliments d'origine végétale en mg/100 g selon la table Ciquai de l'ANSES (71)

**Surdosage** : Pour les adultes, le niveau d'apport supérieur tolérable est fixé à 25 mg de zinc par jour et la dose journalière sans effet toxique observable à 50 mg de zinc par jour. A noter que les apports moyens en zinc pour la population européenne sont inférieurs à ce niveau d'apport supérieur tolérable (74).

**Carence** : La carence en zinc ne provoque pas d'effets spécifiques sur la santé, excepté chez les nourrissons atteints d'acrodermatite entéropathique, cela étant dû au caractère essentiel du zinc dans de nombreux processus biochimiques. La carence chronique en zinc provoque un ralentissement de la croissance (135). Les besoins en zinc peuvent être jusqu'à 50 % plus élevés pour les végétariens ayant une alimentation basée sur les céréales et les légumineuses et dont le rapport molaire phytate alimentaire / zinc dépasse 15/1. Les données disponibles et les études menées à ce jour ne permettent pas de définir des algorithmes établissant les besoins alimentaires en zinc en se basant sur la présence et de la concentration d'autres nutriments et composants alimentaires (127). Ceci est également le cas pour les végétaliens. Nous allons donc développer, pour ce minéral, le diagnostic de la carence ainsi que la supplémentation pour prévenir ou traiter cette carence. Les recommandations nutritionnelles pour la population en France tiennent compte du niveau d'apport en phytates (30). L'étude EPIC-Oxford a montré une prévalence estimée d'apports inadéquats en zinc pour les végétaliens (70).

**Le diagnostic de la carence** : Dans le sang, le zinc se répartit à 80 % dans les hématies, à 10 % dans les leucocytes et les plaquettes et à 10 % dans le plasma lié à l'albumine et à l' $\alpha$ -2-macroglobuline. Le dosage du zinc peut être plasmatique, érythrocytaire ou urinaire. Voici les valeurs usuelles pour :

- Le zinc érythrocytaire : 10 – 15 mg/L.

- Le zinc plasmatique : 551 – 925 µg/L.
- Le zinc urinaire : 350 – 600 µg/24h.

Il est préférable de combiner le dosage du zinc érythrocytaire et plasmatique afin de visualiser au mieux les réserves sanguines (136).

**La supplémentation pour prévenir ou traiter la carence :** La dose maximale en supplémentation quotidienne est de 40 mg pour un adulte. Un apport en zinc peut être envisagée chez les personnes âgées (mauvaise absorption intestinale), chez les personnes végétariennes et les personnes dépendantes à l'alcool. La prise de compléments à base de zinc sur une longue période expose à une carence en cuivre et à une baisse de l'immunité (137). Il faut noter qu'il n'existe aucun protocole officiel établi par les autorités de santé afin de palier à une carence en zinc liée à une alimentation végétalienne.

## IV. Les complémentations et les suppléments disponibles en officine

A l'officine, il faut distinguer les complémentations et les suppléments disponibles sous forme de médicament ou de complément alimentaire puisqu'ils ne répondront pas à la même législation.

### 1. Les médicaments

#### 1.1. Définition

Selon l'article L5111-1 du Code de la Santé publique : « On entend par médicament à usage humain toute substance ou composition présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies humaines, ainsi que toute substance ou composition pouvant être utilisée chez l'homme ou pouvant lui être administrée, en vue d'établir un diagnostic médical ou de restaurer, corriger ou modifier ses fonctions physiologiques en exerçant une action pharmacologique, immunologique ou métabolique. Sont notamment considérés comme des médicaments les produits diététiques qui renferment dans leur composition des substances chimiques ou biologiques ne constituant pas elles-mêmes des aliments, mais dont la présence confère à ces produits, soit des propriétés spéciales recherchées en thérapeutique diététique, soit des propriétés de repas d'épreuve » (138). L'ANSM complète cette définition : « Dans le développement d'un médicament, l'ANSM intervient dès la phase des essais cliniques. Elle autorise ensuite, au niveau national, sa mise sur le marché (AMM) en fonction de l'évaluation de son bénéfice et de ses risques. L'AMM peut aussi être délivrée, pour l'ensemble du territoire de l'Union européenne, par la Commission européenne après avis de l'Agence européenne des médicaments. L'ANSM poursuit son action en assurant la surveillance de sa sécurité d'emploi. C'est elle également qui contrôle la publicité auprès du public et des professionnels de santé. Pour ces missions, l'ANSM dispose d'experts internes et externes, d'équipes d'inspecteurs, de laboratoires d'analyse, et prend des mesures de police sanitaire en cas de risque pour la santé publique » (139).

#### 1.2. Les médicaments disponibles en officine afin de prévenir ou traiter les carences des patients végétaliens

Voici une liste non exhaustive des médicaments disponibles en officine en prévention des carences pour les patients végétaliens. Nous retrouverons du Tableau

57 au Tableau 62 la dénomination commune internationale (DCI), le nom du médicament, sa forme galénique, son dosage, s'il est remboursé ou non (NR : non remboursé), s'il est listé ou non : liste I, liste II ou non listé (NL) et s'il est végétalien ou non. Nous avons trouvé ces informations sur le site du Vidal (140). Tout d'abord le Tableau 57 présente les médicaments pouvant prévenir ou traiter les carences en calcium et/ou en vitamine D chez les patients végétaliens. Comme vu précédemment, il y a deux types de vitamine D : l'ergocalciférol (D2) d'origine végétale et le cholécalciférol (D3) d'origine animale. Beaucoup de spécialités citées ci-dessous contiennent du cholécalciférol, cependant, pour leurs productions, celles-ci sont la plupart du temps conçues à base d'huile de foie de poisson ou à partir de lanoline (laine de mouton) (141). Ces procédés ne sont donc pas compatibles avec un régime végétalien. Il est possible de produire du cholécalciférol à partir de lichen boréal, procédé convenant aux végétaliens (142). Ne connaissant pas l'origine du cholécalciférol présent dans ces médicaments, nous ne pouvons pas garantir qu'ils conviennent aux patients végétaliens. Certains d'entre eux ne verront toutefois pas d'inconvénient à prendre un médicament d'origine animale, une dispensation adaptée à chacun et une discussion à ce sujet est donc nécessaire.

DCI	Médicament	Galénique	Dosage	Remboursement	Liste	Végétalien ?
<b>Calcium</b>						
Calcium carbonate	CALCIPRAT®	Comprimé à sucer ou croquer	1 000 mg	65 %	NL	Contient du lactose
			750 mg			
			500 mg			
	CACIT®	Comprimé effervescent	1 000 mg	65 %	NL	Oui
			500 mg			
	CALCIDOSE®	Poudre pour solution buvable en sachet	500 mg	65 %	NL	Oui
FIXICAL®	Comprimé à sucer ou croquer	500 mg	65 %	NL	Oui	
CALTRATE®	Comprimé pelliculé	600 mg	65 %	NL	Oui	
OROCAL®	Comprimé à sucer ou croquer	500 mg	65 %	NL	Oui	
<b>Calcium et vitamine D</b>						
Calcium carbonate et colécalciférol	CACIT VITAMINE D3®	Granulés effervescents pour solution buvable en sachet	1 g/ 880 UI	65 %	NL	Contient de la gélatine
		Comprimé à sucer ou croquer	500 mg/ 1 000 UI 500 mg/ 440 UI			?
	CALCIPRAT VITAMINE D3®	Comprimé à sucer ou croquer	1 g/ 800 UI	65 %	NL	Contient du lactose
			500 mg/ 400 UI			
	DENSICAL VITAMINE D3®	Comprimé à sucer ou croquer	500 mg/ 400 UI	65 %	NL	?
	FIXICAL VITAMINE D3®	Comprimé à sucer ou croquer	1 g/ 800 UI	65 %	NL	Contient du lactose
			500 mg/ 400 UI		NL	Contient de la gélatine
	IDEOS®	Comprimé à sucer ou croquer	500 mg/ 400 UI	65 %	NL	Contient de la gélatine
	CALCIDOSE VITAMINE D3®	Poudre pour solution buvable en sachet	500 mg/ 400 UI	65 %	NL	?
			500 mg/ 800 UI			
CALTRATE VITAMINE D3®	Comprimé pelliculé	600 mg/ 400 UI	65 %	NL	Contient de la gélatine	
OROCAL®	Comprimé à sucer ou croquer	500 mg/ 1 000 UI	65 %	NL	?	
		500 mg/ 400 UI				

			500 mg/ 200 UI			
<b>Vitamine D</b>						
Ergo calciférol	STEROXYL®	Solution buvable en ampoule	600 000 UI	65 %	2	Oui
		Solution buvable en gouttes	1 goutte = 400 UI		NL	
Cholé- calciférol	ADRIGYL®	Solution buvable en gouttes	1 goutte = 333 UI	65 %	NL	?
	KIPOS®	Capsule molle	100 000 UI	65 %	2	Contient de la gélatine
	UVEDOSE®	Solution buvable en ampoule	100 000 UI	65 %	2	?
		Capsule molle	50 000 UI			Contient de la gélatine
	ZYMAD®	Solution buvable en gouttes	1 goutte = 300 UI	65 %	NL	?
		Solution buvable en ampoule	50 000 UI			
80 000 UI						
200 000 UI						
Calcifédiol monohydrate	DEDROXYL®	Solution buvable en gouttes	1 goutte = 5 µg = 200 UI	30 %	2	?

Tableau 57. Les médicaments disponibles en officine en prévention des carences des patients végétaliens en calcium et/ou en vitamine D

Le Tableau 58 présente les médicaments pouvant prévenir ou traiter les carences en fer chez les patients végétaliens. Ceux en gélules contiennent de la gélatine dont la provenance est inconnue, dans le doute d'une origine animale, il est préférable de ne pas la conseiller aux patients végétaliens puisque des alternatives existent. La forme enfant : FERROSTRANE® est la seule spécialité qui est listée, tandis que le TARDYFERON B9® est la seule non remboursée.

DCI	Médicament	Galénique	Dosage	Remboursement	Liste	Végétalien ?
<b>Fer</b>						
Ascorbate ferreux	ASCOFER®	Gélule	33 mg	65 %	NL	Contient de la gélatine
Sulfate ferreux	TARDYFERON®	Comprimé pelliculé	50 mg 80 mg	65 %	NL	Oui
Sulfate ferreux et acide folique	TARDYFERON B9®	Comprimé pelliculé	50 mg/ 0,35 mg	NR	NL	Oui
Sulfate ferreux et acide ascorbique	TIMOFEROL®	Comprimé enrobé	50 mg/ 30 mg	65 %	NL	Oui
		Gélule				Contient de la gélatine
	FERO-GRAD VITAMINE C®	Comprimé enrobé	105 mg/ 500 mg	65 %	NL	Contient du lactose
Sodium férédétate	FERROSTRANE®	Sirap	34 mg/ 5 ml	65 %	2	Oui
Fumarate ferreux	FUMAFER®	Comprimé pelliculé	66 mg	65 %	NL	Oui

Tableau 58. Les médicaments pouvant prévenir les carences en fer chez les patients végétaliens

Le Tableau 59 présente les médicaments pouvant prévenir ou traiter les carences en vitamine B12 chez les patients végétaliens. La VITAMINE B12 GERDA® n'est pas remboursée en comprimés, de plus elle contient du lactose et n'est donc pas adaptée aux patients végétaliens ne souhaitant pas de médicament contenant des produits d'origine animale. Les deux autres formes disponibles sont des solutions buvables en ampoules mais elles peuvent aussi être utilisées en injectable par voie intramusculaire.

DCI	Médicament	Galénique	Dosage	Remboursement	Liste	Végétalien ?
<b>Vitamine B12</b>						
Cyanocobalamine	VITAMINE B12 DELAGRANGE®	Solution buvable en ampoule	1 000 µg	65 %	NL	Oui
	VITAMINE B12 GERDA®	Solution buvable en ampoule	1 000 µg	65 %	NL	Oui
		Comprimé sécable	250 µg	NR	NL	Contient du lactose

Tableau 59. Les médicaments pouvant prévenir les carences en vitamine B12 chez les patients végétaliens

Le Tableau 60 présente les médicaments pouvant prévenir ou traiter les carences en acide folique chez les patients végétaliens. Les deux spécialités sont non listées, remboursées et conviennent à un régime végétalien.

DCI	Médicament	Galénique	Dosage	Remboursement	Liste	Végétalien ?
<b>Vitamine B9</b>						
Acide folique	ACIDE FOLIQUE CCD®	Comprimé	0,4 mg	65 %	NL	Oui
			5 mg			
	SPECIAFOL DINE®	Comprimé	0,4 mg	65 %	NL	Oui
			5 mg			

Tableau 60. Les médicaments pouvant prévenir les carences en acide folique chez les patients végétaliens

Le Tableau 61 présente les médicaments pouvant prévenir ou traiter les carences en zinc chez les patients végétaliens. L'AMM de ces médicaments à base de zinc citées ci-dessous a pour indication l'acné inflammatoire de sévérité moyenne et mineure ainsi que l'acodermatite entéropathique. Elle ne concerne pas la supplémentation en zinc en cas de déficit d'apport alimentaire.

DCI	Médicament	Galénique	Dosage	Remboursement	Liste	Végétalien ?
<b>Zinc</b>						
Zinc gluconate	GRANIONS DE ZINC®	Solution buvable en ampoule	0,64 mg	65 % Mais utilisation hors AMM : NR	NL	Oui
	OLIGOSOL ZINC®	Solution buvable en ampoule	67,4 µg	NR Utilisation hors AMM	NL	Oui
	OLIGOSTIM ZINC®	Comprimé sublingual	0,22 mg	NR	NL	Contient du lactose
	EFFIZINC®	Gélule	15 mg	30 % Mais utilisation hors AMM : NR	NL	Contient de la gélatine
	RUBOZINC®	Gélule	15 mg	30 % Mais utilisation hors AMM : NR	NL	Contient de la gélatine et du lactose

Tableau 61. Les médicaments pouvant prévenir les carences en zinc chez les patients végétaliens

Enfin, le Tableau 62 présente les médicaments pouvant prévenir les carences en vitamine K1 et donc les troubles de la coagulation chez les nourrissons végétaliens. Ces deux spécialités en ampoules buvables peuvent également être administrées par voie intramusculaire ou en perfusion lente par voie intraveineuse. Au comptoir, le pharmacien devra expliquer aux parents qui doivent l'administrer par voie orale, de vérifier qu'aucune solution n'est présente dans le col de l'ampoule puis de casser l'ampoule et d'y introduire la pipette pour qu'elle plonge dans la solution. Ensuite, il faut aspirer toute la solution en tirant sur le piston afin d'obtenir la dose à délivrer puis vider la pipette directement dans la bouche de l'enfant. Il faut alors vérifier que l'enfant ne régurgite pas le médicament au moment de la prise ou dans les heures suivantes. Si tel est le cas, il faudra contacter le médecin traitant, le pédiatre ou le pharmacien.

DCI	Médicament	Galénique	Dosage	Remboursement	Liste	Végétalien ?
<b>Vitamine K1</b>						
Phytoménadione	VITAMINE K1 CHEPLAPHA RM®	Solution buvable en ampoule	2 mg	65 %	NL	Oui
			10 mg			

Tableau 62. Les médicaments pouvant prévenir les carences en vitamine K1 chez les nourrissons végétaliens

## 2. Les compléments alimentaires

### 2.1. Définition

La commercialisation des compléments alimentaires, contrairement aux médicaments, n'est pas conditionnée à une AMM. Ils doivent être déclarés à la Direction de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF) qui examine la composition et réalise des contrôles. Il existe des réglementations européennes et nationales établissant une liste des ingrédients autorisés dans ces compléments alimentaires ainsi que les complémentations journalières maximales pour les vitamines et les minéraux. Les compléments alimentaires ne peuvent revendiquer aucun effet thérapeutique puisqu'ils ne sont pas des médicaments. Leur étiquetage est donc strictement encadré et les industriels peuvent y apposer un nombre limité d'allégations de santé (143). La liste des ingrédients autorisés se trouve dans le décret n°2006-352 du 20 mars 2006 (54) et la liste des allégations nutritionnelles et de santé autorisées se trouve quant à elle dans le Règlement CE n°1924/2006 du Parlement européen (144). L'ANSES, depuis 2009, a instauré un dispositif de nutrivigilance permettant de surveiller les effets indésirables liés à la consommation de compléments alimentaires ou d'aliments enrichis. Ces effets indésirables sont rapportés par des professionnels de santé. Grâce à cela, l'ANSES réalise des expertises et émet des recommandations, mais fixe aussi des teneurs limites d'ingrédients dans les compléments alimentaires (143). Les effets indésirables liés aux compléments alimentaires peuvent revêtir un caractère de gravité important et avoir des effets délétères sur la santé (145). L'Institut National du Cancer (INCa) rapporte que la prise de compléments alimentaires en bêta-carotène, à forte dose (> 20 mg/j) constitue un facteur de risque de cancer du poumon, en particulier chez les fumeurs et les ex-fumeurs. Cette consommation à forte dose augmente l'action cancérigène du tabac et favorise la production de radicaux libres (146). L'INCa rappelle qu'il est préférable d'avoir une alimentation équilibrée et variée sans recourir aux compléments alimentaires (147).

## 2.2. Les compléments alimentaires disponibles en officine en prévention des carences des patients végétaliens

Tout, d'abord, il paraît important de souligner le fait qu'un nombre croissant de personnes en bonne santé prennent des compléments alimentaires mais qu'il n'existe pas de preuve du fait qu'elles protègent des maladies non transmissibles (maladies cardiovasculaires, cancer ou diabète de type 2) (148). De plus, les consommateurs de compléments alimentaires n'ont majoritairement pas de signe clinique ou de symptômes de carence. Cela est pourtant devenu une pratique courante de se compléter. La complémentation est positivement corrélée au statut éducatif et socio-économique, mais aussi à un mode de vie sain tel que le fait de ne pas être fumeur ou consommateur régulier d'alcool et d'être physiquement actif. Dans ces cas-là, l'alimentation répond la plupart du temps aux niveaux d'apport recommandés (148). En France, l'ANSES en juin 2017, dans son étude individuelle nationale des consommations alimentaires (INCA) 3, montre que 14 % des 3 – 17 ans et 22 % des adultes (18 – 79 ans) ont consommé des compléments alimentaires dans les 12 derniers mois. Le taux de consommateurs de compléments alimentaires augmente avec le niveau d'étude et la catégorie socio-professionnelle de l'individu ou de son représentant. Ces compléments alimentaires sont principalement achetés en pharmacie : 78 % pour les enfants et 45 % pour les adultes. L'achat sur internet s'étant fortement développé chez les adultes, passant de 1 à 11 % depuis l'INCA 2 (2006 – 2007) (149). Le ministère de la santé et de la prévention rappelle qu'il existe des risques liés à l'achat de compléments alimentaires sur internet, leur authenticité, leur composition et leur qualité ne pouvant pas être garanties (150). Les végétaliens ne dérogent certainement pas à cette consommation de compléments alimentaires, il faut donc être vigilant et ne pas pousser à la surconsommation ou à une complémentation inutile. Il est donc du devoir du pharmacien de rappeler aux patients au comptoir qu'un apport en compléments alimentaires n'est pas miraculeux et n'est pas toujours utile.

Voici une liste non exhaustive des compléments alimentaires disponibles en officine en prévention des carences pour les patients végétaliens. Les compléments alimentaires contenant des complexes vitaminiques ne seront pas abordés. Seuls les compléments alimentaires des laboratoires référencés dans une majorité des pharmacies seront présentés (Pileje®, NHCO®, Dielen®, Granions®, Alvityl®, Cooper®,

UPSA<sup>®</sup>, Herbesan<sup>®</sup>, Pediakid<sup>®</sup>, Oligosol<sup>®</sup>, Arkopharma<sup>®</sup> et Nutergia<sup>®</sup>) au contraire des laboratoires qui proposent leurs gammes également en grandes et moyennes surfaces. Nous retrouverons du Tableau 63 au Tableau 70, les noms des compléments alimentaires, leurs formes galéniques, leurs dosages et s'ils sont végétaliens ou non. Nous avons trouvé ces informations sur le Vidal (140), les sites des laboratoires concernés ou sur des documents fournis par les laboratoires aux équipes officinales. Tout d'abord, le Tableau 63 présente les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en vitamine C chez les patients végétaliens.

Complément alimentaire	Laboratoire	Galénique	Dosage	Végétalien ?
Vitamine C				
C BIANE Acérola (151)	PileJe <sup>®</sup>	Comprimé à croquer	120 mg	Oui
Vitamine C Liposomale (152)	Granions <sup>®</sup>	Comprimé	500 mg	Oui
Acérola 1000 vitamine C (153)	Alvityl <sup>®</sup>	Comprimé à croquer	180 mg	Oui
VITASCORBOL Acérola 1000 (154)	Cooper <sup>®</sup>	Comprimé à croquer	180 mg	Oui
Vitamine C (155)	UPSA <sup>®</sup>	Sachet-dose, comprimés à croquer et effervescents	500 mg ou 1 000 mg	Oui
Acérola Premium (156)	Herbesan <sup>®</sup>	Comprimé à croquer	125 mg (¼ de comprimé)	Contient du lactose
Gommes vitamine C (157)	Vitascorbol <sup>®</sup>	Gommes	125 mg	Contient de la gélatine porcine
Gommes vitamine C (158)	Pediakid <sup>®</sup>	Gommes	80 mg	Oui
Azinc acérola 1000 BIO (159)	Arkopharma <sup>®</sup>	Comprimés à croquer	170 mg	Oui
ArkoVital acérola 1000 (160)	Arkopharma <sup>®</sup>	Comprimés à croquer	170 mg	Oui
Acerol C (161)	Nutergia <sup>®</sup>	Comprimés	120 mg	Oui

Tableau 63. Les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en vitamine C chez les patients végétaliens

La complémentation en vitamine C ne montre qu'un effet modeste pour réduire la durée d'un rhume, et ceci surtout chez les enfants ainsi que chez les personnes ne consommant que peu de fruits et légumes. La vitamine C n'a pas non plus fait ses preuves sur la réduction des maladies cardiovasculaires ou du cancer. Aucun effet sur le système immunitaire n'a également été mis en évidence (162). Le risque de carence en vitamine C est minime dans le cadre d'une alimentation équilibrée, riche en fruits et légumes, végétalienne ou non. La complémentation n'est donc pas nécessaire.

Dans le Tableau 64 sont présentés les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en vitamine D chez les patients végétaliens. Comme abordé précédemment, si le complément comporte du cholécalférol il est difficile de savoir s'il est d'origine animale ou non.

Complément alimentaire	Laboratoire	Galénique	Dosage	Végétalien ?
Vitamine D				
D3 Biane Spray (163)	PileJe®	Spray sublingual	1 pulvérisation = 1 000 UI	Oui Vitamine D d'origine de lichen
D3 Biane Capsule (163)		Capsule	1 000 UI	Contient de l'huile de poissons
D3 Biane Gouttes (163)		Solution buvable en gouttes	10 gouttes = 2 000 UI	?
Dielen D3+ (164)	Dielen®	Capsule	2 000 UI	Contient de l'huile et de la gélatine de poisson
Vitamine D3 (165)	Granions®	Gélule	400 UI	Oui Vitamine D d'origine de lichen
Alvityl D3 Spray (166)	Alvityl®	Spray sublingual	1 pulvérisation = 400 UI	?
Alvityl D3 Capsule (166)		Capsule	1 000 UI	?
Alvityl D3 Gouttes (166)		Solution buvable en gouttes	1 goutte = 400 UI	?
UPSA Vitamine D3 (167)	UPSA®	Comprimés	1 000 UI	Non Vitamine D issue de lanoline
Pediakid Vitamine D3 (168)	Pediakid®	Solution buvable en gouttes	1 goutte = 200 UI	?
Pediakid Gommages Vitamine D3 (169)		Gommages	2 gommages = 200 UI	?
Vitamine D3 végétale (170)	Arkopharma®	Solution buvable en gouttes	1 goutte = 400 UI	Oui Vitamine D d'origine de lichen
Vitamine D3 végétale (171)		Gélule	2 000 UI	Oui Vitamine D d'origine de lichen et gélule dérivée de cellulose
Ergy D (172)	Nutergia®	Solution buvable en gouttes	1 goutte = 200 UI	Non Vitamine D issue de lanoline
Ergy D plus (173)			1 goutte = 800 UI	

Tableau 64. Les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en vitamine D chez les patients végétaliens

La complémentation et la supplémentation en vitamine D ne sont pas anodines comme l'ANSES le rappelle et alerte, de nouveau, en mars 2023 à propos de la

supplémentation des nourrissons : l'apport doit se faire uniquement sur prescription d'un professionnel de santé. Trois nouveaux cas de surdosage en vitamine D survenus en 2022 ont été rapportés chez des nourrissons : des hypercalcémies sévères ont ainsi été signalées. L'ANSES rappelle que l'excès de vitamine D peut entraîner des conséquences graves sur la santé des nourrissons et peut engager leur pronostic vital. Elle rappelle également qu'un excès de vitamine D est aussi dangereux qu'un manque de supplémentation (174). L'ANSES avait déjà alerté à ce sujet en 2021 et demandait déjà aux professionnels de santé et aux parents d'être vigilants. L'ANSES préconise donc de privilégier la prise de médicaments à celle de compléments alimentaires et de bien contrôler les doses données aux nourrissons. Elle préconise également de ne pas multiplier les produits contenant de la vitamine D afin de ne pas altérer ou perturber la fonction rénale (175). Bien que les compléments alimentaires puissent être d'origine végétale contrairement aux médicaments, il est du devoir du pharmacien d'expliquer aux parents végétaliens qu'il est malgré tout préférable pour la santé de leurs nourrissons de prendre des médicaments à base de vitamine D. Il est également important de rappeler qu'afin d'assurer un apport en vitamine D suffisant pour les adultes, il faut s'exposer au soleil 15 à 20 minutes par jour en fin de matinée ou dans l'après-midi. La consommation d'aliments riches en vitamine D ne contribue qu'à hauteur de 15 à 30 % des besoins. L'intérêt de la complémentation préventive pour limiter les maladies chroniques telles que les maladies cardiovasculaires, le diabète, le déclin cognitif lié à l'âge, les pathologies infectieuses et les cancers n'a pas montré d'effets bénéfiques comparée à un placebo. Elle ne diminue pas non plus le risque de fracture chez les adultes et les sujets âgés non à risque (176). L'efficacité de la complémentation en vitamine D dans la stimulation du système immunitaire n'a également jamais été démontrée (177). La complémentation ou la supplémentation ne sont donc pas nécessaires pour les adultes sains. La supplémentation reste cependant nécessaire chez les femmes enceintes, les enfants et les personnes âgées. Il a récemment été démontré que la supplémentation en vitamine D3 n'entraînait pas de réduction significative du risque de fractures comparé à un placebo chez les adultes et les personnes âgées en bonne santé et n'ayant pas de carence en vitamine D, une faible masse osseuse ou de l'ostéoporose (178). Les recommandations actuelles préconisent un apport de 100 000 UI de vitamine au début du 3<sup>ème</sup> trimestre de grossesse (78). Une étude disponible dans la *Cochrane Library* préconise plutôt un apport quotidien oral de 1 200 UI par jour ou de 50 000 UI par mois dès le début de la

grossesse sans dose de charge au début du 7<sup>ème</sup> mois. Cela permettrait de diminuer le risque de prééclampsie, de diabète gestationnel et d'hypotrophie fœtale (179). Il est également actuellement recommandé de supplémenter quotidiennement en vitamine D les enfants sains de la naissance à 18 ans afin de prévenir le rachitisme et d'assurer une croissance osseuse optimale. Il est donc préconisé une dose minimale de 400 UI sans jamais dépasser 800 UI journalières. Ces doses doivent être doublées pour les enfants de 2 à 18 ans présentant un apport alimentaire limité (enfants végétaliens) ou une biodisponibilité diminuée (enfants obèses) (176).

Comme vu précédemment, la supplémentation en vitamine B12 est indispensable pour les végétaliens. Le Tableau 65 présente les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en vitamine B12 chez les patients végétaliens. Il existe des compléments alimentaires contenant de la vitamine B12 combinée à d'autres vitamines mais seule, elle n'est présente que dans une spécialité.

Complément alimentaire	Laboratoire	Galénique	Dosage	Végétalien ?
Vitamine B12				
Unibiane Vitamine B12 (180)	PileJe®	Spray	1 pulvérisation= 125 µg	Oui

Tableau 65. Les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en vitamine B12 chez les patients végétaliens

Le Tableau 66 présente les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en iode chez les patients végétaliens.

Complément alimentaire	Laboratoire	Galénique	Dosage	Végétalien ?
Iode				
Unibiane Iode (181)	PileJe®	Comprimés	150 µg	Oui
Granions d'Iode (182)	Granions®	Solution buvable en ampoule	150 µg	Oui

Tableau 66. Les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en iode chez les patients végétaliens

Une alimentation équilibrée avec du sel de table iodé apporte suffisamment d'iode, une prise de compléments alimentaires est rarement nécessaire et justifiée. Si cela est le cas, elle doit se faire sous contrôle médical (183).

Le Tableau 67 présente les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en magnésium chez les patients végétaliens.

Complément alimentaire	Laboratoire	Galénique	Dosage	Végétalien ?
Magnésium				
Formag magnésium marin (184)	PileJe®	Comprimé	150 mg	Oui
Magnésium bisglycinate (185)	NHCO®	Gélule	125 mg	Oui
Granions de Magnésium (186)	Granions®	Solution buvable en ampoule	3,2 mg	Oui
Magnésium 360 mg (187)		Comprimé	360 mg	Oui
Alvityl Magnésium (188)	Alvityl®	Comprimé	300 mg	Oui
Mag 2 (189)	Cooper®	Comprimé	100 mg	Oui
Mag 2 (190)		Ampoule	122 mg	Oui
ArkoMag (191)	Arkopharma®	Gélule	150 mg	Contient de la gélatine
Oligomax Magnésium (192)	Nutergia®	Solution buvable	56 mg/5 ml	Oui

Tableau 67. Les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en magnésium chez les patients végétaliens

Il faut souligner que la complémentation en magnésium n'a pas prouvé son efficacité dans la prévention et le traitement des maladies cardiovasculaires notamment de l'hypertension. L'exercice physique peut réduire les réserves en magnésium et conduire à une baisse de performances, cependant les études sur l'intérêt d'une complémentation se contredisent. Son efficacité n'a pas été démontrée dans la prévention de l'ostéoporose, dans le traitement du stress, de l'anxiété et des migraines. La complémentation en magnésium pourrait soulager les symptômes prémenstruels en relaxant les muscles du col et de l'utérus. Une alimentation équilibrée suffit à couvrir les besoins de l'organisme (193).

Le Tableau 68 présente les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en zinc chez les patients végétaliens.

Complément alimentaire	Laboratoire	Galénique	Dosage	Végétalien ?
Zinc				
Forzinc (135)	PileJe®	Comprimé	15 mg	Oui
Zinc bisglycinate (194)	NHCO®	Gélule	15 mg	Oui
Oligomax Zinc (195)	Nutergia®	Solution buvable	5 mg/5 ml	Oui

Tableau 68. Les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en zinc chez les patients végétaliens

Le zinc a un effet stimulant sur l'immunité uniquement chez les personnes carencées et ses effets sur le rhume n'ont été démontrés seulement que dans la moitié des études à ce sujet (137). Afin de diminuer l'impact des phytates alimentaires sur l'absorption du zinc, le pharmacien peut conseiller aux patients végétaliens de faire tremper plusieurs heures les légumes secs et les céréales avant de les cuisiner (46). Les aliments complets contiennent davantage de zinc et le pain au levain augmente la biodisponibilité du zinc (196).

Le Tableau 69 présente les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en calcium chez les patients végétaliens.

Complément alimentaire	Laboratoire	Galénique	Dosage	Végétalien ?
Calcium				
Calcium bisglycinate (197)	NHCO®	Gélule	125 mg	Oui

Tableau 69. Les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en calcium chez les patients végétaliens

En cas de demande de complémentation d'un patient végétalien au comptoir, le pharmacien devra rappeler à ce dernier qu'il est préférable d'avoir un apport satisfaisant en calcium plutôt que de se complémenter (122). Il pourra rappeler toutes sources alimentaires possibles au patient, citées précédemment dans ce document. En cas de réelle difficulté il peut également conseiller de prendre un rendez-vous avec un diététicien-nutritionniste.

Enfin, le Tableau 70 présente les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en fer chez les patients végétaliens.

Complément alimentaire	Laboratoire	Galénique	Dosage	Végétalien ?
Fer				
Oligobiane FeCu (198)	Pileje®	Gélule	14 mg + 500 µg de cuivre	Oui
Fer bisglycinate (199)	NHCO®	Gélule	7 mg	Oui
Granions de Fer (200)	Granions®	Solution buvable en ampoule	14 mg	Oui
Fer bisglycinate (201)		Gélule		
Oligomax Fer (202)	Nutergia®	Solution buvable	10,5 mg/5 ml + 0,2 mg/5 ml de cuivre	Oui

Tableau 70. Les compléments alimentaires pouvant prévenir les carences en fer chez les patients végétaliens

En cas de demande de complémentation en fer d'un patient végétalien au comptoir, le pharmacien devra inciter ce dernier à avoir un apport alimentaire satisfaisant plutôt que d'avoir recours à une complémentation. En effet, la prise d'une complémentation en fer doit être faite sous contrôle médical en raison de la potentielle accumulation du fer dans l'organisme pouvant causer des effets indésirables graves (130).

## V. Le végétalisme à tous les stades de la vie : conseil en officine

### 1. Les nourrissons (0-1 an) et les jeunes enfants (1 – 3 ans)

Les nourrissons naissent immatures, la période de la petite enfance est donc une phase de développement intense au niveau neurologique, gastro-intestinal, cognitif et oral. L'enfant régule généralement bien sa prise alimentaire à l'échelle d'un repas ou d'une journée, aussi bien à la période de l'alimentation lactée exclusive que pendant la diversification. Il faut encourager les parents à respecter l'appétit de leur enfant. Pendant l'allaitement, la surveillance de la croissance staturopondérale est indispensable afin de s'assurer que les quantités ingérées soient adéquates aux besoins du nourrisson et les ajuster si besoin (16).

Selon l'OMS, l'allaitement maternel est l'un des moyens les plus efficaces de préserver la santé de l'enfant et le lait maternel est l'aliment idéal pour les nourrissons. Le lait maternel apporte toute l'énergie et les nutriments dont le nourrisson a besoin les six premiers mois de sa vie, la moitié des besoins les 6 mois suivants et un tiers des besoins pendant la deuxième année de vie (203). C'est pourquoi l'OMS recommande : un allaitement précoce dans l'heure qui suit la naissance, un allaitement exclusif les 6 premiers mois de vie puis l'introduction d'aliments solides en parallèle d'un allaitement jusqu'à l'âge de 2 ans et plus (204). La composition nutritionnelle du lait maternel peut être modifiée par des apports nutritionnels insuffisants, cela peut être le cas des mères végétaliennes (16). Les préparations infantiles regroupent les préparations pour nourrissons (laits 1<sup>er</sup> âge), les préparations de suite (laits 2<sup>ème</sup> âge) et les laits de croissance (après 12 mois). Les préparations pour nourrissons et les préparations de suite sont définies dans le règlement (UE) n°609/2013 comme étant respectivement « une denrée alimentaire destinée à être utilisée par des nourrissons pendant les premiers mois de leur vie et qui répond elle seule aux besoins nutritionnels de ces nourrissons jusqu'à l'introduction d'une alimentation complémentaire appropriée » et « une denrée alimentaire destinée à être utilisée par des nourrissons lorsqu'une alimentation complémentaire appropriée est introduite et qui constitue le principal élément liquide d'une alimentation progressivement diversifiée de ces nourrissons ». Les règlements délégués (UE) 2016/127 et 2016/128 imposent aux préparations pour nourrissons et aux préparations de suite des compositions nutritionnelles particulières. Des teneurs minimales et maximales en protéines, lipides, certaines vitamines et minéraux sont donc imposées. L'EPA, la taurine, les fructo-

oligosaccharides et les galacto-oligosaccharides ne sont pas obligatoires mais soumis à une teneur maximale. Il est possible d'ajouter des ingrédients non cités dans les règlements si l'adéquation aux besoins des nourrissons a été démontrée et, est vérifiable par les autorités nationales compétentes (205). Les laits de croissance destinés aux enfants d'un an ou plus sont quant à eux régis par l'arrêté du 30 mars 1978 (206). L'ANSES rappelle que les boissons courantes d'origine végétale ou animale ne conviennent pas aux nourrissons de moins d'un an et qu'elles ne peuvent pas se substituer au lait maternel ou aux préparations infantiles 1<sup>er</sup> ou 2<sup>ème</sup> âge et que cette pratique peut être à l'origine d'accidents graves. L'ANSES rappelle également que le lait maternel est l'aliment le plus adapté aux besoins d'un nourrisson et qu'en absence d'allaitement ou en complément de celui-ci seules les préparations pour nourrissons, les préparations de suite ou les laits de croissance sont adaptées pour répondre aux besoins nutritionnels des enfants de moins de 3 ans (207). Il existe des préparations infantiles qui conviennent aux nourrissons végétaliens et qui respectent les directives européennes citées précédemment. Certaines de ces préparations sont à base de protéines de soja, certaines études ont montré que ces dernières contiennent des quantités élevées de phyto-œstrogènes. Chez l'enfant, leurs effets potentiels sont inconnus, malgré le fait que ces préparations soient utilisées depuis plus de 30 ans sans anomalies sur le développement endocrinien rapportées. Il est plus prudent de réduire et si possible d'éliminer ces phyto-œstrogènes des préparations infantiles à base de protéines de soja (208). Plusieurs marques proposent des gammes infantiles à base de protéines de riz (Tableau 71).

Marque	1 <sup>er</sup> âge	2 <sup>ème</sup> âge	Lait de croissance	Notes
La Mandorle (209) Bébé M	Oui	Oui	Oui	Protéines de riz Vitamine D et DHA issus du règne végétal
Prémibio (210) Prémiriz	Oui	Oui	Oui	Protéines de riz Vitamine D et DHA issus du règne végétal
Modilac Riz (211)	Oui	Oui	Oui	Protéines de riz Pas de précision sur l'origine de la vitamine D
Modilac Croissance Végétal (212)	/	/	Oui	Protéines de riz Formule végétalienne
Novalac Riz Novalac Riz AR	Formules uniques : 0-36 mois			Protéines de riz Vitamine D et DHA issus du règne végétal

Tableau 71. Préparations infantiles à base de protéines de riz

La diversification alimentaire est l'introduction d'aliments notamment solides autres que le lait maternel ou les préparations infantiles. Cette diversification se fait en deux étapes : la découverte d'une alimentation diversifiée à la cuillère ou à la main, puis le passage aux aliments de la table familiale où l'enfant consomme la même nourriture que les autres membres de la famille, toujours adaptée si besoin. Ces étapes se font progressivement tout en répondant aux besoins de l'enfant. La diversification alimentaire doit commencer entre les 4 et les 6 mois du nourrisson. Le lait maternel ou les préparations infantiles restent la base de l'alimentation de l'enfant puis les quantités diminuent progressivement entre 1 et 3 ans au profit d'aliments solides (16). Les enfants de 4-6 mois à 1 an doivent consommer 500 mL de lait maternel ou de préparations infantiles par jour en moyenne, et au moins 300 mL par jour pour les enfants de 1 à 3 ans selon les recommandations de la Société Française de Pédiatrie (213).

Les aliments pour nourrissons et jeunes enfants sont soumis à la directive 2006/125/CE qui impose des teneurs minimales et maximales en protéines, lipides, et nombreuses vitamines et minéraux. Une limite maximale en pesticides et résidus de pesticides est également imposée (205). Une liste restreinte d'additifs autorisés est définie par l'arrêté du 2 octobre 1997 (214). L'ANSES recommande : l'introduction des textures non lisses entre 8 et 10 mois, d'allouer de l'importance au contexte du repas, quel que soit l'âge de l'enfant de respecter ses signaux de faim et de rassasiement. L'ANSES recommande également de ne pas introduire trop rapidement les aliments riches en sucres et de limiter leur consommation afin de créer des habitudes alimentaires saines. La réglementation ne soumet pas les fabricants à une teneur

maximale en sucre. Par conséquent, l'ANSES recommande aux parents d'être vigilants sur cette teneur dans les aliments qu'ils proposent à leurs enfants. L'ANSES déconseille en outre de proposer des produits à base de soja aux enfants de moins de 3 ans (16). Voici dans le Tableau 72 un récapitulatif des aliments à donner à un enfant végétalien selon les recommandations de l'Association Végétarienne de France (215) et de la *Vegan Society* (216).

	6 – 9 mois	9 – 12 mois	12 – 18 mois	18 mois et plus
<b>Lait maternel ou préparations infantiles</b>	Aliment principal : doit être proposé avant les repas solides		Place importante jusqu'à 3 ans : à proposer selon les besoins de l'enfant	
<b>Eau</b>	Hydratation vient majoritairement du lait	Seule boisson indispensable : en proposer à table et régulièrement entre les repas Eviter les boissons sucrées, sodas et jus de fruits		
<b>Fruits et légumes</b>	Les moins fibreux : cuits ou très mûrs si crus	Elargir le choix	Tous les fruits et légumes Bien épilucher ceux avec une peau épaisse difficile à mâcher ou à digérer	
<b>Céréales</b>	4 – 6 mois possibilité d'introduire les céréales contenant du gluten Toujours mélangés avec des légumes : ¼ féculents mixés et ¾ légumes mixés en purée lisse Féculents complets : à proposer selon la façon dont l'enfant les digère			Priorité aux céréales blanches jusqu'à 3 ans mais possibilité de donner des céréales semi-complètes de temps en temps
<b>Légumineuses</b>	Légumineuses dépelliculées bien cuits et mixés en purée lisse ou sous forme de farine			Priorité aux légumineuses dépelliculées jusqu'à 3 ans mais possibilité d'élargir le choix
<b>Matières grasses</b>	Sous forme d'huiles riches en oméga 3 : 1 cuillère à café à ajouter au repas			
<b>Noix et graines</b>	Sous forme de purées ou ajoutées aux plats mixés	Sous forme de purée jusqu'à ce que l'enfant puisse les mâcher seul		
<b>Textures</b>	Mixé plutôt lisse	Haché fin	L'enfant peut manger la même chose que le reste de la famille	

Tableau 72. Alimentation de l'enfant de 6 à 18 mois et plus

Pour un nourrisson ou un jeune enfant, un régime végétalien doit être accompagné d'une surveillance de la croissance staturopondérale et des symptômes de carence, une surveillance biologique de la vitamine B12 et de la vitamine D, du fer, de l'iode et du zinc sanguins (217). Une supplémentation en vitamine B12 est indispensable (86).

Le pharmacien d'officine joue un rôle primordial dans les premières années de vie d'un enfant. Il peut accompagner les parents végétaliens qui le souhaitent afin de

mener une alimentation adéquate pour leurs enfants. Dès la grossesse, le pharmacien peut expliquer à la femme enceinte, que le lait maternel est l'aliment idéal pour son futur enfant. Si une future mère ne souhaite pas allaiter, le pharmacien peut l'aider à choisir une préparation infantile végétale qui conviendra à son enfant. Evidemment cela doit se faire sans jugement, en ayant une posture éducative et non en lui imposant sa propre vision de l'alimentation. Au comptoir, les pharmaciens font souvent face à des ordonnances de sortie de maternité, cela peut être le moment de commencer un dialogue avec les parents qui le souhaitent. Sur ces ordonnances, la supplémentation en vitamine D et en vitamine K sont prescrites, le pharmacien pourra expliquer l'importance de ces dernières en expliquant les moments de prise. Dans certains cas, des tire-laits en locations sont prescrits. Les pharmaciens peuvent alors saisir cette occasion pour accompagner les couples qui le souhaitent afin que l'allaitement se déroule le mieux possible. Si la mère ne souhaite pas allaiter, les parents seront amenés à acheter des préparations infantiles. Le pharmacien pourra de nouveau accompagner les parents afin de trouver une préparation infantile végétale adéquate aux besoins de leur enfant. Lors de la diversification alimentaire, les parents pourront avoir des questions, le pharmacien pourra y répondre et, une nouvelle fois, accompagner ceux qui le souhaitent. En tant que professionnel de santé, il est toutefois important de connaître ses limites et de savoir réorienter au comptoir les patients que l'on ne peut et ne sait pas accompagner comme il conviendrait. Dans ce cas, le pharmacien peut proposer une consultation avec un diététicien-nutritionniste, un pédiatre ou un médecin nutritionniste.

## 2. Les enfants et les adolescents

Les enfants et les adolescents peuvent partager les mêmes plats que les adultes de la famille, si ceux-ci sont inscrits dans le cadre d'une alimentation diversifiée et équilibrée. Les habitudes alimentaires acquises durant l'enfance seront conservées tout au long de la vie et peuvent faciliter le suivi des recommandations alimentaires à l'âge adulte. Les besoins énergétiques des enfants étant plus faibles que ceux des adultes, les quantités servies à table doivent donc être adaptées, à l'exception des produits sources de fer et de calcium. Chez les adolescents, la taille des portions servies peut être augmentée si besoin. L'ANSES rappelle que les prises alimentaires en dehors des 3 repas principaux bien équilibrés, ne sont pas nécessaires sauf si elles répondent à un réel signal de faim. Il faut être particulièrement vigilant à la couverture

des besoins en calcium et en fer chez l'enfant et l'adolescent. Les boissons végétales à base de lait d'amande, de lait de coco, etc., ne sont pas des sources importantes de calcium si ces derniers n'ont pas été enrichis (17). Un régime végétalien chez l'enfant doit être accompagné d'une surveillance des apports énergétiques et protéiques, d'une évaluation des apports en calcium, et si nécessaire, il est possible de consommer de l'eau minérale ou des aliments enrichis. Il convient également d'évaluer les apports en iode, vérifier l'adéquation de la supplémentation en vitamine B12 ainsi que qu'être vigilant au statut en fer et en vitamine D. Chez l'adolescent, il faut s'assurer de l'absence de troubles du comportement alimentaire comme motivation pour suivre un régime végétalien, et surveiller les apports en vitamine D, B12, fer et calcium (217). Le pharmacien peut accompagner les parents qui souhaitent que leur enfant suive un régime végétalien et répondre à leurs interrogations. La croissance staturopondérale et la bonne adéquation des apports alimentaires doivent être suivies par des professionnels de l'alimentation. Concernant les adolescents, le pharmacien peut également accompagner ceux qui se questionnent au sujet du végétalisme. Cependant, il est préférable pour cette population d'être accompagné par un diététicien-nutritionniste ou un médecin afin d'éviter les carences, surtout si le reste de la famille n'est pas végétalienne.

### 3. Les femmes enceintes et allaitantes

Certaines carences en micronutriments peuvent entraîner des risques d'anomalies congénitales du fœtus ou des complications obstétriques (218). Même si, les coefficients d'absorption du fer (219) et du zinc augmentent avec la grossesse et l'allaitement (220), l'EFSA rapporte une augmentation des besoins nutritionnels en vitamines A, B2, B5, B6, B8, B9, B12, C, choline, cuivre, iode, sélénium et zinc pour les femmes enceintes et allaitantes (74). Concernant l'augmentation du besoin en iode pendant la grossesse et l'allaitement, il peut ne pas être couvert dans les régions où la déficience en iode est légère à modérée, comme c'est le cas en France. Dans ce cas en effet, les apports moyens en iode correspondent à moins de 50 % de l'apport satisfaisant recommandé pendant la grossesse (221). L'EFSA recommande également d'augmenter la consommation d'eau de 2 L pour la population adulte à 2,3 L pour les femmes enceintes et à 2,7 L pour les femmes allaitantes (222). Lorsqu'une grossesse est envisagée, une consultation pré-conceptionnelle devrait avoir lieu afin de sensibiliser, le plus tôt possible, aux changements de comportements à mettre en

œuvre pendant la grossesse. Cela permet de changer certains comportements à risque, de prévenir les risques infectieux ou de troubles métaboliques. La supplémentation de 400 µg d'acide folique est préconisée dès le moment où la femme exprime un souhait de grossesse (223). L'éviction des aliments à risques microbiologiques est également recommandée pendant la grossesse afin de maintenir la santé fœtale. Les principales maladies ou complications étant la listériose, la toxoplasmose congénitale, l'hépatite fulminante liée à l'hépatite E et la trichinellose (19). Les femmes végétaliennes ne sont pas visées par les recommandations concernant la listériose et la trichinellose puisqu'elles ne consomment pas de chair animale ou de fromage.

La prise de poids moyenne lors d'une grossesse est d'environ 13 kg avec pour 10 % des femmes une prise de poids de plus de 20 kg (224). Les prises de poids recommandées pendant la grossesse selon l'indice de masse corporelle (IMC) par l'*Institute of Medicine* (IOM) (225) sont présentées dans le Tableau 73.

	<b>IMC avant la grossesse</b>	<b>Prise de poids recommandée pendant la grossesse</b>
<b>Maigreur</b>	IMC < 18,5 kg/m <sup>2</sup>	12,5 – 18 kg
<b>Poids normal</b>	18,5 kg/m <sup>2</sup> < IMC ≤ 25,0 kg/m <sup>2</sup>	11,5 – 16 kg
<b>Surpoids</b>	25,0 kg/m <sup>2</sup> < IMC ≤ 30,0 kg/m <sup>2</sup>	7 – 11,5 kg
<b>Obésité</b>	IMC ≥ 30,0 kg/m <sup>2</sup>	5 – 9 kg

Tableau 73. *Prise de poids recommandée pendant la grossesse selon l'IMC d'après IOM (225)*

Une prise de poids supérieure à ces recommandations est associée à un risque de poids de naissance élevé et à un surpoids de l'enfant. A contrario, une prise de poids inférieure à ces recommandations est associée à un risque de faible poids à la naissance et à un accouchement prématuré (19).

Les recommandations françaises générales concernant la grossesse, par catégories d'aliments sont les suivantes et listées ci-dessous (226). Nous n'aborderons pas les points ne concernant pas les végétaliennes (œufs, viandes, poissons, produits laitiers...) :

- Fruits et légumes : 5 par jour, veiller à bien les laver et à éliminer toute trace de terre.
- Féculents : à chaque repas, favoriser les féculents complets.

- Légumineuses : pas plus d'un aliment à base de soja par jour, respecter la limite de consommation d'1 mg/kg/j de phytoœstrogènes, et cela pendant l'allaitement également.
- Matières grasses : privilégier les matières grasses végétales et leur variété, la consommation de margarine enrichie en phytostérols est déconseillée et pendant l'allaitement également.
- Boissons sucrées : à limiter, y compris les jus de fruits, pas de boissons alcoolisées, éviter de boire plus d'1 L de thé par jour, privilégier les tisanes et ne pas consommer plus de 3 tasses de café léger par jour.
- Produits sucrés : limiter les aliments gras et sucrés.
- Sel : consommer du sel iodé, limiter la consommation de sel et de produits salés (226).

Concernant, les recommandations françaises générales, par catégories d'aliments sont les suivantes pendant l'allaitement (227). Nous n'aborderons pas non plus les points ne concernant pas les végétaliennes (œufs, viandes, poissons, produits laitiers...) ; il est conseillé :

- D'avoir une alimentation variée et équilibrée.
- D'éviter les boissons sucrées.
- De favoriser des produits issus de de l'agriculture biologique pour les fruits, légumes, les produits céréaliers et les légumes secs.
- De s'hydrater régulièrement.
- D'éviter l'excès de caféine (3 tasses de café par jour maximum).
- D'éviter la consommation d'alcool pendant les premières semaines et, en cas de consommation : un verre une ou deux fois par semaine et toujours après une tétée et le plus longtemps possible avant la tétée suivante.

Concernant la vitamine B12, la supplémentation est indispensable pendant la grossesse et l'allaitement des femmes végétaliennes, une carence pouvant causer au fœtus et au nourrisson des dommages neurologiques permanents (228).

Pour résumer, les femmes enceintes ou allaitantes végétaliennes doivent suivre des règles simples : consommer une grande variété d'aliments (céréales, légumineuses, fruits, légumes, oléagineux et graines), se compléter en vitamine B12, s'assurer que les apports alimentaires en iode soient satisfaisants

(supplémentation quotidienne ou consommation hebdomadaire d'algues : 200 µg/j), privilégier les huiles végétales riches en oméga 3 et limiter celles riches en oméga 6. Elles doivent également suivre les mêmes recommandations que les femmes omnivores concernant les vitamines B9 et D (229), (230).

Il est primordial d'accompagner les futures mères et les femmes allaitantes végétaliennes, le risque de carence est accru à ces périodes de la vie et peut causer des troubles au fœtus ou au nourrisson. Le pharmacien peut accompagner, dans la limite de ses compétences, les patientes au comptoir. Il faudra dans tous les cas, une consultation avec des professionnels (sage-femme ou gynécologue) et si nécessaire avec un diététicien-nutritionniste afin de répondre aux besoins nutritionnels de l'organisme. La grossesse, peut être un moment de vulnérabilité, le pharmacien doit respecter sa patiente et ne doit pas émettre d'avis sur les choix des futurs parents. Depuis le début de l'année 2023, les pharmaciens peuvent mener au comptoir des « Entretiens femme enceinte » ayant pour but d'informer les patientes du risque tératogène des médicaments et sur l'importance de la vaccination antigrippale (231). Il est envisageable, lors de cet entretien d'évoquer, par exemple : la nutrition et les risques microbiologiques inhérents, l'importance de la supplémentation en acide folique et de l'adapter à une femme végétalienne. La location d'un tire-lait peut également être l'occasion d'aborder un grand nombre de sujet, notamment l'alimentation de la femme allaitante ainsi que les éventuels risques de carence.

#### 4. Les femmes ménopausées et les personnes âgées

La ménopause est un processus physiologique de disparition du cycle menstruel survenant chez les femmes entre 45 et 55 ans. Une femme est dite ménopausée lorsqu'elle n'a pas eu de menstruations depuis 12 mois consécutifs. La diminution de l'imprégnation hormonale en progestérone puis en œstrogènes provoque des modifications physiologiques exposant les femmes à une augmentation du risque pathologique (fractures ostéoporotiques, maladies cardiovasculaires...) pouvant, en partie, être prévenu par une alimentation équilibrée et une activité physique régulière (21).

L'ostéoporose est une réduction de la masse accompagnée d'un changement de l'architecture du tissu osseux et est liée à un ralentissement de la vitesse du processus du remodelage osseux (21). Selon l'OMS, une valeur de DMO comprise entre 1 et 2,5 écarts-types au-dessous de la densité normale moyenne des adultes jeunes

correspond à l'ostéopénie et une valeur supérieure à 2,5 écarts-types correspond à de l'ostéoporose. La prévalence de l'ostéoporose augmente avec l'âge (232). L'ANSES indique par ailleurs que les données de la littérature disponibles ne fournissent pas d'arguments susceptibles de modifier les repères alimentaires pour les personnes âgées par rapport aux adultes, notamment concernant la consommation de produits laitiers et de fruits et légumes. En revanche, l'activité physique régulière à impact d'intensité modérée à élevée est recommandée pour augmenter la DMO et limiter le risque de fracture (21).

Le vieillissement est caractérisé et influencé par une accumulation graduelle et continue de lésions moléculaires et cellulaires conduisant à une altération généralisée et progressive de nombreuses fonctions de l'organisme, à une vulnérabilité accrue aux expositions environnementales et à un risque croissant de morbidité et de mortalité. Ces changements biologiques sont accompagnés de changements psychosociaux (233). En 2002 en France, l'espérance de vie à la naissance est de 85,2 ans pour les femmes et de 79,3 ans pour les hommes (234). Le vieillissement est associé à une augmentation du risque de pathologies chroniques : maladies cardiovasculaires, neurodégénératives, cardiovasculaires et oculaires, cancers, ostéoporose, diabète de type 2, dégradation des fonctions respiratoire ou rénale... Cela pouvant mener à une augmentation de la dépendance et à une réduction des possibilités de maintien à domicile (21).

La sarcopénie est une réduction de la masse musculaire et de la fonction musculaire et est considérée comme l'une des caractéristiques du processus de vieillissement. Cette diminution du pourcentage de masse maigre s'accompagne d'une augmentation du pourcentage de masse grasse et est associée à une diminution de la force musculaire et/ou de la performance motrice (235). La sédentarité et notamment le temps passé assis, chez les personnes âgées, est associé à une masse musculaire réduite et à un risque accru de sarcopénie (236). Les besoins protéiques sont augmentés chez les personnes âgées cependant l'activité physique est probablement l'un des moyens les plus efficaces pour limiter la perte de masse musculaire liée à l'âge (21).

Les troubles de l'acuité visuelle sont fréquemment retrouvés chez les personnes âgées. Ces troubles sont multifactoriels mais certains sont modifiables via l'alimentation. C'est le cas de la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) (21)

qui touche 25 à 30 % des plus de 75 ans (237). L'ANSES précise à ce sujet, qu'afin de prévenir la DMLA il est important de diversifier les apports en fruits et légumes ainsi que de favoriser la consommation de poisson (21). Les végétaliens ne consommant pas de poisson, ils peuvent combler les besoins en DHA par des capsules d'huile d'algue (238). Les suppléments vitaminiques ont un rôle protecteur en cas de DMLA modérée ou de DMLA avancée unilatérale (239).

Les symptômes (sécheresse vaginale, bouffées de chaleur...) liés à la péri-ménopause ou à la ménopause peuvent mener les femmes à venir en pharmacie chercher des conseils afin de les atténuer. Cela peut être l'occasion de discuter de ces changements, tout en abordant l'alimentation végétalienne. Les personnes âgées suivent souvent un traitement médicamenteux, elles se rendent donc tous les mois dans une officine. Les suppléments prescrits et les compléments alimentaires peuvent avoir des interactions avec les autres médicaments, le pharmacien tient donc un rôle primordial dans la lutte contre la iatrogénie. Par exemple, l'entretien-conseil d'un bilan partagé de médication peut être l'occasion de discuter des habitudes alimentaires du patient. Les personnes âgées peuvent être vulnérables, il convient de les accompagner dans le non-jugement et le respect. Le pharmacien peut conseiller, dans la limite de ses compétences, les personnes âgées au comptoir à propos de leur alimentation végétalienne.

## Conclusion

L'objectif de ce travail de thèse est de fournir aux pharmaciens d'officine un document de synthèse et d'analyse afin de leur permettre d'accompagner les patients végétaliens. Ce document réunit pour cela les connaissances actuelles et notions indispensables concernant les recommandations nutritionnelles générales, les sources végétales des macro et micronutriments et les nutriments à risque, à toutes les périodes de la vie. Il expose également les intérêts, risques et limites des complémentations disponibles en officine.

Comme cela a été rappelé dans ce document, une alimentation végétalienne équilibrée, bien menée et supplémentée en vitamine B12 est possible à tous les âges de la vie, sans risque pour la santé. Cependant, en cas de manque de connaissances sur les besoins nutritionnels, notamment si le végétalisme n'est pas bien planifié, cela peut causer des pathologies carencielles sévères. Comme cela a été souligné dans ce document, il conviendra donc d'être vigilant sur les risques de carences liées au calcium, au fer, au zinc et à la vitamine B12. Au cours de la vie, les besoins nutritionnels varient, et comme l'expose ce document il est par conséquent primordial d'adapter les apports nutritionnels à chaque tranche d'âge. Le pharmacien d'officine joue un rôle essentiel dans l'accompagnement des patients végétaliens, notamment pour aider à cette adaptation alimentaire. Il peut en effet détecter des potentiels risques ou des carences. Il est également acteur de la prise en charge des patients à toutes les étapes de leur vie. Il les accompagne et prodigue des conseils associés aux prescriptions médicamenteuses, notamment lors de supplémentations. Son rôle est primordial lors de demandes spontanées de conseils sur les compléments alimentaires. Ce document de synthèse et d'analyse devrait, du moins nous l'espérons, permettre de contribuer à cet accompagnement en mettant à disposition des pharmaciens d'officine les informations indispensables dont ils peuvent avoir besoin.

Le pharmacien d'officine est un professionnel de santé se devant d'accompagner ses patients dans le respect et le non-jugement. Le but est de créer une alliance thérapeutique avec les patients végétaliens pour favoriser leur bien-être et leur permettre de mener le régime alimentaire qu'ils souhaitent, tout en s'assurant qu'ils ne risquent pas de carences. Dans ce cadre et à titre prospectif, la place éducative du pharmacien d'officine dans l'accompagnement du patient végétalien

pourrait faire l'objet d'un travail approfondi afin de l'aider plus concrètement à créer cette alliance thérapeutique, et d'être plus efficient au comptoir ou lors d'ateliers d'éducation thérapeutique du patient. Ce document pourra également servir de support afin de mettre en place des fiches récapitulatives par macro et micronutriments ou par tranche d'âge, à destination des professionnels de santé, en ville ou à l'hôpital.

## Bibliographie

1. What is a Vegetarian | The Vegetarian Society [Internet]. Vegetarian Society. [cité 21 déc 2022]. Disponible sur: <https://vegsoc.org/info-hub/definition/>
2. Definitions - IVU - International Vegetarian Union [Internet]. [cité 21 déc 2022]. Disponible sur: <https://ivu.org/index.php/definitions>
3. Mathieu S, Dorard G. Végétarisme, végétalisme, véganisme : aspects motivationnels et psychologiques associés à l'alimentation sélective. La Presse Médicale. sept 2016;45(9):726-33.
4. Définition de pesco-végétarien | Dictionnaire français [Internet]. La langue française. [cité 21 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.lalanguefrancaise.com/dictionnaire/definition/pesco-vegetarien>
5. Manger Bouger. Être flexitarien, ça veut dire quoi ? [Internet]. Manger Bouger. [cité 21 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.mangerbouger.fr/manger-mieux/se-faire-plaisir-en-mangeant-equilibre/s-informer-sur-les-differentes-pratiques-alimentaires/etre-flexitarien-ca-veut-dire-quoi>
6. Définitions : végétalisme - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cité 21 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/v%C3%A9g%C3%A9talisme/81257>
7. Definition of veganism [Internet]. The Vegan Society. [cité 21 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.vegansociety.com/go-vegan/definition-veganism>
8. Institut français d'opinion publique. Végétariens et flexitariens en France en 2020 [Internet]. Paris; 2021 mai [cité 21 déc 2022] p. 9. Disponible sur: <https://www.ifop.com/wp-content/uploads/2021/05/Synthese--Vegetariens-et-Flexitariens-en-France-en-2020-IFOP.pdf>
9. Cycles T text provides general information S assumes no liability for the information given being complete or correct D to varying update, Text SCDM up to DDTR in the. Topic: Veganism and vegetarianism worldwide [Internet]. Statista. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.statista.com/topics/8771/veganism-and-vegetarianism-worldwide/>
10. Vegan and Plant-Based Diet Statistics [Internet]. Soylent. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://soylent.com/pages/vegan-statistics>
11. Share of vegans worldwide by select country 2022 [Internet]. Statista. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.statista.com/statistics/1280066/global-country-ranking-vegan-share/>
12. Infographie: Quelle est la popularité des régimes sans viande ? [Internet]. Statista Infographies. 2022 [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://fr.statista.com/infographie/28645/pourcentage-de-personnes-qui-suivent-un-regime-vegan-ou-vegetarien-par-pays>

13. Manger Bouger. Qu'est-ce que le PNNS ? [Internet]. Manger Bouger. [cité 9 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.mangerbouger.fr/ressources-pros/le-plan-national-nutrition-sante-pnns/qu-est-ce-que-le-pnns>
14. Ministère des solidarités et de la santé. Programme national nutrition santé (2019-2023) [Internet]. Paris: Ministère des solidarités et de la santé; 2019 sept [cité 21 déc 2022] p. 94. Report No.: PNNS 4. Disponible sur: [https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/pnns4\\_2019-2023.pdf](https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/pnns4_2019-2023.pdf)
15. Ministère des solidarités et de la santé. Programme national nutrition santé (2011-2015) [Internet]. Paris: Ministère des solidarités et de la santé; 2011 juill [cité 21 déc 2022] p. 66. Report No.: PNNS 3. Disponible sur: [https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/pnns\\_2011-2015-2.pdf](https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/pnns_2011-2015-2.pdf)
16. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. AVIS de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'actualisation des repères alimentaires du PNNS pour les enfants de 0 à 3 ans [Internet]. Maisons-Alfort: ANSES; 2019 juin [cité 21 déc 2022] p. 55. Report No.: 2017-SA-0145. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2017SA0145.pdf>
17. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. AVIS de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'actualisation des repères alimentaires du PNNS pour les enfants de 4 à 17 ans [Internet]. Maisons-Alfort: ANSES; 2019 déc [cité 21 déc 2022] p. 41. Report No.: 2017-SA-0142. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2017SA0142.pdf>
18. European Food Safety Authority (EFSA). Dietary Reference Values for nutrients Summary report. EFS3 [Internet]. déc 2017 [cité 20 déc 2022]; Disponible sur: <https://data.europa.eu/doi/10.2903/sp.efsa.2017.e15121>
19. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. AVIS de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'actualisation des repères alimentaires du PNNS pour les femmes enceintes ou allaitantes [Internet]. Maisons-Alfort: ANSES; 2019 déc [cité 21 déc 2022] p. 53. Report No.: 2017-SA-0141. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2017SA0141.pdf>
20. Les protéines [Internet]. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. 2013 [cité 17 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/les-prot%C3%A9ines>
21. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. AVIS de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'actualisation des repères alimentaires du PNNS pour les femmes dès la ménopause et les hommes de plus de 65 ans [Internet]. Maisons-Alfort: ANSES; 2019 déc [cité 21 déc 2022] p. 47. Report No.: 2017-SA-0143. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2017SA0143.pdf>

22. Sucres dans l'alimentation [Internet]. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. 2018 [cité 18 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/sucres-dans-l%E2%80%99alimentation>
23. WHO guideline : sugar consumption recommendation [Internet]. [cité 18 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news/item/04-03-2015-who-calls-on-countries-to-reduce-sugars-intake-among-adults-and-children>
24. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'établissement de recommandations d'apport de sucres [Internet]. Maisons-Alfort: ANSES; 2016 déc [cité 8 févr 2023] p. 96. Report No.: 2012-SA-0186. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2012SA0186Ra.pdf>
25. Nutrition : infos pour une alimentation équilibrée [Internet]. Vegan Pratique. [cité 9 févr 2023]. Disponible sur: <https://vegan-pratique.fr/conseils-nutrition-vegetalienne/les-glucides-et-les-fibres/>
26. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Glucides et santé : Etat des lieux, évaluation et recommandations [Internet]. Maisons-Alfort: ANSES; 2004 oct [cité 13 mai 2023] p. 167. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT-Ra-Glucides.pdf>
27. Les lipides [Internet]. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. 2021 [cité 17 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/les-lipides>
28. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les acides gras [Internet]. Maisons-Alfort: ANSES; 2010 mars [cité 13 mai 2023] p. 10. Report No.: 2006-SA-0359. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2006sa0359.pdf>
29. Chevallier L. Les micronutriments. In: Nutrition : principes et conseils [Internet]. Elsevier; 2009 [cité 13 déc 2022]. p. 31-42. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9782294708176000047>
30. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. AVIS de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à « Actualisation des références nutritionnelles françaises en vitamines et minéraux » [Internet]. Maisons-Alfort: ANSES; 2021 mars [cité 21 déc 2022] p. 278. Report No.: 2018-SA-0238. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2018SA0238Ra.pdf>
31. Vitamine A & caroténoïdes provitaminiques [Internet]. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. 2012 [cité 23 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/vitamine-carot%C3%A9no%C3%AFdes-provitaminiques>

32. Présentation des vitamines - Troubles de la nutrition [Internet]. Manuels MSD pour le grand public. [cité 23 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.msmanuals.com/fr/accueil/troubles-de-la-nutrition/vitamines/pr%C3%A9sentation-des-vitamines>
33. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA), Turck D, Bresson JL, Burlingame B, Dean T, Fairweather-Tait S, et al. Dietary reference values for thiamin. *EFSA Journal*. 2016;14(12):e04653.
34. Meyer-Michel Samama DG. Précis de Biopathologie : Analyses médicales spécialisées. Biomnis.
35. Les références nutritionnelles en vitamines et minéraux [Internet]. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. 2021 [cité 26 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/les-r%C3%A9f%C3%A9rences-nutritionnelles-en-vitamines-et-min%C3%A9raux>
36. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for niacin. *EFSA Journal*. 2014;3759.
37. Valeurs nutritionnelles de référence : conseils sur la vitamine B6 | EFSA [Internet]. [cité 27 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.efsa.europa.eu/fr/press/news/160624>
38. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Dietary Reference Values for vitamin B6. *EFSA Journal*. 2016;14(6):e04485.
39. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for biotin. *EFSA Journal*. 2014;3580.
40. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for folate. *EFSA Journal*. 2014;3893.
41. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for cobalamin (vitamin B12). *EFSA Journal*. 2015;4150.
42. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for vitamin C. *EFSA Journal*. 2013;3418.
43. Buxeraud J, Faure S. La vitamine K1 en thérapeutique. *Actualités Pharmaceutiques*. 1 déc 2022;61(621, Supplement):23-5.
44. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Dietary Reference Values for choline. *EFSA Journal*. 2016;14(8):e04484.
45. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for iron. *EFSA Journal*. 2015;4254.
46. Schlemmer U, Frølich W, Prieto RM, Grases F. Phytate in foods and significance for humans: Food sources, intake, processing, bioavailability, protective role and analysis. *Mol Nutr Food Res*. sept 2009;53(S2):S330-75.

47. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fluoride. EFSA Journal. 2013;3332.
48. EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA), Turck D, Castenmiller J, de Henauw S, Hirsch-Ernst KI, Kearney J, et al. Dietary reference values for chloride. EFSA Journal. 2019;17(9):e05779.
49. Manger Bouger. Peut-on être végétarien ou végétalien sans risque pour sa santé ? [Internet]. Manger Bouger. [cité 17 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.mangerbouger.fr/manger-mieux/se-faire-plaisir-en-mangeant-equilibre/s-informer-sur-les-differentes-pratiques-alimentaires/peut-on-etre-vegetarien-ou-vegetalien-sans-risque-pour-sa-sante>
50. Craig WJ, Mangels AR, American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: vegetarian diets. J Am Diet Assoc. juill 2009;109(7):1266-82.
51. BDA. British Dietetic Association confirms well-planned vegan diets can support healthy living in people of all ages [Internet]. [cité 17 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.bda.uk.com/resource/british-dietetic-association-confirms-well-planned-vegan-diets-can-support-healthy-living-in-people-of-all-ages.html>
52. Ce que vous devez savoir au sujet des régimes végétaliens - Unlock Food [Internet]. [cité 17 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.unlockfood.ca/fr/Articles/Vegetarisme/Ce-que-vous-devez-savoir-au-sujet-des-regimes-vegetaliens.aspx>
53. Carence / Déficit / Excès / Surcharge - Encyclopédie médicale [Internet]. Vocabulaire médical. [cité 13 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.vocabulaire-medical.fr/encyclopedie/067-carence-deficit-exces-surcharge>
54. Article 2 - Décret n°2006-352 du 20 mars 2006 relatif aux compléments alimentaires. - Légifrance [Internet]. [cité 19 févr 2023]. Disponible sur: [https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article\\_lc/LEGIARTI000006290521](https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/LEGIARTI000006290521)
55. Mieux comprendre le monde des vitamines [Internet]. VIDAL. [cité 13 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/actualites/29938-mieux-comprendre-le-monde-des-vitamines.html>
56. Traiter les carences vitaminiques aujourd'hui [Internet]. VIDAL. [cité 13 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/actualites/29986-traiter-les-carences-vitaminiques-aujourd-hui.html>
57. Des examens biologiques : pourquoi ? [Internet]. [cité 4 avr 2023]. Disponible sur: <https://devsante.org/articles/des-examens-biologiques-pourquoi/>
58. Lecerf JM, Legrand P. Les effets des nutriments dépendent-ils des aliments qui les portent ? L'effet matrice. Cahiers de Nutrition et de Diététique. juin 2015;50(3):158-64.
59. Guéguen L, Pointillart A. The bioavailability of dietary calcium. J Am Coll Nutr. avr 2000;19(2 Suppl):119S-136S.

60. Desmarchelier C. Effets de la matrice alimentaire sur la biodisponibilité des micronutriments et phytom micronutriments lipidiques. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*. oct 2020;55(5):240-8.
61. Miró-Casas E, Covas MI, Fitó M, Farré-Albadalejo M, Marrugat J, de la Torre R. Tyrosol and hydroxytyrosol are absorbed from moderate and sustained doses of virgin olive oil in humans. *Eur J Clin Nutr*. janv 2003;57(1):186-90.
62. Ostlund RE, Racette SB, Stenson WF. Effects of trace components of dietary fat on cholesterol metabolism: phytosterols, oxysterols, and squalene. *Nutr Rev*. nov 2002;60(11):349-59.
63. Matte JJ, Guay F, Girard CL. Bioavailability of vitamin B<sub>12</sub> in cows' milk. *Br J Nutr*. janv 2012;107(1):61-6.
64. Honda J, Iwamoto M, Shichijo S, Oizumi K, Yokoyama M. BM-1, a platelet aggregation inhibitor from mackerel. *The Lancet*. 28 sept 1991;338(8770):817.
65. Jacobs DR, Pereira MA, Meyer KA, Kushi LH. Fiber from Whole Grains, but not Refined Grains, Is Inversely Associated with All-Cause Mortality in Older Women: The Iowa Women's Health Study. *Journal of the American College of Nutrition*. 1 juin 2000;19(sup3):326S-330S.
66. Food, Not Nutrients, Is the Fundamental Unit in Nutrition | Nutrition Reviews | Oxford Academic [Internet]. [cité 16 mai 2023]. Disponible sur: <https://academic.oup.com/nutritionreviews/article/65/10/439/1879933>
67. Mozaffarian D. Dairy Foods, Obesity, and Metabolic Health: The Role of the Food Matrix Compared with Single Nutrients. *Adv Nutr*. 1 sept 2019;10(5):917S-923S.
68. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Apport en protéines: consommation, qualité, besoins et recommandations [Internet]. Maisons-Alfort: ANSES; 2007 [cité 12 mars 2023] p. 461. Report No.: 2004-SA-0052. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT-Ra-Proteines.pdf>
69. Young VR, Pellett PL. Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. *Am J Clin Nutr*. mai 1994;59(5 Suppl):1203S-1212S.
70. High compliance with dietary recommendations in a cohort of meat eaters, fish eaters, vegetarians, and vegans: results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition–Oxford study - ScienceDirect [Internet]. [cité 5 févr 2023]. Disponible sur: <https://www-science-direct-com.ezproxy.normandie-univ.fr/science/article/pii/S0271531716000026>
71. Ciqual. Table de composition nutritionnelle des aliments [Internet]. [cité 23 déc 2022]. Disponible sur: <https://ciqual.anses.fr/>
72. Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1 juill 2002;76(1):5-56.

73. Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Vitamin B1 [Internet]. Bruxelles: European Commission Health and Consumer Protection Directorate-General; 2001 juill [cité 26 déc 2022] p. 8. Report No.: SCF/CS/NUT/UPPLEV/46 FINAL. Disponible sur: [https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-12/sci-com\\_scf\\_out93\\_en.pdf](https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-12/sci-com_scf_out93_en.pdf)
74. European Food Safety Authority, Europäische Kommission, Europäische Kommission, Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies, éditeurs. Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals. Parma: European Food Safety Authority; 2006. 478 p.
75. Larousse. Définitions: ariboflavinose - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cité 26 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/ariboflavinose/5235>
76. Intoxication par la niacine - Troubles nutritionnels [Internet]. Édition professionnelle du Manuel MSD. [cité 8 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.msmanuals.com/fr/professional/troubles-nutritionnels/carence-d%C3%A9pendance-et-toxicit%C3%A9-des-vitamines/intoxication-par-la-niacine>
77. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for pantothenic acid. EFSA Journal. 2014;3581.
78. Quelle place pour la vitaminothérapie préventive ? [Internet]. VIDAL. [cité 27 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/actualites/29974-quelle-place-pour-la-vitaminothérapie-preventive.html>
79. Recommandations Grossesse (suivi de) [Internet]. VIDAL. [cité 27 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/maladies/recommandations/grossesse-suivi-de-4020.html>
80. Ce que tout végane doit savoir sur la vitamine B12 | Fédération végane [Internet]. [cité 4 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.federationvegane.fr/documentation/sante/ce-que-tout-vegane-doit-savoir-sur-la-vitamine-b12/>
81. Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Vitamin B12 [Internet]. Bruxelles: European Commission Health and Consumer Protection Directorate-General; 2000 nov [cité 4 janv 2022] p. 8. Report No.: SCF/CS/NUT/UPPLEV/42 Final. Disponible sur: [https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-12/sci-com\\_scf\\_out80d\\_en.pdf](https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-12/sci-com_scf_out80d_en.pdf)
82. Carence en vitamine B12 - Troubles nutritionnels [Internet]. Édition professionnelle du Manuel MSD. [cité 4 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.msmanuals.com/fr/professional/troubles-nutritionnels/carence-d%C3%A9pendance-et-toxicit%C3%A9-des-vitamines/carence-en-vitamine-b12>
83. Braillard O, Junod Perron N, Casini A, Samii K, Rufenacht P. Hypovitaminose B12 : quoi de neuf ? Rev Med Suisse. 26 sept 2012;355(33):1805-10.

84. Carence isolée en vitamine B12 (en dehors du Biermer) [Internet]. FMC-HGE. [cité 4 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.fmcgastro.org/texte-postu/postu-2022/carence-isolee-en-vitamine-b12-en-dehors-du-biermer/>
85. Les AJR ne sont pas adaptés à la complémentation - Vive la B12 ! [Internet]. 2015 [cité 4 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.vivelab12.fr/ajr-vs-recommandations-veganes/>
86. Vitamine B12 [Internet]. 2014 [cité 4 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.vivelab12.fr/>
87. Rizzo G, Laganà AS, Rapisarda AMC, La Ferrera GMG, Buscema M, Rossetti P, et al. Vitamin B12 among Vegetarians: Status, Assessment and Supplementation. *Nutrients*. 29 nov 2016;8(12):767.
88. VITAMINE B12 DELAGRANGE 1000 µg/2 ml sol buv/inj IM [Internet]. VIDAL. [cité 4 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/medicaments/vitamine-b12-delagrange-1000-mcg-2-ml-sol-buv-inj-im-17719.html>
89. Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Vitamin D [Internet]. Bruxelles: European Commission Health and Consumer Protection Directorate-General; 2002 déc [cité 4 janv 2022] p. 35. Report No.: SCF/CS/NUT/UPPLEV/38 Final. Disponible sur: [https://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out157\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out157_en.pdf)
90. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Dietary reference values for vitamin D. *EFSA Journal*. 2016;14(10):e04547.
91. Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Vitamin E. Bruxelles; 2003 avr p. 18.
92. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for vitamin E as α-tocopherol. *EFSA Journal*. 2015;4149.
93. Dietary reference values for vitamin K [Internet]. [cité 9 janv 2023]. Disponible sur: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2017.4780>
94. Hascoet JM, Picaud JC, Lapillonne A, Boithias C, Bolot P, Saliba E, et al. VITAMINE K - Mise à jour des recommandations : Schulte R.
95. Lippi G, Franchini M. Vitamin K in neonates: facts and myths. *Blood Transfus*. janv 2011;9(1):4-9.
96. Choline - Complément alimentaire [Internet]. VIDAL. [cité 9 janv 2023]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/choline.html>
97. Office of Dietary Supplements - Choline [Internet]. [cité 8 avr 2023]. Disponible sur: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Choline-Consumer/>

98. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for copper [Internet]. [cité 9 janv 2023]. Disponible sur: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2015.4253>
99. European Food Safety Authority Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Iodine [Internet]. Bruxelles; 2002 oct [cité 8 avr 2023] p. 25. Report No.: SCF/CS/NUT/UPPLEV/26 Final. Disponible sur: [https://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out146\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out146_en.pdf)
100. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for iodine. EFSA Journal. 2014;3660.
101. Symptômes et bilan d'une hypothyroïdie [Internet]. [cité 13 janv 2023]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/orne/assure/sante/themes/hypothyroidie/symptomes-diagnostic-evolution>
102. OMS | L'élimination mondiale de la carence en iode est à notre portée [Internet]. WHO. World Health Organization; [cité 24 janv 2023]. Disponible sur: <https://apps.who.int/mediacentre/news/releases/2004/pr93/fr/index.html>
103. Une composition minérale unique [Internet]. [cité 9 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.hepar.fr/eau-hepar/une-composition-minerale-unique>
104. Composition [Internet]. Rozana. [cité 9 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.eau-rozana.com/rozana-cest-bon-pour-moi/composition/>
105. European Food Safety Authority Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Magnesium [Internet]. Bruxelles: European Commission Health and Consumer Protection Directorate-General; 2001 oct [cité 8 avr 2022] p. 16. Report No.: SCF/CS/NUT/UPPLEV/54 Final. Disponible sur: [https://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out105\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out105_en.pdf)
106. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for magnesium. EFSA Journal. 2015;4186.
107. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for molybdenum. EFSA Journal. 2013;3333.
108. World Health Organization, Agency IAE, Nations F and AO of the U. Trace elements in human nutrition and health [Internet]. World Health Organization; 1996 [cité 13 janv 2023]. Disponible sur: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/37931>
109. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for phosphorus. EFSA Journal. 2015;4185.
110. Dietary reference values for potassium [Internet]. [cité 13 janv 2023]. Disponible sur: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2016.4592>
111. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for selenium. EFSA Journal. 2014;3846.

112. Tout savoir sur Courmayeur - Courmayeur Tout savoir sur Courmayeur [Internet]. Courmayeur. [cité 9 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.eau-courmayeur.com/tout-savoir-sur-courmayeur/>
113. CONTREX® [Internet]. Nestlé. [cité 9 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.nestle.fr/nosmarques/eaux/contrex>
114. Source de Vittel | Minéralisation de l'Eau [Internet]. Vittel France. [cité 9 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.vittel.fr/source-de-vittel-mineralisation-de-son-eau>
115. L'Eau de Quézac [Internet]. Eau de Quézac. [cité 9 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.eaudequezac.com/eau-de-quezac/>
116. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for calcium. EFSA Journal. 2015;4101.
117. Appleby P, Roddam A, Allen N, Key T. Comparative fracture risk in vegetarians and nonvegetarians in EPIC-Oxford. Eur J Clin Nutr. déc 2007;61(12):1400-6.
118. Lanou AJ, Berkow SE, Barnard ND. Calcium, dairy products, and bone health in children and young adults: a reevaluation of the evidence. Pediatrics. mars 2005;115(3):736-43.
119. 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.
120. Hypocalcémie - Troubles endocriniens et métaboliques [Internet]. Édition professionnelle du Manuel MSD. [cité 8 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.msdmanuals.com/fr/professional/troubles-endocriniens-et-m%C3%A9taboliques/troubles-%C3%A9lectrolytiques/hypocalc%C3%A9mie>
121. Jackson RD, LaCroix AZ, Gass M, Wallace RB, Robbins J, Lewis CE, et al. Calcium plus vitamin D supplementation and the risk of fractures. N Engl J Med. 16 févr 2006;354(7):669-83.
122. Calcium - Complément alimentaire [Internet]. VIDAL. [cité 9 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/calcium.html>
123. Guessous I, Bochud M. Effets des suppléments en calcium et vitamine D sur la maladie cardiovasculaire. Rev Med Suisse. 11 juill 2012;348(26):1458-63.
124. Haider LM, Schwingshackl L, Hoffmann G, Ekmekcioglu C. The effect of vegetarian diets on iron status in adults: A systematic review and meta-analysis. Crit Rev Food Sci Nutr. 24 mai 2018;58(8):1359-74.
125. Pawlak R, Berger J, Hines I. Iron Status of Vegetarian Adults: A Review of Literature. Am J Lifestyle Med. 2018;12(6):486-98.

126. Hunt JR, Roughead ZK. Nonheme-iron absorption, fecal ferritin excretion, and blood indexes of iron status in women consuming controlled lactoovo-vegetarian diets for 8 wk. *Am J Clin Nutr.* mai 1999;69(5):944-52.
127. Institute of Medicine (US) Panel on Micronutrients. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc [Internet]. Washington (DC): National Academies Press (US); 2001 [cité 9 avr 2023]. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK222310/>
128. Haute Autorité de Santé. Choix des examens du métabolisme du fer en cas de suspicion de carence en fer [Internet]. Paris; 2011 mars [cité 9 avr 2023] p. 82. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2011-11/rapport\\_devaluation\\_bilan\\_martial\\_carence\\_2011-11-09\\_17-21-31\\_723.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2011-11/rapport_devaluation_bilan_martial_carence_2011-11-09_17-21-31_723.pdf)
129. Recommandations Anémie ferriprive de l'adulte [Internet]. VIDAL. [cité 9 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/maladies/recommandations/anemie-ferriprive-de-l-adulte-3455.html>
130. Fer - Complément alimentaire - VIDAL [Internet]. [cité 10 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/fer.html>
131. Le sel ou chlorure de sodium [Internet]. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. 2022 [cité 24 janv 2023]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/le-sel-ou-chlorure-de-sodium>
132. Réduire la consommation de sel [Internet]. [cité 24 janv 2023]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/salt-reduction>
133. Organisation Mondiale de la Santé : bureau régional de l'Europe. Plan d'action pour la prévention et la maîtrise des maladies non transmissibles dans la Région européenne de l'OMS [Internet]. Copenhague: Organisation Mondiale de la Santé; 2016 sept [cité 24 janv 2023] p. 38. Report No.: EUR/RC66/11. Disponible sur: [https://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0019/315613/66wd11f\\_NCDActionPlan\\_160522.pdf](https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0019/315613/66wd11f_NCDActionPlan_160522.pdf)
134. EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA), Turck D, Castenmiller J, de Henauw S, Hirsch-Ernst KI, Kearney J, et al. Dietary reference values for sodium. *EFSA Journal.* 2019;17(9):e05778.
135. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for zinc | EFSA [Internet]. [cité 24 janv 2023]. Disponible sur: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/3844>
136. Synlab Barla. Zinc [Internet]. 2019 [cité 16 avr 2023]. Disponible sur: <https://labo-barla.eu/wp-content/uploads/2019/10/fiche-zinc.pdf>
137. Zinc - Complément alimentaire [Internet]. VIDAL. [cité 20 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/zinc.html>
138. Article L5111-1 - Code de la santé publique - Légifrance [Internet]. [cité 19 févr 2023]. Disponible sur: [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000045404922](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000045404922)

139. Glossaire ANSM | M [Internet]. [cité 19 févr 2023]. Disponible sur: <https://ansm.sante.fr/glossaire/M>
140. VIDAL, L'intelligence médicale au service du soin [Internet]. VIDAL. [cité 28 mars 2023]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/>
141. Vitamine D. In: Wikipédia [Internet]. 2023 [cité 28 mars 2023]. Disponible sur: [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Vitamine\\_D&oldid=200258969](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Vitamine_D&oldid=200258969)
142. L'histoire de la vitamine D3 végétale [Internet]. [cité 28 mars 2023]. Disponible sur: <https://www.laboratoire-lescuycy.com/blog/nos-conseils-sante/histoire-vitamine-d3-vegetale>
143. Les compléments alimentaires, nécessité d'une consommation éclairée [Internet]. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. 2019 [cité 24 févr 2023]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/les-compl%C3%A9ments-alimentaires-n%C3%A9cessit%C3%A9-dune-consommation-%C3%A9clair%C3%A9e>
144. Règlement (CE) 1924/2006 du Parlement européen et du Conseil du 20 décembre 2006 concernant les allégations nutritionnelles et de santé portant sur les denrées alimentaires [Internet]. OJ L déc 20, 2006. Disponible sur: <http://data.europa.eu/eli/reg/2006/1924/oj/fra>
145. Science & Santé n°23 · Inserm, La science pour la santé [Internet]. Inserm. [cité 14 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/magazine/sciencesante-n23/>
146. Réseau NACRe - Réseau Nutrition Activité physique Cancer Recherche - Rapport INCa nutrition et prévention primaire des cancers [Internet]. [cité 21 mai 2023]. Disponible sur: <https://www6.inrae.fr/nacre/Le-reseau-NACRe/Publications/Rapport-INCa-nutrition-et-prevention-primaire-des-cancers>
147. Alimentation - Réduire les risques de cancer [Internet]. [cité 21 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.e-cancer.fr/Comprendre-prevenir-depister/Reduire-les-risques-de-cancer/Alimentation#toc-les-compl-ments-alimentaires>
148. Zhang FF, Barr SI, McNulty H, Li D, Blumberg JB. Health effects of vitamin and mineral supplements. *BMJ*. 29 juin 2020;369:m2511.
149. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Étude individuelle nationale des consommations alimentaires 3 (INCA 3) [Internet]. Maisons-Alfort: ANSES; 2017 juin [cité 14 mai 2023] p. 566. Report No.: INCA 3. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2014SA0234Ra.pdf>
150. Compléments alimentaires. Ministère de la Santé et de la Prévention [Internet]. Ministère de la Santé et de la Prévention. 2023 [cité 21 mai 2023]. Disponible sur: <https://sante.gouv.fr/sante-et-environnement/denrees-alimentaires/article/complements-alimentaires>
151. C Biane Acérola - 60 comprimés [Internet]. [cité 28 mars 2023]. Disponible sur: <https://solutions.pileje.fr/fr/produit/c-biane-60-comprimes>

152. Vitamine C Liposomale 1000mg [Internet]. [cité 28 mars 2023]. Disponible sur: <https://www.granions.fr/vitamine-c-liposomale-1000mg.html>
153. Alvityl® Acérola 1000 Vitamine C : complément alimentaire contre la fatigue [Internet]. Alvityl. [cité 28 mars 2023]. Disponible sur: <https://alvityl.fr/alvityl-produits/alvityl-acerola-1000-vitamine-c-2/>
154. VITASCORBOLACEROLA 30 comprimés | Cooper [Internet]. [cité 28 mars 2023]. Disponible sur: <https://www.cooper.fr/vitascorbolacerola-30-comprim%C3%A9s>
155. Accueil | UPSA.com [Internet]. [cité 28 mars 2023]. Disponible sur: <https://www.upsa.com/>
156. Acérola Premium Vitamine C 30 comprimés [Internet]. HERBESAN®. [cité 28 mars 2023]. Disponible sur: <https://www.herbesan.fr/produit/acerola-premium/>
157. Gommés Vitamine C [Internet]. VITASCORBOL. [cité 28 mars 2023]. Disponible sur: <https://gamme.vitascorbol.fr/product/vitascorbolgommés-vitamine-c>
158. PEDIKID® Gommés Vitamine C - Réduit la fatigue, soutient les défenses [Internet]. Pediakid. [cité 29 mars 2023]. Disponible sur: <https://www.pediakid.com/fr/4633-gommés-vitamine-c.html>
159. Azinc® BIO Acérola 1000 [Internet]. Arkopharma France. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://fr.arkopharma.com/products/azinc-acerola-1000-bio>
160. Arkovital® Acérola 1000 [Internet]. Arkopharma France. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://fr.arkopharma.com/products/arkovital-acerola-1000>
161. ACEROL C – Vitamine C - Acérola - Nutergia [Internet]. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.nutergia.com/fr/fr/nos-compléments-alimentaires/vitalite-performances-intellectuelles/acerol-c?format=60+comprim%C3%A9s>
162. Vitamine C - Complément alimentaire [Internet]. VIDAL. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/parapharmacie/compléments-alimentaires/vitamine-c-acide-ascorbique.html>
163. Vitamine D - Pileje [Internet]. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://solutions.pileje.fr/fr/results/-r--vitamine%20d/-marque--d3-biane>
164. DIELEN D3+ [Internet]. Laboratoire Dielen. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.dielen.fr/Produits/dielend3/>
165. GRANIONS Vitamine D3 végétale 60 gélules [Internet]. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.granions.fr/granions-vitamine-d3-vegetale-60-gelules.html>
166. Gamme Alvityl® Vitamine D3 : vitamine D en 3 formats différents pour toute la famille [Internet]. Alvityl. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://alvityl.fr/alvityl-produits/alvityl-vitamine-d3/>

167. Vitamine D3 1000 UI (25 µg), comprimés [Internet]. UPSA.com. 2022 [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.upsa.com/vitamine-d3-1000-ui-25-ug-comprimes>
168. PEDIKID® Vitamine D3 - Optimise les apports en vitamine D - 20ml [Internet]. Pediakid. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.pediakid.com/fr/4321-vitamine-d3.html>
169. PEDIKID® Gommages Vitamine D3 - Optimise les apports en Vitamine D [Internet]. Pediakid. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.pediakid.com/fr/4781-gommages-vitamine-d3.html>
170. Vitamine D3 végétale liquide [Internet]. Arkopharma France. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://fr.arkopharma.com/products/vitamine-d3-vegetale-liquide>
171. Arkogélules® Vitamine D3 végétale [Internet]. Arkopharma France. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://fr.arkopharma.com/products/arkogelules-vitamine-d3-vegetale>
172. ERGY D – Vitamine D3 issue de la lanoline, substance naturelle - Nutergia [Internet]. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.nutergia.com/fr/fr/nos-complements-alimentaires/defenses-naturelles/ergy-d>
173. ERGY D Plus – Vitamine D3 concentrée à 800 UI - Nutergia [Internet]. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.nutergia.com/fr/fr/nos-complements-alimentaires/defenses-naturelles/ergy-d-plus>
174. Vitamine D : privilégier les médicaments pour éviter le surdosage chez les nourrissons [Internet]. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. 2021 [cité 28 mars 2023]. Disponible sur: <https://www202204.archives.anses.fr/fr/content/vitamine-d-privil%C3%A9gier-les-m%C3%A9dicaments-pour-%C3%A9viter-le-surdosage-chez-les-nourrissons>
175. Vitamine D chez l'enfant : recourir aux médicaments et non aux compléments alimentaires pour prévenir le risque de surdosage [Internet]. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. 2021 [cité 28 mars 2023]. Disponible sur: <https://www202204.archives.anses.fr/fr/content/vitamine-d-chez-l%E2%80%99enfant-recourir-aux-m%C3%A9dicaments-et-non-aux-compl%C3%A9ments-alimentaires-pour>
176. Le cas particulier de la vitamine D [Internet]. VIDAL. [cité 9 févr 2023]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/actualites/30030-le-cas-particulier-de-la-vitamine-d.html>
177. Vitamine D - Complément alimentaire [Internet]. VIDAL. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/vitamine-d-calciferols.html>
178. LeBoff MS, Chou SH, Ratliff KA, Cook NR, Khurana B, Kim E, et al. Supplemental Vitamin D and Incident Fractures in Midlife and Older Adults. *N Engl J Med*. 28 juill 2022;387(4):299-309.

179. Palacios C, Kostiuk LK, Peña-Rosas JP. Vitamin D supplementation for women during pregnancy. Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. 2019 [cité 8 mars 2023];(7). Disponible sur: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD008873.pub4/full>
180. Unibiane Vitamine B12 [Internet]. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://solutions.pileje.fr/fr/produit/unibiane-vitamine-b12>
181. Unibiane Iode [Internet]. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://solutions.pileje.fr/fr/produit/unibiane-iode>
182. GRANIONS d'Iode [Internet]. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.granions.fr/granions-d-iode.html>
183. Iode - Complément alimentaire [Internet]. VIDAL. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/iode.html>
184. Formag Magnésium marin - 90 comprimés [Internet]. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://solutions.pileje.fr/fr/produit/formag-1-boite-de-90-comprimes-sous-blister>
185. Magnésium NHCO site officiel : forme bisglycinate, amino chélaté [Internet]. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://nhco-nutrition.com/produit/magnesium/>
186. Granions de Magnésium [Internet]. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.granions.fr/granions-de-magnesium.html>
187. Magnésium 360 mg - 60 comprimés - Anti Stress- Améliore le sommeil - Anti fatigue | GRANIONS [Internet]. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.granions.fr/magnesium-60-comprimes.html>
188. Alvityl® Magnésium Vitamine B6 aide à réduire la fatigue [Internet]. Alvityl. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://alvityl.fr/alvityl-produits/alvityl-magnesium-vitamine-b6-2/>
189. MAG 2 100 mg, 60 comprimés | Cooper [Internet]. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.cooper.fr/mag-2-100-mg-60-comprim%C3%A9s>
190. MAG 2 SANS SUCRE 122 mg, 30 ampoules de solution buvable | Cooper [Internet]. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.cooper.fr/mag-2-sans-sucres-122-mg-30-ampoules-de-solution-buvable>
191. ARKOMAG® Magnésium B6 [Internet]. Arkopharma France. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://fr.arkopharma.com/products/arkomag-magnesium-vitamine-b6>
192. OLIGOMAX Magnésium – Réduction de la fatigue - Nutergia [Internet]. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.nutergia.com/fr/fr/nos-complements-alimentaires/detente-sommeil-equilibre-nerveux/oligomax-magnesium>
193. Magnésium - Complément alimentaire [Internet]. VIDAL. [cité 2 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/magnesium.html>

194. Zinc NHCO site officiel : bisglycinate, amino-chélaté [Internet]. [cité 3 avr 2023]. Disponible sur: <https://nhco-nutrition.com/produit/zinc/>
195. OLIGOMAX Zinc – Immunité, Peau saine - Nutergia [Internet]. [cité 3 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.nutergia.com/fr/fr/nos-complements-alimentaires/defenses-naturelles/oligomax-zinc>
196. Nutrition : infos pour une alimentation équilibrée [Internet]. Vegan Pratique. [cité 20 avr 2023]. Disponible sur: <https://vegan-pratique.fr/conseils-nutrition-vegetalienne/le-zinc/>
197. NHCO Site officiel et Eshop : Calcium bisglycinate, assimilation [Internet]. [cité 3 avr 2023]. Disponible sur: <https://nhco-nutrition.com/produit/calcium/>
198. Oligobiane FeCu - 30 gélules [Internet]. [cité 4 avr 2023]. Disponible sur: <https://solutions.pileje.fr/fr/produit/oligobiane-fecu-30-gelules>
199. Fer NHCO site officiel : bisglycinate, haute assimilation et tolérance [Internet]. [cité 4 avr 2023]. Disponible sur: <https://nhco-nutrition.com/produit/fer/>
200. GRANIONS de Fer [Internet]. [cité 4 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.granions.fr/granions-de-fer.html>
201. Fer 14 mg - 60 gélules [Internet]. [cité 4 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.granions.fr/fer-60-gelules.html>
202. OLIGOMAX Fer – Apport de fer et d'oligoéléments - Nutergia [Internet]. [cité 4 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.nutergia.com/fr/fr/nos-complements-alimentaires/bien-etre-feminin/oligomax-fer>
203. Allaitement [Internet]. [cité 21 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/health-topics/breastfeeding>
204. Alimentation du nourrisson et du jeune enfant [Internet]. [cité 21 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/infant-and-young-child-feeding>
205. EUR-Lex — Access to European Union law — choose your language [Internet]. [cité 21 avr 2023]. Disponible sur: <https://eur-lex.europa.eu/>
206. Arrêté du 30 mars 1978 fixant les dispositions relatives à certains aliments lactés destinés à une alimentation particulière [Internet]. mars 30, 1978. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000451287>
207. Quels laits pour l'alimentation des moins d'un an? [Internet]. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. 2013 [cité 21 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/quels-laits-pour-l%E2%80%99alimentation-des-moins-d%E2%80%99un>
208. Bocquet A, Bresson JL, Briend A, Chouraqui JP, Darmaun D, Dupont C, et al. Préparations pour nourrissons et préparations de suite à base de protéines de soja : données actuelles. Archives de Pédiatrie. 1 nov 2001;8(11):1226-33.

209. Nos laits de croissance bio pour l'alimentation de bébé [Internet]. [cité 21 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.lamandorle.com/eshop/72-bebe-m>
210. Ambris A. PRÉMIRIZ [Internet]. Prémibio. 2019 [cité 21 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.premibio.fr/premiriz/>
211. Découvrez notre gamme Modilac Expert Riz | Laboratoire Modilac [Internet]. Découvrez notre gamme Modilac Expert Riz | Laboratoire Modilac. 2020 [cité 21 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.modilac.fr/actualites/decouvrez-notre-gamme-modilac-expert-riz>
212. Modilac - Croissance Végétal | [Internet]. Croissance Végétal | Laboratoire Modilac. [cité 21 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.modilac.fr/produits/modilac-croissance-vegetal>
213. Société Française de Pédiatrie. Alimentation de la naissance à 3 ans [Internet]. 2009 [cité 22 avr 2023]. Disponible sur: [https://www.sfpediatrie.com/sites/www.sfpediatrie.com/files/documents/BrochurePatients/Alimentation\\_Enfant\\_0-3ans.pdf](https://www.sfpediatrie.com/sites/www.sfpediatrie.com/files/documents/BrochurePatients/Alimentation_Enfant_0-3ans.pdf)
214. Arrêté du 2 octobre 1997 relatif aux additifs pouvant être employés dans la fabrication des denrées destinées à l'alimentation humaine [Internet]. oct 2, 1997. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000182055>
215. Une alimentation végétale, de la naissance à 3 ans [Internet]. AVF. [cité 22 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.vegetarisme.fr/comprendre/sante-et-nutrition-vege/documentation-nutrition-sante/une-alimentation-vegetale-de-la-naissance-a-3-ans/>
216. Under-fives [Internet]. The Vegan Society. [cité 22 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.vegansociety.com/resources/nutrition-and-health/life-stages/under-fives>
217. Petit LM, Nydegger A, Müller P. Alimentation végétalienne de l'enfant : quels déficits surveiller ? Revue pratique pour le médecin. Rev Med Suisse. 13 févr 2019;638:373-5.
218. Molloy AM, Kirke PN, Troendle JF, Burke H, Sutton M, Brody LC, et al. Maternal vitamin B12 status and risk of neural tube defects in a population with high neural tube defect prevalence and no folic Acid fortification. Pediatrics. mars 2009;123(3):917-23.
219. Barrett JF, Whittaker PG, Williams JG, Lind T. Absorption of non-haem iron from food during normal pregnancy. BMJ. 9 juill 1994;309(6947):79-82.
220. Hambidge KM, Miller LV, Mazariegos M, Westcott J, Solomons NW, Raboy V, et al. Upregulation of Zinc Absorption Matches Increases in Physiologic Requirements for Zinc in Women Consuming High- or Moderate-Phytate Diets during Late Pregnancy and Early Lactation<sup>12</sup>. J Nutr. juin 2017;147(6):1079-85.

221. Caron Ph, Glinoyer D, Lecomte P, Orgiazzi J, Wémeau JL. Apport iodé en France: prévention de la carence iodée au cours de la grossesse et l'allaitement. *Annales d'Endocrinologie*. 1 sept 2006;67(4):281-6.
222. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for water. *EFSA Journal*. 2010;1459.
223. Projet de grossesse : informations, messages de prévention, examens à proposer [Internet]. Haute Autorité de Santé. [cité 14 mai 2023]. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/jcms/c\\_1360649/fr/projet-de-grossesse-informations-messages-de-prevention-examens-a-proposer](https://www.has-sante.fr/jcms/c_1360649/fr/projet-de-grossesse-informations-messages-de-prevention-examens-a-proposer)
224. Enquête nationale périnatale 2016. Les naissances et les établissements, situation et évolution depuis 2010 | Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques [Internet]. [cité 14 mai 2023]. Disponible sur: <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/publications/rapports/enquete-nationale-perinatale-2016-les-naissances-et-les-etablissements>
225. Institute of Medicine (US) and National Research Council (US) Committee to Reexamine IOM Pregnancy Weight Guidelines. Weight Gain During Pregnancy: Reexamining the Guidelines [Internet]. Rasmussen KM, Yaktine AL, éditeurs. Washington (DC): National Academies Press (US); 2009 [cité 14 mai 2023]. (The National Academies Collection: Reports funded by National Institutes of Health). Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK32813/>
226. Institut national de prévention et d'éducation pour la santé. Le guide nutrition de la grossesse [Internet]. 2007 [cité 14 mai 2023]. Disponible sur: [https://repere.re/wp-content/uploads/2020/11/Guide\\_Nutrition\\_Grossesse.pdf](https://repere.re/wp-content/uploads/2020/11/Guide_Nutrition_Grossesse.pdf)
227. Cespharm - Le guide de l'allaitement maternel - brochure [Internet]. [cité 14 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.cespharm.fr/prevention-sante/catalogue/Le-guide-de-l-allaitement-maternel-brochure3>
228. Allen LH. Vitamin B12 Metabolism and Status during Pregnancy, Lactation and Infancy. In: Allen L, King J, Lönnerdal B, éditeurs. *Nutrient Regulation during Pregnancy, Lactation, and Infant Growth* [Internet]. Boston, MA: Springer US; 1994 [cité 14 mai 2023]. p. 173-86. (Advances in Experimental Medicine and Biology). Disponible sur: [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2575-6\\_14](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2575-6_14)
229. Femme enceinte, allaitante ou avec un projet de grossesse [Internet]. Végéclic. [cité 14 mai 2023]. Disponible sur: <https://vegeclik.com/professionnel-de-sante/recommandations/femme-enceinte-allaitante-ou-avec-un-projet-de-grossesse/>
230. Nutrition : infos pour une alimentation équilibrée [Internet]. Vegan Pratique. [cité 14 mai 2023]. Disponible sur: <https://vegan-pratique.fr/conseils-nutrition-vegetalienne/femmes-enceintes/>
231. Entretien femme enceinte [Internet]. [cité 18 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/orne/pharmacien/exercice-professionnel/sante-prevention/accompagnements/entretien-femme-enceinte>

232. Kanis JA. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: synopsis of a WHO report. WHO Study Group. *Osteoporos Int.* nov 1994;4(6):368-81.
233. Vieillissement et santé [Internet]. [cité 14 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
234. Décès – Mortalité – Espérance de vie - France - TABLEAU DE BORD DE L'ÉCONOMIE FRANÇAISE [Internet]. [cité 14 mai 2023]. Disponible sur: [https://www.insee.fr/fr/outil-interactif/5367857/tableau/20\\_DEM/23\\_DME](https://www.insee.fr/fr/outil-interactif/5367857/tableau/20_DEM/23_DME)
235. Cederholm T, Cruz-Jentoft AJ, Maggi S. Sarcopenia and fragility fractures. *Eur J Phys Rehabil Med.* 1 févr 2013;49(1):111-7.
236. Gianoudis J, Bailey CA, Daly RM. Associations between sedentary behaviour and body composition, muscle function and sarcopenia in community-dwelling older adults. *Osteoporos Int.* 1 févr 2015;26(2):571-9.
237. Dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) · Inserm, La science pour la santé [Internet]. Inserm. [cité 15 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/degenerescence-maculaire-liee-age-dmla/>
238. Nutrition : infos pour une alimentation équilibrée [Internet]. Vegan Pratique. [cité 15 mai 2023]. Disponible sur: <https://vegan-pratique.fr/conseils-nutrition-vegetalienne/les-seniors/>
239. Recommandations DMLA [Internet]. VIDAL. [cité 15 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/maladies/recommandations/dmla-1776.html>

V8 (19 11 2009)

*Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche*

*Ministère de la santé et des sports*

**CONCOURS DE L'INTERNAT EN PHARMACIE**

**Valeurs biologiques usuelles**

**Edition de Novembre 2009  
(6 pages)**

**Conseil Scientifique des Concours de l'Internat en Pharmacie  
[www.cnci.univ-paris5.fr](http://www.cnci.univ-paris5.fr)**

## VALEURS BIOLOGIQUES USUELLES HUMAINES

### Unités du Système International (SI) et correspondances

- Abréviations des milieux dans lesquels les constituants ont été dosés :

Se : Sérum ; Pl : Plasma ; LCR : Liquide céphalorachidien

dU : Urines de 24 h ; Sg : Sang veineux ; SgA : Sang artériel

- Des abréviations peuvent être placées entre parenthèses :

(H) : Homme ; (F) : Femme

(8h) : Prélèvement réalisé à 8 heures

- Symboles des multiples et sous-multiples utilisés dans la liste des valeurs usuelles :

G : giga =  $10^9$  ; T : téra =  $10^{12}$

m : milli =  $10^{-3}$  ;  $\mu$  : micro =  $10^{-6}$  ; n : nano =  $10^{-9}$  ; p : pico =  $10^{-12}$  ; f : femto =  $10^{-15}$

*Nota bene : Les valeurs biologiques usuelles humaines doivent être connues dans les deux systèmes d'unités.*

<b>VALEURS BIOLOGIQUES USUELLES CHEZ L'ADULTE</b> (sauf exceptions mentionnées)
--

**CONSTITUANTS AZOTES NON PROTEIQUES**

(H) Se ou PI Créatinine	60 - 115 $\mu\text{mol/L}$	7 - 13 mg/L
(F) Se ou PI Créatinine	45 - 105 $\mu\text{mol/L}$	5 - 12 mg/L
(H) Se ou PI Urate	180 - 420 $\mu\text{mol/L}$	30 - 70 mg/L
(F) Se ou PI Urate	150 - 360 $\mu\text{mol/L}$	25 - 60 mg/L
Se ou PI Urée	2,5 - 7,5 mmol/L	0,15 - 0,45 g/L
(H) dU Créatinine	10 - 18 mmol	1100 - 2000 mg
(F) dU Créatinine	9 - 12 mmol	1000 - 1350 mg
dU Urate	2,4 - 4,8 mmol	400 - 800 mg
dU Urée	300 - 500 mmol	18 - 30 g
Clairance rénale mesurée de la créatinine relative à la surface corporelle de référence (1,73 m <sup>2</sup> )	1,50 - 2,30 mL/s	90 - 140 mL/min

**ELECTROLYTES - ELEMENTS MINERAUX**

PI Sodium	135 - 145 mmol/L	
PI Potassium	3,5 - 4,5 mmol/L	
PI Chlorure	95 - 105 mmol/L	
PI Bicarbonate	23 - 27 mmol/L	
PI Osmolalité	295 - 310 mmol/kg d'eau	295 - 310 mOsm/kg d'eau
PI Ammonium	25 - 40 $\mu\text{mol/L}$	0,45 - 0,70 mg/L
Se ou PI Calcium	2,20 - 2,60 mmol/L	88 - 104 mg/L
Se ou PI Fer	10 - 30 $\mu\text{mol/L}$	0,55 - 1,65 mg/L
Se ou PI Saturation de la transferrine	0,20 - 0,40	20 - 40 %
Se ou PI Phosphate (inorganique)	0,80 - 1,40 mmol/L	25 - 45 mg/L (exprimé en P)
dU Calcium	2,5 - 8,0 mmol	100 - 320 mg

**EQUILIBRE ACIDO-BASIQUE**

SgA pH (à 37°C)	7,35 - 7,45	
SgA pCO <sub>2</sub>		35 - 45 mmHg
SgA pO <sub>2</sub>		80 - 100 mmHg
SgA Oxyhémoglobine/Hémoglobine totale (SaO <sub>2</sub> )	0,94 - 1,00	94 - 100 %
SgA Bicarbonate	23 - 27 mmol/L	
SgA CO <sub>2</sub> total	25 - 30 mmol/L	

### ENZYMES

Les valeurs usuelles des activités enzymatiques sont très variables selon les techniques utilisées et dépendent notamment de la température de détermination. Les valeurs retenues ici correspondent aux résultats obtenus par les méthodes de référence IFCC à 37°C.

Limites supérieures de référence	Hommes	Femmes
Se Alanine aminotransférase (ALAT, TGP)	< 45 UI/L	< 34 UI/L
Se Aspartate aminotransférase (ASAT, TGO)	< 35 UI/L	< 35 UI/L
Se Créatine kinase (CK)	<171 UI/L	< 145 UI/L
Se Gamma glutamyltransférase (GGT)	< 55 UI/L	< 38 UI/L
Se Lactate déshydrogénase (LDH)	< 248 UI/L	< 248 UI/L

### GLUCOSE ET METABOLITES DERIVES

Pl Glucose	3,90 - 5,50 mmol/L	0,70 - 1,00 g/L
Pl Lactate	0,50 - 2,0 mmol/L	45 - 180 mg/L
LCR Glucose	2,50 - 3,50 mmol/L	0,45 - 0,65 g/L

### HEMOGLOBINE ET DERIVES

(H) Sg Hémoglobine		130 - 170 g/L
(F) Sg Hémoglobine		120 - 160 g/L
Sg Hémoglobine A <sub>2</sub> / Hémoglobine totale	< 0,035	< 3,5 %
Sg Hémoglobine A <sub>1c</sub> / Hémoglobine totale	< 0,06	< 6 %
Se ou Pl Bilirubine totale	< 17 µmol/L	< 10 mg/L
Se ou Pl Bilirubine conjuguée	0 µmol/L	0 mg/L
Se ou Pl Bilirubine non conjuguée	< 17 µmol/L	< 10 mg/L

### HORMONES

Se ou Pl Tétrai-iodothyronine libre (T <sub>4</sub> L)	10 - 23 pmol/L	8 - 18 ng/L
Se ou Pl Hormone thyroïdienne (TSH)	1,8 - 36 pmol/L	0,3 - 6 mU/L
Pl (8h) Cortisol total	275 - 555 nmol/L	100 - 200 µg/L
dU Cortisol libre	80 - 270 nmol	30 - 100 µg

**HEMOSTASE**

Sg Temps de saignement		
- technique d'Ivy trois points		2 - 4 min
- technique d'Ivy incision		4 - 8 min
PI Temps de céphaline avec activateur (rapport malade/témoin)		0,80 - 1,20
PI Activité du complexe prothrombinique (taux de prothrombine)		70 - 130 %
PI Fibrinogène		2 - 4 g/L
Sg Plaquettes	150 - 450 G/L	

**HEMATOLOGIE CELLULAIRE**

(H) Sg Vitesse de sédimentation érythrocytaire (1h)		2 - 5 mm
(F) Sg Vitesse de sédimentation érythrocytaire (1h)		3 - 7 mm
(H) Volume globulaire par kg de masse corporelle		30 mL
(F) Volume globulaire par kg de masse corporelle		26 mL

**HEMOGRAMME****Numération globulaire (Adulte)**

(H) Sg Erythrocytes	4,5 - 5,7 T/L	
(F) Sg Erythrocytes	4,2 - 5,2 T/L	
(H) Sg Hématocrite	0,42 - 0,54	42 - 54 %
(F) Sg Hématocrite	0,37 - 0,47	37 - 47 %
(H) Sg Hémoglobine		130 - 170 g/L
(F) Sg Hémoglobine		120 - 160 g/L
Sg CCMH		32 - 35 %
Sg TCMH		27 - 32 pg
Sg VGM	80 - 100 fL	
Sg Réticulocytes	20 - 80 G/L	
Sg Leucocytes	4,0 - 10,0 G/L	

**Formule leucocytaire et populations lymphocytaires (Adulte)**

	Concentration absolue	
Polynucléaires neutrophiles	2 - 7,5 G/L	
Polynucléaires éosinophiles	0,04 - 0,5 G/L	
Polynucléaires basophiles	< 0,10 G/L	
Lymphocytes	1 - 4 G/L	
Monocytes	0,2 - 1 G/L	
Lymphocytes T CD4	0,5 - 1,6 G/L	
Lymphocytes T CD8	0,4 - 0,8 G/L	



**Faculté des Sciences Pharmaceutiques**

VU, LE PRESIDENT DU JURY

CAEN, LE

VU, LE DIRECTEUR DE LA FACULTE  
DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES

CAEN, LE



## **Faculté des Sciences Pharmaceutiques**

L'université n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses et mémoires. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.

## **TITRE**

ACCOMPAGNEMENT DU PATIENT VEGETALIEN A L'OFFICINE

---

### **Résumé**

Le végétalisme est un régime alimentaire excluant tous les aliments issus du règne animal : la viande, la volaille, le poisson, les crustacés, les mollusques, les œufs, les produits de la ruche, le lait et ses produits dérivés. Une alimentation végétalienne équilibrée, bien menée et supplémentée en vitamine B12 est possible à tous les âges de la vie, sans risque pour la santé. Cependant, en cas de manque de connaissances sur les besoins nutritionnels cela peut causer des pathologies carencielles sévères. Il faut notamment être vigilant sur les risques de carences liés au calcium, au fer, au zinc et à la vitamine B12. Les besoins nutritionnels varient tout au long de la vie et il est primordial d'adapter les apports nutritionnels à chaque tranche d'âge.

Le pharmacien d'officine joue un rôle essentiel dans l'accompagnement des patients végétaliens, notamment pour aider à cette adaptation alimentaire. Il participe à la prise en charge des patients de tous les âges, il prodigue des conseils associés aux prescriptions médicamenteuses, notamment lors de supplémentations. Son rôle est primordial lors de demandes spontanées de conseils sur les compléments alimentaires.

L'objectif de cette thèse est de fournir aux pharmaciens d'officine un document de synthèse et d'analyse afin de leur permettre d'accompagner les patients végétaliens. Ce document réunit pour cela les connaissances actuelles et notions indispensables concernant les recommandations nutritionnelles générales, les sources végétales des macro et micronutriments et les nutriments à risque, à toutes les périodes de la vie. Il expose également les intérêts, risques et limites des supplémentations disponibles en officine.

---

## **TITLE**

VEGAN PATIENTS SUPPORT IN THE COMMUNITY PHARMACY

---

### **Summary**

Vegetalism is a diet excluding all food related to animals : meat, fish, seafood, eggs, honey and dairy products. A balanced vegan diet, well conducted and with B12 vitamin intake is possible for anyone whatever their age, without any risk for health. However, a lack of knowledge on nutritional needs

---

can lead to serious deficiency disorders. A special attention must be given to the risks related to calcium, iron, zinc and B12 vitamin deficiencies. Nutritional needs vary throughout life and it is essential to adapt nutritional intakes to each age group.

The community pharmacist plays an essential role in vegan patients support, especially to help with the diet adaptation. He contributes to the management and care for patients of any age and provides advice associated with drug prescriptions, especially throughout supplementation. His role is crucial when patients spontaneously request advice on dietary supplements. The purpose of this thesis is to provide pharmacists an analytical and summary paper to enable them to accompany vegan patients. This paper brings together current knowledge and essential concepts related to general nutrition, plant sources of macro and micronutrients and risky nutrients, at all stages of life. This paper also tackles the interests, risks and limits of supplements available in pharmacy.

---

### **Mots-clés**

Végétalisme, nutrition, officine, conseils, complémentation, supplémentation