

UNIVERSITE TOULOUSE III PAUL SABATIER  
FACULTE DE SANTE  
DEPARTEMENT DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES

ANNEE : 2022

THESE 2022 TOU3 2118

# THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Présentée et soutenue publiquement  
par

DELBROUCK Jena

LE PATIENT VÉGÉTALIEN : PRISE EN CHARGE À L'OFFICINE ET  
CONSEILS ASSOCIÉS

9 décembre 2022

Directeur de thèse : LEFEVRE Lise

## JURY

Président :	CUSSAC, Daniel
1 <sup>er</sup> assesseur :	LEFEVRE, Lise
2 <sup>ème</sup> assesseur :	CABOU, Cendrine
3 <sup>ème</sup> assesseur :	BARKATE, Anthony

**PERSONNEL ENSEIGNANT**  
**du Département des Sciences Pharmaceutiques de la Faculté de santé**  
**au 4 avril 2022**

**Professeurs Emérites**

Mme BARRE A.	Biologie Cellulaire
M. BENOIST H.	Immunologie
M. BERNADOU J	Chimie Thérapeutique
M. CAMPISTRON G.	Physiologie
Mme NEPVEU F.	Chimie analytique
Mme ROQUES C.	Bactériologie - Virologie
M. ROUGE P.	Biologie Cellulaire
M. SALLES B.	Toxicologie

**Professeurs des Universités**

**Hospitalo-Universitaires**

Mme AYYOUB M.	Immunologie
M. CESTAC P.	Pharmacie Clinique
M. CHATELUT E.	Pharmacologie
Mme DE MAS MANSAT V.	Hématologie
M. FAVRE G.	Biochimie
Mme GANDIA P.	Pharmacologie
M. PARINI A.	Physiologie
M. PASQUIER C.	Bactériologie - Virologie
Mme ROUSSIN A.	Pharmacologie
Mme SALLERIN B.	Pharmacie Clinique
M. VALENTIN A.	Parasitologie

**Universitaires**

Mme BERNARDES-GENISSON V.	Chimie thérapeutique
Mme BOUTET E.	Toxicologie - Sémiologie
Mme COUDERC B.	Biochimie
M. CUSSAC D. (Vice-Doyen)	Physiologie
M. FABRE N.	Pharmacognosie
Mme GIROD-FULLANA S.	Pharmacie Galénique
M. GUIARD B.	Pharmacologie
M. LETISSE F.	Chimie pharmaceutique
Mme MULLER-STAUMONT C.	Toxicologie - Sémiologie
Mme REYBIER-VUATTOUX K.	Chimie analytique
M. SEGUI B.	Biologie Cellulaire
Mme SIXOU S.	Biochimie
M. SOUCHARD J-P.	Chimie analytique
Mme TABOULET F.	Droit Pharmaceutique

## Maîtres de Conférences des Universités

### Hospitalo-Universitaires

M. DELCOURT N.	Biochimie
Mme JUILLARD-CONDAT B.	Droit Pharmaceutique
Mme KELLER L.	Biochimie
M. PUISSET F.	Pharmacie Clinique
Mme ROUCH L.	Pharmacie Clinique
Mme ROUZAUD-LABORDE C	Pharmacie Clinique
Mme SALABERT A.S.	Biophysique
Mme SERONIE-VIVIEN S (*)	Biochimie
Mme THOMAS F. (*)	Pharmacologie

### Universitaires

Mme ARELLANO C. (*)	Chimie Thérapeutique
Mme AUTHIER H.	Parasitologie
M. BERGE M. (*)	Bactériologie - Virologie
Mme BON C. (*)	Biophysique
M. BOUJILA J. (*)	Chimie analytique
M. BROUILLET F.	Pharmacie Galénique
Mme CABOU C.	Physiologie
Mme CAZALBOU S. (*)	Pharmacie Galénique
Mme CHAPUY-REGAUD S. (*)	Bactériologie - Virologie
Mme COLACIOS C.	Immunologie
Mme COSTE A. (*)	Parasitologie
Mme DERA EVE C. (*)	Chimie Thérapeutique
Mme ECHINARD-DOUIN V.	Physiologie
Mme EL GARAH F.	Chimie Pharmaceutique
Mme EL HAGE S.	Chimie Pharmaceutique
Mme FALLONE F.	Toxicologie
Mme FERNANDEZ-VIDAL A.	Toxicologie
Mme GADEA A.	Pharmacognosie
Mme HALOVA-LAJOIE B.	Chimie Pharmaceutique
Mme JOUANJUS E.	Pharmacologie
Mme LAJOIE-MAZENC I.	Biochimie
Mme LEFEVRE L.	Physiologie
Mme LE LAMER A-C. (*)	Pharmacognosie
M. LE NAOUR A.	Toxicologie
M. LEMARIE A.	Biochimie
M. MARTI G.	Pharmacognosie
Mme MONFERRAN S	Biochimie
M. PILLOUX L.	Microbiologie
M. SAINTE-MARIE Y.	Physiologie
M. STIGLIANI J-L.	Chimie Pharmaceutique
M. SUDOR J. (*)	Chimie Analytique
Mme TERRISSE A-D.	Hématologie
Mme TOURRETTE-DIALLO A. (*)	Pharmacie Galénique
Mme VANSTEELANDT M.	Pharmacognosie
Mme WHITE-KONING M. (*)	Mathématiques

(\*) Titulaire de l'habilitation à diriger des recherches (HDR)

## Enseignants non titulaires

### Assistants Hospitalo-Universitaires

M. AL SAATI A	Biochimie
Mme BAKLOUTI S.	Pharmacologie
Mme CLARAZ P.	Pharmacie clinique
Mme CHAGNEAU C.	Microbiologie
Mme LARGEAUD L	Immunologie
M. LE LOUEDEC F.	Pharmacologie
Mme STRUMIA M.	Pharmacie clinique
Mme TRIBAUDEAU L.	Droit Pharmaceutique

### Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche (ATER)

Mme AMRANE Dyhia	Chimie Thérapeutique
------------------	----------------------

## Remerciements

*Aux membres du jury,*

Je remercie chaleureusement toutes les personnes qui m'ont aidé pendant l'élaboration de ma thèse et notamment ma directrice Madame **Lise Lefèvre**, pour son intérêt et son soutien, sa disponibilité et ses nombreux conseils durant la rédaction de ma thèse.

Je remercie le Jury composé de Monsieur **Daniel Cussac**, Madame **Cendrine Cabou** et Monsieur **Anthony Barkate** de me faire l'honneur d'évaluer mon travail de thèse d'exercice en pharmacie.

*A ma famille,*

Je remercie **mes parents**, merci pour votre soutien inconditionnel durant ces très nombreuses années d'études et pour votre confiance indéfectible dans mes choix. Merci de m'avoir donné la possibilité d'exercer le métier que j'aime ;

Je remercie **mes sœurs**, merci pour vos encouragements et votre confiance ;

Je remercie **tout le reste de ma famille**, mes grands-parents, mes cousins et cousines, mes tantes, qui ont contribué de près ou de loin à ce que je suis devenue ;

Merci à mon chéri, **Laurent**, qui me soutient et m'encourage depuis tant d'années et grâce à qui je n'aurais pas pu reprendre mes études, merci pour toutes ces années de sacrifices, merci pour ta confiance et ta patience.

*Aux équipes officinales qui m'ont accompagnée dans mes premiers pas de pharmacien,*

Je remercie l'équipe de la **Pharmacie du Métro**, merci de m'avoir accueillie dès mes débuts, merci pour votre pédagogie, votre gentillesse et votre patience, notamment face à mes « questions du soir » ;

Je remercie l'équipe de la **Pharmacie des Sables**, merci pour votre accueil et votre confiance, et merci de m'accompagner dans mes premiers pas de pharmacien diplômé. Je suis ravie de continuer ma route dans votre officine.

*A mes amis,*

Je tiens également à remercier mes amies de fac, merci pour les moments partagés ensemble. Les journées de cours en amphitheâtre et les nombreux TP n'auraient pas été les mêmes sans vous. Je vous souhaite le meilleur.

# I. TABLE DES MATIERES

Remerciements.....	3
I. TABLE DES MATIERES.....	4
II. TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	7
III. INTRODUCTION.....	9
IV. LE REGIME VEGETARIEN ET VEGETALIEN.....	10
<b>A. DEFINITIONS.....</b>	<b>10</b>
1. LE VEGETARISME.....	10
2. LE VEGETALISME.....	10
3. LE VEGANISME.....	10
<b>B. ÉPIDEMIOLOGIE.....</b>	<b>11</b>
1. AU NIVEAU INTERNATIONAL.....	11
2. AU NIVEAU NATIONAL.....	12
<b>C. BENEFICES ET RISQUES LIES AU REGIME VEGETALIEN.....</b>	<b>13</b>
1. BENEFICES ET BIENFAITS POUR LA SANTE.....	13
a) Surpoids et obésité.....	14
b) Pathologies cardiovasculaires.....	14
c) Diabète.....	15
d) Cancers.....	15
e) Ostéoporose.....	15
2. STATUT NUTRITIONNEL DES VEGETARIENS ET VEGETALIENS D'APRES LA LITTERATURE.....	16
V. L'ALIMENTATION DU VEGETALIEN A L'OFFICINE.....	21
<b>A. LES NUTRIMENTS A RISQUE DE CARENCE.....</b>	<b>21</b>
1. LIPIDES.....	22
a) Généralités et notions de synthèse des lipides.....	22
b) Rôle des lipides.....	23
c) Statut nutritionnel des végétariens et végétaliens selon la littérature.....	24
2. PROTÉINES.....	25
a) Généralités et rôles des protéines.....	25
b) Statut nutritionnel des végétariens et végétaliens selon la littérature.....	26
(1) Protéines dans leur globalité.....	26
(2) Les acides aminés.....	27
3. VITAMINE B12.....	28
a) Structures et rôles de la cobalamine.....	29
b) Sources de la cobalamine.....	30
c) Métabolisation.....	31
d) Carences.....	31
e) Suivi biologique.....	32
f) Besoins.....	34
g) Statut nutritionnel des végétariens et végétaliens selon la littérature.....	34
4. SANTE OSSEUSE : CALCIUM ET VITAMINE D.....	35

a)	Vitamine D.....	36
(1)	Rôle de la vitamine D.....	36
(2)	Sources de la vitamine D.....	36
(3)	Carence.....	36
b)	Calcium.....	37
(1)	Rôle du calcium.....	37
(2)	Carence.....	37
c)	Statut nutritionnel des végétariens et végétaliens selon la littérature.....	37
5.	FER.....	39
a)	Généralités et rôles du fer.....	39
b)	Carence en fer.....	40
c)	Sources.....	40
d)	Statut nutritionnel des végétariens et végétaliens selon la littérature.....	40
6.	ZINC.....	42
a)	Rôles du zinc.....	42
b)	Sources.....	42
c)	Carence.....	43
d)	Statut nutritionnel des végétariens et végétaliens selon la littérature.....	43
7.	IODE.....	44
a)	Rôles de l'iode.....	44
b)	Carence.....	44
c)	Statut nutritionnel des végétariens et végétaliens selon la littérature.....	44
8.	SÉLÉNIUM.....	45
a)	Rôles du sélénium.....	45
b)	Carence.....	45
c)	Source.....	46
d)	Statut nutritionnel des végétariens et végétaliens selon la littérature.....	46
9.	CONCLUSION.....	46
<b>B.</b>	<b>CONSEIL NUTRITIONNEL A L'OFFICINE.....</b>	<b>47</b>
1.	AIDE A LA CONSTITUTION D'UN REPAS EQUILIBRE.....	47
a)	DEFINITIONS.....	47
b)	LIPIDES.....	47
d)	PROTEINES.....	50
e)	VITAMINE D.....	52
f)	VITAMINE B12.....	55
g)	FER.....	59
h)	ZINC.....	61
i)	IODE.....	65
j)	CALCIUM.....	67
k)	SELENIUM.....	69
3.	SITUATIONS PHYSIOLOGIQUES PARTICULIERES.....	71
a)	L'ENFANT : DU NOURRISSON À L'ADOLESCENT.....	71
(1)	La littérature.....	72
(2)	Les nutriments à risque.....	73
(3)	Conclusion.....	86
b)	LA FEMME ENCEINTE ET ALLAITANTE.....	86
(1)	Protéines.....	88
(2)	Lipides.....	88
(3)	Fer.....	89

(4) Zinc.....	89
(5) Iode.....	90
(6) Calcium .....	90
(7) Vitamine D .....	90
(8) Vitamine B12 .....	90
(9) Composition qualitative du lait maternel chez une femme suivant un régime à base de plantes.....	91
b) LE SPORTIF.....	93
(1) Protéines.....	93
(2) Glucides .....	95
(3) Lipides.....	95
(4) Fer.....	96
(5) Zinc.....	96
(7) Calcium .....	97
(8) Vitamine D .....	97
(9) Vitamine B12 .....	97
(10) Supplémentation spécifique au sportif.....	98
c) LA PERSONNE AGÉE.....	99
(1) Les protéines.....	99
(2) Les lipides.....	100
(3) Le calcium .....	100
(4) La vitamine D .....	100
(5) La vitamine B12 .....	100
<b>C. PRISE EN CHARGE D'UNE CARENCE NUTRITIONNELLE : LA SUPPLÉMENTATION .....</b>	<b>102</b>
VI. FICHES D'AIDE AU CONSEIL A DESTINATION DU PROFESSIONNEL DE SANTE.....	113
VII. CONCLUSION.....	127
VIII. ANNEXES .....	128
IX. BIBLIOGRAPHIE .....	131

## II. TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Evolution des recherches Google sur le terme "Vegan" dans le monde.....	11
Figure 2 : Répartition géographique des recherches Google liés au mot « Vegan » en 2021. 12	
Figure 3 : Evolution des recherches Google sur le terme "Vegan" en France. ....	12
Figure 4 : Nutriments à risque et nutriments dont l'apport serait suffisant chez des personnes omnivores, végétariennes et végétaliennes .....	22
Figure 5 : Synthèse et conversion des lipides omega 3 et omega 6 .....	23
Figure 6 : Références nutritionnelles en acides gras pour l'adulte consommant 2000 kcal/j selon l'ANSES .....	24
Figure 7 : Différentes structures de la vitamine B12. 1 = adénosylcobalamine ; 2 = méthylcobalamine ; 3 = hydroxycobalamine ; 4 = Cyanocobalamine.....	29
Figure 8 : Rôle de la vitamine B12 dans la synthèse d'ADN (21).....	30
Tableau 1 : Recommandations pour l'apport en lipides pour la population générale (ANSES) .....	48
Tableau 2 : Sources végétales d'acide alpha-linolénique .....	49
Tableau 3 : Recommandations pour les protéines (ANSES).....	50
Tableau 4 : Sources végétales de protéines.....	52
Tableau 5 : Repères nutritionnels pour la vitamine D (ANSES).....	53
Tableau 6 : Recommandation en vitamine D pour les végétaliens.....	54
Tableau 7 : Repères nutritionnels pour la vitamine B12 (ANSES) .....	55
Tableau 8 : Repères nutritionnels pour le fer (ANSES) .....	59
Tableau 9 : Sources végétales du fer .....	60
Tableau 10 : Repères nutritionnels pour le zinc (ANSES).....	62
Tableau 11 : Sources végétales de zinc.....	64
Tableau 12 : Repères nutritionnels pour l'iode (ANSES) .....	65
Tableau 13 : Teneur en iode de certaines algues .....	66
Tableau 14 : Repères nutritionnels pour le calcium (ANSES).....	67
Tableau 15 : Sources végétales de calcium.....	69
Tableau 16 : Teneur en calcium des eaux de source .....	69
Tableau 17 : Repères nutritionnels pour le sélénium (ANSES) .....	70
Tableau 18 : Sources végétales de sélénium .....	70



Tableau 19 : Doses recommandées en cyanocobalamine (47).....	80
Tableau 20 : Recommandations en fer pour les enfants non-végétariens .....	81
Annexe 1 : Doses journalières maximales autorisées selon l'Arrêté du 9 mai 2006 relatif aux nutriments pouvant être employés dans la fabrication des compléments alimentaires (59) .....	128
Annexe 2 : substances vitaminiques et minérales pouvant être utilisées pour la fabrication de compléments alimentaires selon l'Arrêté du 9 mai 2006 relatif aux nutriments pouvant être employés dans la fabrication des compléments alimentaires (59) .....	129

### III. INTRODUCTION

Le végétarisme est un régime alimentaire excluant des aliments d'origine animale. Il regroupe plusieurs modes d'alimentation selon le niveau de restriction des produits d'origine animale. Ainsi, le végétalisme repose sur une alimentation composée uniquement d'aliments cultivés : légumes, fruits, oléagineux, légumineuses et graines.

Ces différents régimes sont basés sur des critères motivationnels individuels et psychologiques, qui sont principalement la santé et l'éthique.

La littérature rapporte que bien conçue et comportant une supplémentation adéquate, cette alimentation est bénéfique pour la santé, adaptée sur le plan nutritionnel, et ce, à tous les âges de la vie. De plus, elle peut jouer un rôle dans la prévention et le traitement de certaines maladies. Cependant, elle peut devenir problématique en cas de non connaissance des besoins nutritionnels. Effectivement, l'iode, le calcium, la vitamine B12, le zinc, les acides gras oméga 3, les protéines, le fer et la vitamine D sont les nutriments à risque de carences dans l'alimentation végétalienne.

A l'heure où ce type d'alimentation devient de plus en plus répandu, la nécessité de recommandations précises pour la population générale mais également pour des populations spécifiques tels que les enfants, les femmes enceintes et allaitantes, les sportifs ainsi que les personnes âgées devient indispensable afin de leur assurer une alimentation optimale.

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) encourage une alimentation plus végétale mais il n'existe actuellement aucune recommandation officielle concernant la nutrition végétalienne en France.

L'objectif de cette thèse est d'identifier les nutriments à risque, d'étudier la littérature pour savoir si une alimentation végétale peut être suffisante pour apporter tous les nutriments nécessaires sans risquer une carence et d'établir un support destiné aux professionnels de santé et notamment les officinaux afin de leur permettre d'accompagner les patients et les orienter au mieux pour garantir une alimentation saine et équilibrée.

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

## IV. LE REGIME VEGETARIEN ET VEGETALIEN

Les régimes à base de plantes sont des régimes restrictifs qui se basent sur une alimentation principalement végétale avec une diminution voire une éviction totale de produits d'origine animale. Il existe différents degrés de restrictions quant aux produits animaliers.

### A. DEFINITIONS

#### 1. LE VEGETARISME

Le végétarisme correspond à une alimentation basée sur l'éviction de chair animale, c'est-à-dire de viande, de volaille, de poisson, de crustacés ou de produits contenant ces aliments. Toutefois, les aliments d'origine animale, c'est-à-dire les produits laitiers, les œufs, la gélatine ou encore le miel sont autorisés. Ce modèle alimentaire est aussi appelé lacto-ovo-végétarisme. (1)

Il existe différentes sous-catégories de végétarisme tel que :

- L'alimentation lacto-végétarienne : incluant les produits laitiers mais pas les œufs.
- L'alimentation ovo-végétarienne : incluant les œufs mais pas les produits laitiers.
- L'alimentation pesco-végétarienne : incluant le poisson et de fruits de mer.
- L'alimentation flexitarienne, quant à elle, est une alimentation principalement végétarienne voire végétalienne mais qui autorise la consommation de produits d'origine animale (viande, poisson ou autre) lors de certaines occasions (restaurants, repas de fête, ...). (1-3)

#### 2. LE VEGETALISME

Le végétalisme est une alimentation évitant tout aliment d'origine animale, et notamment les produits laitiers, la gélatine, les œufs, les fromages et le miel, ...

Le végétalisme repose donc sur une alimentation composée d'aliments cultivés : légumineuses, céréales, oléagineux, légumes, fruits, grains, ... (1-3)

#### 3. LE VEGANISME

Le véganisme est une extension du végétalisme sur d'autres aspects du quotidien. Il s'agit d'un mode de vie refusant toute exploitation animale.

La personne vegane ne mange donc aucun aliment d'origine animale, mais exclu tout autre produit issu de cette exploitation, c'est-à-dire les vêtements, sacs et chaussures composés de cuir, de laine, de soie ou de fourrure ; les cosmétiques contenant des ingrédients d'origine

animale (la cire d'abeille, certains colorants tels que le rouge carmin ou rouge cochenille, ...); les loisirs tels que les zoos, corridas, cirques, ...

On peut donc supposer que ces régimes alimentaires restrictifs peuvent entraîner une réduction dans l'apport de certains nutriments si une attention particulière n'est pas portée sur l'équilibre et la variété de l'alimentation. (1–3)

L'objectif de cette thèse est donc de faire un point sur les besoins nutritionnels particuliers de différentes populations (enfants, adultes, femmes enceintes, ...) ayant adopté un régime végétarien ou végétalien et d'apporter une source d'information et d'aide au suivi et au conseil destinés aux professionnels de santé.

## B. ÉPIDEMIOLOGIE

Il est certain que la proportion des personnes végétariennes ou végétaliennes est en augmentation depuis quelques années. Il est pour le moment relativement difficile d'obtenir des chiffres exacts du fait que les études épidémiologiques sur le sujet sont assez récentes. Il est malgré tout possible de se faire une idée grâce à quelques études récentes ayant vu le jour. (4,5)

### 1. AU NIVEAU INTERNATIONAL

En effet, il est certain que le véganisme interpelle de plus en plus de personnes à travers le monde. Le graphique ci-dessous (Figure 1) montre l'évolution croissante, depuis 2004 à aujourd'hui, des recherches Google concernant le terme « vegan », d'après Google Trend qui cartographie les recherches liées au mot « vegan ».

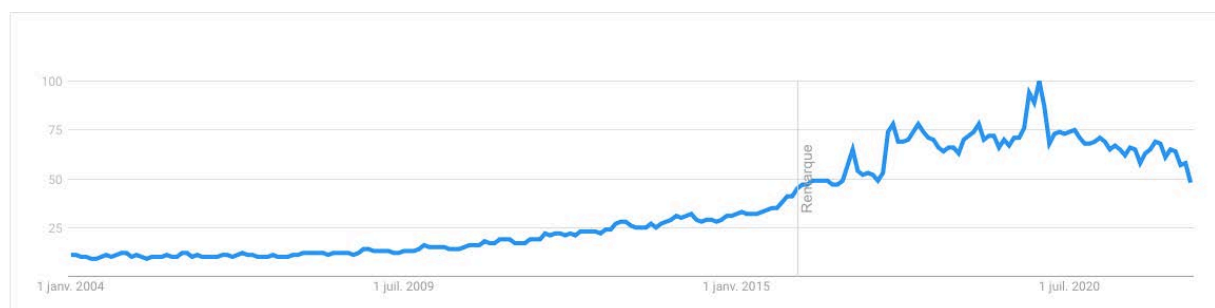


Figure 1 : Evolution des recherches Google sur le terme "Vegan" dans le monde.

En 2021, les pays les plus intéressés par le véganisme seraient le Royaume-Uni, la Nouvelle-Zélande, l’Australie, le Canada et les Etats-Unis suivis des pays Européens, toujours d’après Google Trends.



Figure 2 : Répartition géographique des recherches Google liées au mot « Vegan » en 2021.

Des études indiquent des prévalences de végétariens comprises 1 et 9 % en 2016. En Inde est observée une prévalence de 40 % en 2006.

Quant au régime végétalien, on estime une prévalence de 5% en Israël en 2014, 2% en Angleterre en 2007 et 1% en Allemagne et Australie en 2014. (5,6)

En 2016, 3,3% des Américains seraient végétariens dont 46% seraient végétaliens. (1)

De manière générale, on observe une augmentation de ces chiffres, notamment dans les pays riches. En effet, la proportion d’américains ayant une alimentation végétale aurait considérablement augmenté, passant de 300 000 à 500 000 personnes en 1997 à 2,5 à 6 millions de personnes en 2012. (6)

## 2. AU NIVEAU NATIONAL

En France, l’intérêt pour le véganisme est également grandissant, comme le montre le graphique reflétant les recherches Google concernant le terme « Vegan » selon Google Trend (Figure 3).

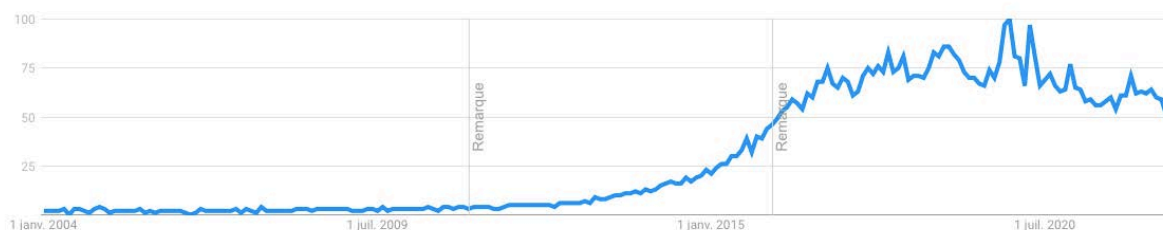


Figure 3 : Evolution des recherches Google sur le terme "Vegan" en France.

En France, on estime la prévalence de végétariens entre 2 et 3 %. (5)

L’étude individuelle nationale des consommations alimentaires (INCA) réalisée par l’ANSES fournit à un moment donné une photographie des habitudes de consommations alimentaires

de la population française métropolitaine. Ainsi dans l'étude INCA 3 étudiant les habitudes alimentaires des français entre 2014 et 2015, 1,8% des adultes de 18 à 79 ans déclarent suivre un régime végétarien excluant au minimum la viande, dont 33% déclarent ne pas manger de poisson. Quant aux enfants et adolescents de 0 à 17 ans, 0,4% seraient végétariens excluant au minimum la viande, dont 48% déclarent ne pas manger de produits de la mer.(7)  
Selon les données de l'INCA, la France comptait environ 90 000 de personnes véganes entre 2014 – 2015. (8)

## C. BENEFICES ET RISQUES LIES AU REGIME VEGETALIEN

D'après l'Académie américaine de nutrition et de diététique, une alimentation végétarienne équilibrée contient des apports nutritionnels adaptés au regard des recommandations officielles. Cependant, une éducation nutritionnelle est nécessaire afin qu'elle puisse être bénéfique et la plus variée possible tout en évitant les carences. (5)

### 1. BENEFICES ET BIENFAITS POUR LA SANTE

De nombreux chercheurs ont étudié les effets d'un régime végétarien voire végétalien sur la santé. Malgré que le fait les résultats puissent varier d'une étude à l'autre du fait des différences culturelles d'un pays à l'autre ou des variabilités dans les cohortes par exemple, on peut retrouver des similarités sur les effets bénéfiques de ces régimes sur la santé, notamment sur les maladies métaboliques et cardiovasculaires.

En effet, de manière générale, l'indice de masse corporelle (IMC) est inférieur pour les personnes végétaliennes (IMC de 23,6) par rapport aux personnes non végétaliennes (IMC de 28,8).

De même, il est rapporté moins de cholestérol, d'hypertension artérielle, de risques de maladies cardiovasculaires, de diabète de type 2, de cancers féminins, de cancers de la prostate et du côlon, d'obésité et de maladies chroniques chez les individus suivant un régime végétarien, comparativement aux individus suivant un régime omnivore. (5)

Notons tout de même que l'adhésion à une régime végétarien ou végétalien s'accompagne le plus souvent d'un comportement tendant à préserver la santé voire à l'améliorer, ainsi, la pratique d'une activité sportive régulière, la rareté voire l'absence de consommation d'alcool et la non-consommation de tabac observées chez les végétariens et les végétaliens contribuent pour une part non négligeable au bien-être et à la santé globale de ces individus. (6)

### *a) Surpoids et obésité*

Il est reconnu qu'un poids et un indice de poids corporel (IMC) adaptés sont associés à une réduction du risque de pathologies chroniques, notamment cardiovasculaires ou métaboliques telles que le diabète.

Il a été montré qu'un régime principalement basé sur des produits d'origine végétale favorise un IMC bas.

En effet, l'étude Adventist Health Study-2 menée entre 2001 et 2007 et comportant 96 000 participants américains et canadiens, a mesuré un IMC moyen de 28,8 (correspondant à un surpoids) chez les personnes consommant de la viande, contre un IMC de 23,6 (correspondant à un poids normal) chez les personnes végétariennes ou végétaliennes. Dans l'étude EPIC-Oxford, les personnes omnivores avaient un IMC plus élevé (IMC de 24,4) que les personnes végétariennes (IMC de 22,5). Finalement, dans l'étude Swedish Mammography Cohort Study menée entre 1990 et 2009, la prévalence de surpoids et obésité était de 40% chez les personnes omnivores, alors qu'elle était de 25% chez les végétariens.

Deux méta-analyses ont montré que l'adhésion à un régime végétarien était associée à une plus grande perte de poids par rapport aux groupes de régimes témoins. (1)

### *b) Pathologies cardiovasculaires*

Il a également été montré qu'un régime végétarien était associé à une réduction de certains facteurs de risque cardiovasculaires dits modifiables tels que l'obésité abdominale, l'hypertension artérielle ou les dyslipidémies. Ce type de régime diminue également les marqueurs d'inflammation ainsi que le stress oxydant, et protège contre les pathologies athéromateuses. (1)

L'étude EPIC-Oxford montrait que le régime végétarien, caractérisé par une consommation plus importante de fibres, de graisses insaturées avec une réduction en lipides totaux, associait des taux de cholestérol plus faible qu'avec un régime omnivore.

De la même manière, une méta-analyse randomisée a révélé que le régime végétarien associait une réduction significative de lipoprotéines riches en cholestérol et une réduction du risque de pathologies cardiovasculaires de 10%.

Dans l'étude Adventist Health Study-2, le risque de développer une pathologie cardiovasculaire était réduit de 13% et le risque de développer une coronaropathie était réduit de 19% chez les personnes privilégiant un régime végétarien. (1)

Le régime végétarien semble également diminuer la prévalence d'hypertension artérielle. L'étude EPIC-Oxford a notamment révélé que les personnes végétaliennes présentaient des valeurs de tension artérielle (systolique et diastolique) plus basses comparé aux autres régimes alimentaires y compris le régime végétarien et pesco-végétariens. Ce résultat a été confirmé par l'étude Adventist Health Study-2. (1)

### *c) Diabète*

Les personnes végétaliennes et végétariennes auraient un risque moindre de développer un diabète de type 2 en comparaison aux personnes omnivores.

Selon l'étude Adventist Health Study-2 la prévalence de diabète de type 2 est deux fois plus élevée chez les personnes omnivores par rapport aux personnes végétariennes. De plus, selon cette même étude, le risque de développer un diabète de type 2 est réduit de près de 77% chez les personnes végétaliennes et de 54% chez les personnes végétariennes en comparaison aux personnes omnivores. (1)

### *d) Cancers*

D'après les études Adventist Health Study-2 et EPIC-Oxford, le risque de développer un cancer est réduit avec une alimentation végétarienne par rapport à une alimentation non végétarienne, et en particulier les cancers gastro-intestinaux, mais également les cancers des tissus lymphatiques et hématopoïétiques.

De plus, il semblerait que le régime végétal aurait un effet protecteur vis-à-vis des cancers de manière générale, diminuant leur incidence de 18%. Ceci serait lié à la teneur en composés phytochimiques présents dans les légumes, les légumineuses, les fruits, les épices, et les grains entiers. En effet, ces composés phytochimiques interviennent au niveau de différents processus cellulaires impliqués dans l'oncogenèse. (1,9)

### *e) Ostéoporose*

Des études ont démontré que les personnes végétariennes présenteraient une densité minérale osseuse équivalente ou légèrement inférieure par rapport aux personnes omnivores. Cependant, cette diminution de densité minérale osseuse ne semble pas avoir de répercussions cliniques sur ces personnes.

Les régimes végétariens sont associés à plusieurs facteurs qui favorisent la santé osseuse, notamment une consommation élevée de légumes et de fruits ; un apport suffisant en magnésium, potassium, vitamine K et C. À l'inverse, le risque osseux augmente lorsque les apports sont faibles en calcium, en vitamine D, en vitamine B-12 et en protéines. L'étude EPIC-Oxford a signalé une augmentation de 30 % du risque de fracture chez les végétaliens mais pas d'augmentation du risque chez les lacto-ovo-végétariens par rapport aux non-végétariens. En outre, lorsque les apports en calcium étaient contrôlés et suffisants chez les personnes végétaliennes, le risque de fracture a significativement diminué.

Il conviendra donc de surveiller les apports en micro-nutriments, notamment en calcium, vitamine D et B12 en cas de régime végétarien ou végétalien. (1)



## 2. STATUT NUTRITIONNEL DES VEGETARIENS ET VEGETALIENS D'APRES LA LITTERATURE

Comme nous venons de le voir, de nombreux bénéfices pour la santé ont été attribués à un régime alimentaire d'origine végétale. Toutefois, du fait que ces modes alimentaires soient restrictifs, il demeure des inquiétudes sur la qualité nutritionnelle et l'exhaustivité quant à l'apport nutritionnel du régime végétarien et végétalien. Des études suggèrent que les sujets suivant ce type de régime sont plus susceptibles de présenter des carences en nutriments et il existe un débat sur la question de savoir si un régime végétalien doit être complété par divers nutriments, notamment le fer, le zinc, l'iode, le sélénium, le calcium, les omega-3, la vitamine B12, la vitamine D et la vitamine B2. (10,11)

Des études ont montré que la qualité nutritionnelle diffère entre une population végétalienne et non végétalienne. La qualité nutritionnelle peut également différer selon les critères motivationnels au sein de la population végétalienne, tels que les critères éthiques, environnementales, liés à la santé, aux préférences gustatives, à l'influence d'autrui, ... ; les critères motivationnels les plus courants étant l'éthique ou la santé. En effet, les critères motivationnels peuvent influencer les choix nutritionnels des individus. (6)

Lorsque l'alimentation végétale comporte des fruits, légumes, céréales, fruits secs, graines, légumineuses et graisses insaturées, la qualité nutritionnelle est généralement optimale pour la santé. Toutefois, les sources d'alimentation végétale sont diverses et la qualité des apports dépend fortement des choix nutritionnels. Effectivement, lorsqu'elle repose sur la consommation de graisses saturées, des produits riches en sucres et en sels, le régime végétarien est beaucoup moins optimal pour la santé. (6)

Une étude américaine publiée en 2015 par *Radnitz et son équipe* a étudié le lien entre les critères motivationnels (éthique ou santé) et le comportement quant aux choix nutritionnels de 246 personnes végétaliennes. (6)

Dans cette étude, le groupe formé de personnes motivées par l'éthique (groupe ETH) consommait plus de produits à base de soja, d'aliments riches en vitamine D, de produits sucrés et se supplémentait plus en vitamines. Quant au groupe formé de personnes motivées par la santé (groupe HEA), ce dernier consommait plus fruits et légumes riches en composés phytochimiques tels que les polyphénols (connu pour les propriétés anti-oxydantes).

Les produits à base de soja sont sujets à controverses sur leurs effets sur la santé. Des études montrent que les produits à base de soja fermentés ou peu transformés sont bénéfiques pour la santé et protègent contre certains cancers et pathologies cardiaques. (6) A l'inverse, la préparation de produits à base de soja transformés nécessite l'utilisation de solvants et autres composants qui, lorsque consommés en grande quantités, peuvent être nocifs pour la santé. Quant à la consommation de fruits et légumes, il est bien connu qu'ils sont une source importante de vitamines, minéraux, fibres et composés phytochimiques essentiels à la santé.

Finalement, il est également connu qu'un apport élevé en sucres est associé à un large éventail d'effets néfastes sur la santé, notamment l'obésité, le diabète de type 2 et les pathologies cardiaques.

Concernant la consommation de compléments alimentaires, il est possible que les personnes choisissant un régime végétalien pour des raisons de santé se concentrent davantage sur l'obtention des nutriments nécessaires à partir des aliments et n'aient donc pas ressenti le besoin d'utiliser des compléments alimentaires. (6)

Une autre étude, menée par *P. Clarys et son équipe* (10), a comparé la qualité nutritionnelle des différents régimes alimentaires (végétalien, végétarien, pesco-végétarien, et omnivore) au travers de questionnaires concernant les habitudes alimentaires et les aliments consommés par les différents groupes.

Ils ont ainsi mis en évidence que les personnes ayant un régime restrictif ont un apport calorique globalement plus faible que les personnes omnivores.

Les végétaliens consommaient moins de graisses saturées et plus d'acides gras poly-insaturés alimentaires et de fibres alimentaires que les omnivores. Ceci est notamment lié au fait que les régimes restrictifs sont composés de quantités plus importantes de fruits et légumes, ainsi que d'aliments pauvres en graisses.

La consommation en calcium est plus élevée chez les végétariens et pesco-végétariens, mais plus faible chez les omnivores puis les végétaliens.

L'apport en fer était plus important chez les végétaliens, mais cet apport n'est pas corrélé à un statut en fer optimal, du fait de l'absorption moins efficace du fer non héminique, comme nous le verrons plus tard.

Ensuite, dans cette même étude, les chercheurs ont utilisé l'indice d'alimentation saine (*Healthy Eating Index ; HEI*), qui est un indice permettant de comparer les régimes alimentaires des différents groupes par rapport aux recommandations américaines en termes de nutrition établi par le ministère de l'Agriculture des États-Unis. Un autre score, le score de régime méditerranéen (*Mediterranean Diet Score ; MDS*) permet de comparer ces régimes alimentaires au régime alimentaire méditerranéen connu pour être bénéfique pour la santé et protecteur vis-à-vis de certaines pathologies. Des valeurs élevées dans les deux systèmes d'indexation (HEI et MDS) sont corrélés à des effets positifs sur la santé. Dans cette étude, des valeurs élevées ont été trouvées pour les régimes végétariens et végétaliens pour l'HEI et le MDS. (10)

Il semblerait donc que les régimes basés sur une alimentation végétale permettent des apports adéquats en nutriments et une qualité nutritionnelle satisfaisante.

Notons toutefois que les systèmes d'indexation utilisés dans cette étude sont basés sur la présence ou l'absence de certains types d'aliments considérés comme « souhaités » ou « non souhaités » par rapport aux recommandations, et qu'entre les deux systèmes d'indexation, il existe également des différences sur ce qui est un aliment « souhaité » et « non souhaité ». De plus, les indices associés aux aliments ne prennent pas en compte la composition complète

en micronutriments, ainsi, ils ne prennent par exemple pas en compte l'apport en vitamine B12 par exemple, qui est particulièrement à surveiller lors d'un régime végétalien.

Une autre étude, très récente, datant de 2021 et menée par *Bakaloudi D.R.* et son équipe (11) a comparé les résultats de 48 études sur les apports nutritionnels de populations ayant des régimes alimentaires différents avec les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en terme d'apports en macro et micronutriments. Cette étude se focalise principalement sur le régime végétalien, mais on peut supposer qu'étant donné qu'il s'agit du régime le plus restrictif parmi les régimes basés sur une alimentation végétale, les résultats de cette étude pourraient refléter le cas le plus extrême en termes de carence et de statut nutritionnel.

Dans cette étude, ils ont mis en évidence que l'apport total en énergie (AET) était globalement inférieur pour les végétaliens suivis par les végétariens, mais malgré un AET plus faible, les végétaliens respectaient les apports journaliers recommandés avec des apports compris entre 1672 et 2055 kcal/j. Les glucides et les protéines de soja sont les principales sources d'énergie pour les végétaliens. Notons toutefois que les AET dépendent étroitement des caractéristiques individuelles (sexe, âge, taille, poids et activité sportive).

Le régime végétalien était caractérisé par une forte consommation de glucides, plus de 50% des AET. De plus, l'apport en fibres était plus élevé chez les végétaliens que chez les sujets omnivores, jouant un rôle dans le contrôle de la glycémie et la prévention du diabète de type 2, mais peut entraîner une augmentation du risque de syndrome de l'intestin irritable du fait d'un transit accéléré. (11)

L'apport total en matières grasses était plus faible dans les régimes végétaliens, mais l'apport était toutefois en accord avec les directives de l'OMS. Cependant, des différences significatives ont été observées dans les sous-groupes de matières grasses : la consommation d'acides gras mono-insaturés et d'acides gras saturés était plus faible chez les végétaliens, la principale source de graisse étant les acides gras polyinsaturés. Cet apport aide à la prévention de pathologie cardiovasculaires.

L'apport total en protéines dans les groupes végétaliens était le plus faible par rapport aux autres groupes de régime. L'apport en protéines était d'environ 13 à 15 % alors que l'OMS recommande un apport en protéines de 15 % de l'AET. Environ 30 - 40 % de la population végétalienne étaient en dessous de la limite basse des valeurs de référence, 64,5 % respectaient l'apport quotidien recommandé en protéines et, chez 8,1 % l'apport en protéines était supérieur à la limite haute des valeurs de référence. Plus précisément, la tyrosine et les autres acides aminés essentiels (lysine, méthionine et tryptophane) présentent les concentrations plasmatiques les plus faibles dans les régimes végétaliens par rapport aux autres types de régimes. La glycine et l'alanine sont les acides aminés dont les concentrations plasmatiques sont les plus élevées chez les personnes végétaliennes. Toutefois, les études montrent également qu'il est possible d'obtenir un apport suffisant en protéines en consommant des aliments d'origine végétale uniquement. En effet, les chiffres montrent que la majorité des personnes végétaliennes respectaient les recommandations. De plus, ces

mêmes études ont montré qu'un nombre significatif de personnes omnivores avaient un apport trop élevé (> 2,2 g/kg/j) en protéines, ce qui peut être délétère pour le foie et les reins, ainsi qu'augmenter le risque de certains cancers. Il semble également que la consommation de protéines d'origine végétale soit associée à une diminution de maladies cardiovasculaires et développement de cancers.

En ce qui concerne les micronutriments, les résultats varient entre les groupes de régime.

L'apport en vitamine A est inférieur par rapport aux autres groupes de régimes mais les concentrations sériques sont suffisantes.

L'apport entre les différents types de vitamines B est variable. Les végétaliens avaient les apports les plus élevés en vitamine B1 et B6, mais le plus faible apport en vitamines B2, niacine et B12. Un régime végétalien semblerait être incapable de fournir les niveaux recommandés d'apport alimentaire en vitamines B2, B6 et en niacine. Toutefois, bien que l'apport en vitamine B6 dans les régimes végétaliens soit adéquat, sa concentration sanguine était caractérisée comme insuffisante pour une alimentation saine en raison de la biodisponibilité réduite dans les aliments à base de plantes et/ou dans les cas où les individus consommaient une quantité importante de céréales dans leur alimentation plutôt que de fruits. En moyenne, l'apport en vitamine B12 était de 0 - 0,9 mg/j chez les végétaliens, ce qui est bien en dessous des apports journaliers recommandés (AJR) de 2,4 mg/j. En effet, le risque de carence en vitamine B12 est plus fréquent chez les végétaliens du fait de l'exclusion d'aliments riches en vitamine B12 tels que les œufs, la viande et la volaille. La prévalence des carences diminue toutefois dans le cas d'une consommation d'aliments enrichis en vitamine B12.

L'apport en vitamine C était élevé avec un apport de 100 mg/j (AJR de 45 mg/j) et un risque plus faible de développer des carences en vitamine C que les autres groupes de régime.

Un régime végétalien est caractérisé par un apport en vitamine D plus faible par rapport aux autres régimes, ou inférieur à la valeur de référence des apports, avec une diminution de la concentration sérique de vitamine D totale et une augmentation de la 25-hydroxyvitamine D2. Toutefois, le risque de carence en vitamine D reste faible. De plus, la consommation d'aliments riches en ergocalciférol tels que les champignons et une exposition solaire suffisante permet de prévenir une éventuelle insuffisance en vitamine D.

L'apport alimentaire en vitamine E est considéré comme adéquat dans les régimes végétaliens.

Plusieurs études ont trouvé un apport en fer plus élevé chez les végétaliens par rapport aux autres types de régime. En effet, les légumes à feuilles vertes, les graines, les noix, très consommés par les végétaliens, sont riches en fer. Cependant, malgré l'apport plus élevé en fer, son absorption n'était pas proportionnellement élevée, en raison de la faible biodisponibilité du fer dans les aliments à base de plantes. Cela se reflétait dans la ferritine, qui semblait être plus faible chez les végétaliens de longue date. De plus, les besoins en fer pouvaient être plus élevés chez les végétaliens. Néanmoins, aucune différence n'a été observée entre les végétaliens et les non-végétaliens sur la concentration plasmatique en fer,

et le risque d'anémie par carence martiale n'était pas plus élevé chez les végétaliens par rapport aux non-végétaliens.

L'apport en zinc et en calcium a été rapporté comme étant plus faible dans les populations végétaliennes par rapport aux individus non végétaliens, avec une proportion d'environ 76 % de sujets végétaliens ayant un apport inférieur aux AJR. De plus, la concentration plasmatique de calcium du régime végétalien était inférieure à celle des non-végétaliens. Ceci est probablement lié à l'exclusion des produits laitiers mais également à la plus faible biodisponibilité de calcium dans les aliments d'origine végétale. Quant au zinc, les régimes végétaliens en général sont plus susceptibles d'entraîner des quantités insuffisantes de zinc sérique. Une augmentation du risque de carence est ainsi observée. En effet, la viande, les produits laitiers et les œufs sont des aliments riches en zinc, tandis que certains aliments végétaux riches en zinc (par exemple, les noix, les graines et les grains entiers) présentent une biodisponibilité plus faible en raison de la présence de phytate, qui réduit l'absorption dans l'intestin. La teneur en phytates pourrait être réduite à l'aide de méthodes spécifiques de trempage, de germination, de fermentation par exemple.

Plusieurs études ont rapporté un apport alimentaire en phosphore suffisant chez les végétaliens par rapport aux recommandations. En effet, il semblerait que l'apport en phosphore soit plus faible chez les végétaliens que chez les non-végétaliens, mais toujours supérieur au AJR (600 mg/j).

De même, plusieurs études ont montré que les apports en potassium et en sodium étaient supérieurs aux AJR chez les végétaliens, mais sans différence significative entre les végétaliens et les autres groupes de régime.

L'apport en iode chez les végétaliens s'est avéré significativement inférieur à celui de la population non végétalienne, en particulier chez les hommes et souvent inférieur au AJR (150 µg/j). Des niveaux élevés d'apport en iode ont été observés dans une seule étude pour une minorité de végétaliens (3 individus), lié à une consommation accrue d'algues. Les aliments d'origine végétale sont généralement caractérisés par une faible teneur en iode, à l'exception des algues. Le sel iodé était la principale source d'iode pour les personnes végétaliennes.

L'apport en magnésium s'est avéré être plus élevé dans les régimes végétaliens par rapport aux autres types de régimes, et supérieur aux apports recommandés par l'OMS.

Les études suggèrent que les végétaliens sont plus susceptibles d'avoir un faible apport en sélénium, bien que cela puisse ne pas être significativement différent par rapport aux non-végétaliens.

L'apport alimentaire en folate chez les végétaliens respectaient les recommandations de l'OMS (400 µg/j) avec des apports en folate plus élevés que les autres types de régime, avec une concentration sanguine légèrement supérieure aux autres groupes de régimes.

Le risque de carences n'est donc pas négligeable quand il s'agit de régimes à caractère restrictif.

Ainsi, une carence en **vitamine B12** apparaît systématiquement dès lors que tous les aliments d'origine animale sont exclus. Toutefois, compte tenu des réserves hépatiques en vitamine B12, les conséquences cliniques n'apparaissent qu'au bout de 3–4 ans environ. Des déficits d'apport en **calcium**, en **fer**, en **zinc**, en **vitamine D** et en **iode** peuvent être observés. Les apports en **acides gras oméga 3** sont insuffisants excepté chez les pesco-végétariens. Plus l'alimentation adoptée est restrictive, plus les carences sont importantes, d'où la nécessité de supplémenter en vitamines et minéraux à l'aide de compléments alimentaires. Cette supplémentation est obligatoire pour la vitamine B12 chez les végétaliens. Une diminution du tonus et une fatigue peut également s'installer si les apports énergétiques sont insuffisants. (6)

Certaines études, notamment les études évaluant l'incidence des maladies cardiovasculaires chez les végétariens, ne rapportent pas d'effet protecteur lié au régime végétarien. (6)

## V. L'ALIMENTATION DU VEGETALIEN A L'OFFICINE

L'alimentation végétarienne ou végétalienne, étant basée sur une éviction de certains types d'aliments, le risque de carences en nutriments particuliers doit particulièrement être surveillé.

La figure 1 et 3 (pages 11 et 12) montrent clairement que de plus en plus de personnes sont à la recherche d'informations sur le véganisme. Les pharmaciens et futurs pharmaciens ont un rôle à jouer dans la transmission d'informations fiables sur les différents régimes alimentaires, concernant notamment les risques et les complications associés aux carences nutritionnelles et en fournissant des informations factuelles sur les suppléments nutritionnels.

### A. LES NUTRIMENTS A RISQUE DE CARENCE

Les régimes à base de plantes étant restrictifs, le risque d'avoir un apport insuffisant ou une carence de nutriments augmente, notamment pour les nutriments que l'on retrouve essentiellement dans les aliments d'origine animale.

Des études ont indiqué que les végétariens et les végétaliens sont à risque de carence notamment en vitamine B12, en vitamine D, en fer, en zinc et en calcium, puisque ces micronutriments se trouvent principalement dans les aliments d'origine animale ou ont une biodisponibilité plus faible dans les aliments d'origine végétale.

Cependant, seule la vitamine B12 semble être pratiquement absente des produits d'origine végétale. (12,13)

Une revue très récente de 2022 menée par *Neufingerl (12)* a analysé des articles publiés entre 2000 et 2020 concernant les apports en nutriments de personnes ayant adopté un régime à base de plantes. Dans cette revue, les auteurs ont établi une liste de nutriments à risque de carences chez les adultes omnivores, végétariens et végétaliens ainsi que les nutriments dont l'apport est généralement suffisant et favorable auprès de ces mêmes populations (Figure 4).

Régime alimentaire	Nutriment à risque d'insuffisance d'apport	Nutriments dont l'apport est favorable
Végétaliens	EPA, DHA, vitamine B12, vitamine D, Calcium, Iode, Fer, Zinc	Fibre, AGPI, ALA, Vitamine B1, Vitamine B6, Vitamine C, Vitamine E, Folate, Magnésium
Végétariens	Fibres, EPA, DHA, Vitamine B12, Vitamine D, Vitamine E, Calcium, Iode, Fer, Zinc	AGPI, ALA, Vitamine C, Folate, Magnésium
Omnivores	Fibre, AGPI, ALA, Vitamine D, Vitamine E, Folate, Calcium, Magnésium	Protéines, Niacine, Vitamine B1, Zinc

Figure 4 : Nutriments à risque et nutriments dont l'apport serait suffisant chez des personnes omnivores, végétariennes et végétaliennes

## 1. LIPIDES

### a) Généralités et notions de synthèse des lipides

Les lipides sont constitués d'acides gras saturés (AGS), monoinsaturés (AGMI) et polyinsaturés (AGPI). Ces derniers comptent 2 familles d'acides gras essentiels, c'est-à-dire qui ne peuvent être synthétisés par l'organisme et qui doivent être apportés par l'alimentation : les oméga-6 (AGPI n-6) dont le précurseur est l'**acide linoléique (AL)** et les oméga-3 (AGPI n-3) dont le précurseur est l'**acide alpha-linolénique (ALA)**. A partir de l'acide alpha-linolénique peuvent être synthétisés les acides eicosapentaénoïque (EPA) et docosahexaénoïque (DHA).

Le DHA, contrairement à l'EPA, ne peut être synthétisé en quantité suffisante pour répondre aux besoins de l'organisme, même en présence d'ALA. Le DHA est de ce fait considéré comme indispensable alors que l'EPA est considéré comme conditionnellement indispensable.

L'acide linoléique quant à lui est un précurseur de l'acide arachidonique (AA).

Les AGPI n-6 et les AGPI n-3 partagent les mêmes voies de synthèse et utilisent donc les mêmes enzymes (Figure 5). Des apports alimentaires élevés en acides gras n-6, courant dans les régimes alimentaires occidentaux, peuvent réduire les taux de conversion de l'ALA en EPA et DHA et augmenter la production d'AA. La balance entre l'**acide linoléique** et l'**acide**

**alpha-linolénique** peut être encore plus déséquilibrée dans les régimes végétariens, car les végétariens dépendent largement de la voie de conversion pour la production d'AGPI n-3.

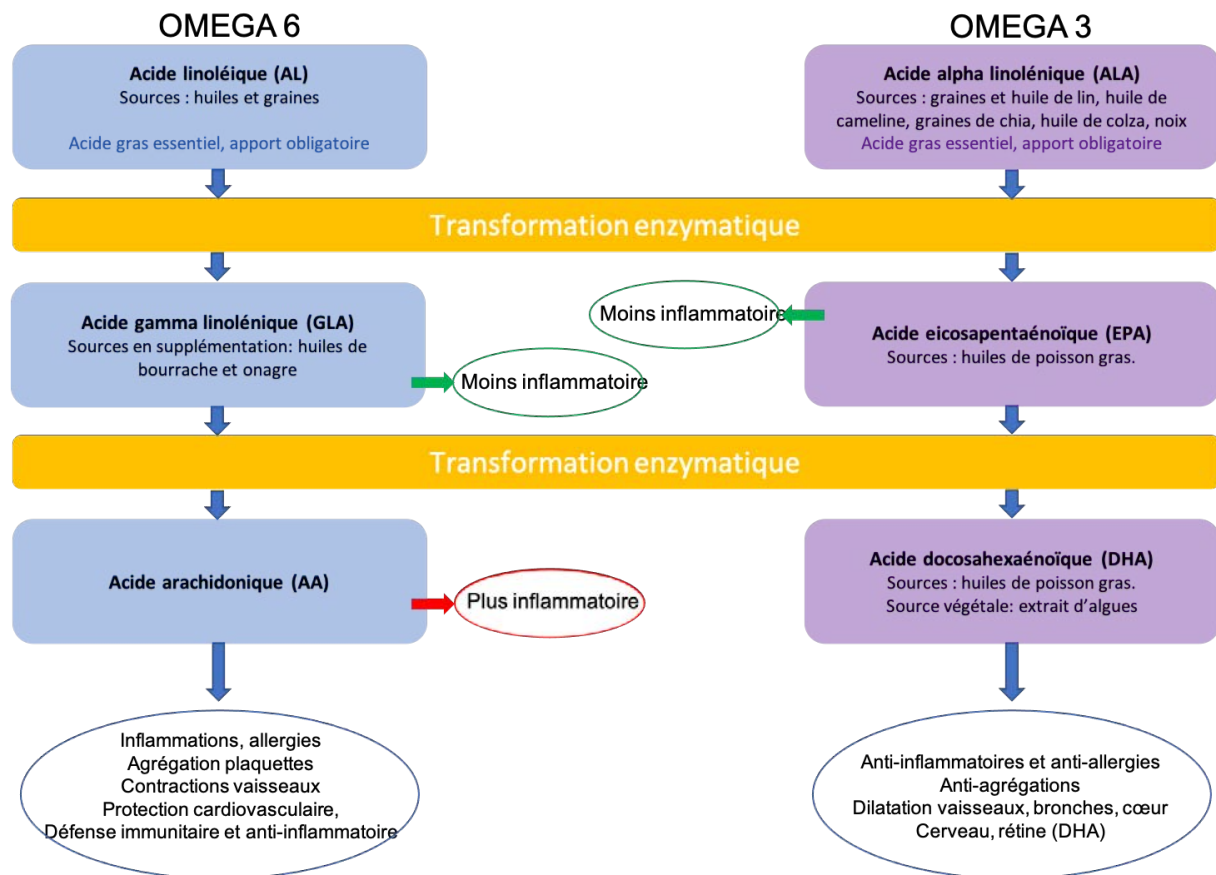


Figure 5 : Synthèse et conversion des lipides oméga 3 et oméga 6

Ainsi, la relation entre l'apport alimentaire en AGPI n-3, la biodisponibilité et la conversion est complexe et influencée par de nombreux facteurs différents tels que la génétique, le statut tabagique, l'âge et la consommation de sources alimentaires riches en oméga-6 (n-6). Des carences nutritionnelles telles qu'une carence en protéines, en cofacteurs vitaminiques ou minéraux, en particulier le zinc, le magnésium, la niacine, la pyridoxine et la vitamine C, peuvent diminuer l'activité des enzymes de conversion. (14,15)

### b) Rôle des lipides

L'AA et l'EPA agissent comme substrats pour la synthèse des eicosanoïdes (prostaglandines, thromboxanes, leucotriènes et prostacyclines) qui régulent l'inflammation, l'agrégation plaquettaire et la coagulation sanguine, la contraction et la dilatation des vaisseaux sanguins, la contraction et la relaxation musculaires, les réponses immunitaires et la régulation de la sécrétion hormonale. Les eicosanoïdes issus des AGPI n-3 (série 3) ont des effets opposés à ceux des AGPI n-6 (série 2). (15)



En effet, les eicosanoïdes issus de l'acide arachidonique (série 2) sont très puissants et la surproduction est associée à un risque accru de maladie (maladies cardiaques, cancer, diabète, ostéoporose et troubles immunitaires et inflammatoires). (15)

Les eicosanoïdes issus de l'EPA (série 3) sont moins puissants et ont des propriétés anti-inflammatoires qui aident à prévenir les maladies coronariennes, l'hypertension, les maladies auto-immunes, l'arthrite et certains cancers. Les AGPI n-3 jouent un rôle dans les membranes cellulaires, améliorant les processus de signalisation intracellulaire et l'expression des gènes. (15)

### c) Statut nutritionnel des végétariens et végétaliens selon la littérature

Ainsi, les lipides font également partie des macro-nutriments potentiellement à risque d'insuffisance d'apport lors d'un régime alimentaire à base de plantes.

Selon l'ANSES (16), la part recommandée des lipides dans l'apport énergétique est de 35 à 40 %. Les apports spécifiques aux sous-catégories de lipides sont regroupés dans la Figure 6.

	Acide gras	Référence nutritionnelle (% du total énergétique)
AG indispensables	Acide linoléique	4%
	Acide $\alpha$ -linoléique	1%
	Acide docosahexaénoïque, DHA	250 mg
AG non indispensables	Acide eicosapentaénoïque, EPA	250 mg
	Acides gras saturés totaux	$\leq 12\%$

Figure 6 : Références nutritionnelles en acides gras pour l'adulte consommant 2000 kcal/j selon l'ANSES

D'après l'analyse de *Neufingerl* (12), l'étude de *Melina* (1) et de *Saunders* (15), l'apport moyen en AGPI est le plus élevé chez les végétaliens, bien supérieur aux recommandations, et le plus faible chez les omnivores, juste en dessous de la limite inférieure des recommandations.

Les apports en AL ont tendance à être un peu plus élevés chez les végétariens et les végétaliens (19,4 g/jour) que chez les omnivores (13,1 g/jour).

Concernant les AGPI n-3, l'apport moyen avait tendance à être plus élevé chez les végétaliens (2,69 g/j) que chez les végétariens (1,36 g/j) et les omnivores (1,08 g/j). Deux études ont également rapporté des apports relativement élevés en AGPI n-3 de 2,53 g/j chez les pesco-végétariens. L'apport plus élevé d'AGPI n-3 dans les régimes alimentaires à base de plantes était principalement dû à des apports plus élevés d'ALA chez les végétaliens (2,01 g/j) par rapport aux végétariens (1,78 g/j) et aux omnivores (1,38 g/j). En revanche, les apports en EPA et DHA étaient considérablement plus faibles chez les végétaliens (27 et 4 mg/j) et les végétariens (16 et 31 mg/j) par rapport aux omnivores (94 et 172 mg/j). Les pesco-végétariens,

comme le rapporte une étude sur les adventistes aux États-Unis et au Canada, avaient les apports en DHA les plus élevés (287 mg/j). (12)

Ainsi l'apport moyen d'ALA serait supérieur aux recommandations pour les végétariens et les végétaliens, alors que les apports combinés moyens d'EPA et de DHA seraient inférieurs à la limite inférieure des recommandations (c'est-à-dire 250 mg/j). Pour les omnivores, l'apport moyen d'EPA et DHA serait conforme aux recommandations. En excluant les poissons et autres fruits de mer, les apports en EPA et DHA sont faibles dans les régimes végétariens et pratiquement absents dans le régime végétalien. Effectivement, les concentrations plasmatiques, sanguines et tissulaires d'EPA et de DHA sont environ 30 % plus faibles chez les végétariens et 40 à 50 % plus faibles chez les végétaliens que chez les non-végétariens. (1,12,15)

Les AGPI n-3, EPA et DHA, sont principalement dérivés des fruits de mer, bien que de petites quantités soient fournies par la viande, les œufs et les produits laitiers. Par conséquent, les végétaliens consomment une alimentation pratiquement dépourvue en EPA et DHA. Le principal AGPI n-3 dans les régimes végétaliens est l'ALA, dérivé d'aliments végétaux, en particulier de soja et d'huiles de graines telles que le lin, chia, caméline, canola et chanvre, les noix et leurs huiles.

Comme dit précédemment, les acides gras EPA et DHA peuvent être synthétisés de manière endogène à partir de ALA par des enzymes de désaturation et d'élongation, mais le taux de cette conversion est limité. (14,17)

Les régimes végétariens/végétaliens ont des ratios d'acides gras n-6:n-3 significativement plus élevés que les régimes omnivores. Par conséquent, plusieurs chercheurs ont recommandé aux végétariens et aux végétaliens de viser un apport suffisant en ALA et de limiter les apports en LA. (14)

## 2. PROTÉINES

### *a) Généralités et rôles des protéines*

Les régimes végétariens excluant la chair animale, et parfois d'autres aliments d'origine animale riches en protéines, l'apport en protéines est depuis longtemps un sujet controversé. (18)

Les protéines sont, avec les glucides et les lipides, l'une des trois grandes familles de macronutriments. Essentielles à l'organisme, elles jouent un rôle structural et participent au renouvellement des tissus musculaires, des phanères (cheveux, ongles, poils), de la matrice osseuse, de la peau, ... Elles participent également à de nombreux processus physiologiques, par exemple sous la forme d'enzymes digestives, d'hémoglobine, d'hormones, de récepteurs ou d'immunoglobulines (anticorps). (16)

Les acides aminés sont l'unité de base constituant les protéines. Il existe un très grand nombre d'acides aminés différents mais seulement vingt sont utilisés par l'organisme pour la fabrication des protéines (acides aminés dits « protéogènes »). Parmi ces 20 acides aminés, 11 peuvent être fabriqués par le corps humain et les 9 autres sont dits indispensables car l'organisme est incapable de les synthétiser en quantité suffisante pour satisfaire ses besoins. Ces acides aminés doivent par conséquent être apportés par l'alimentation. (16)

### *b) Statut nutritionnel des végétariens et végétaliens selon la littérature*

#### (1) Protéines dans leur globalité

La plupart des études ont rapporté une tendance similaire dans l'apport en protéines entre les adultes omnivores, végétariens et végétaliens des pays occidentaux.

En effet, l'étude EPIC-Oxford rapporte des apports en protéines selon le gradient suivant : omnivores > pesco-végétariens > lacto-ovo-végétariens > végétaliens. Dans l'étude française Nutrinet-Santé, on retrouve presque le même gradient, avec des chiffres similaires, soit 17,5 % des apports énergétiques journaliers pour les omnivores et 13 % pour les végétaliens. (18)

Ces résultats rejoignent les données issues de l'analyse de *Neufingerl (12)*, qui rapporte que l'apport moyen en protéines est inférieur chez les végétariens et les végétaliens par rapport aux omnivores. Toutefois, les apports moyens en protéines étaient supérieurs à la limite inférieure des recommandations.

La littérature montre qu'une alimentation végétale permet un apport correspondant ou supérieur aux apports recommandés lorsque l'apport en calories journaliers est adapté. Il permet d'apporter tous les acides aminés essentiels lorsque l'alimentation est suffisamment variée au cours de la journée. (1)

En effet, de manière générale, les apports en protéines sont élevés dans l'ensemble de la population. Dans la plupart des pays industrialisés, l'apport protéique de la population adulte générale atteint 100 g/jour, soit 1,3–1,4 g/kg/jour, correspondant à un apport énergétique total de 16 %, des apports entre 0,83 et 2,2 g/kg/j (soit de 10 à 27 % de l'apport énergétique) étant considérés comme satisfaisants pour un adulte selon l'ANSES (16). Par conséquent, les apports en protéines sont généralement bien supérieurs aux besoins individuels. Ainsi, on estime que, bien que l'apport en protéines soit très souvent plus faible avec un régime végétarien, il reste suffisant. (18)

Les lacto-ovo-végétariens ont un apport en protéines qui représente ~14 % de l'apport énergétique dans les études EPIC-Oxford et Nutrinet, ce qui se traduit par 1,04 g/kg de poids corporel, soit 70 g/jour. Selon l'étude EPIC-Oxford, la prévalence de l'insuffisance protéique serait estimée à 10% chez les hommes et 6% chez les femmes (contre 3% chez les hommes omnivores et 1% chez les femmes omnivores). (18)

Les personnes végétaliennes ont un apport journalier légèrement inférieur par rapport aux autres régimes alimentaires à base de plantes, cependant, la littérature rapporte un apport moyen en protéines d'environ 13 à 14 % de l'apport en énergie, ce qui est toujours en accord avec les recommandations.

Dans l'échantillon EPIC-Oxford, les proportions de végétaliens ayant un apport en protéines inférieur à leurs besoins étaient de 16,5 % d'hommes et de 8,1 % de femmes, ce qui pourrait indiquer qu'une petite fraction de végétaliens pourrait avoir un apport en protéines insuffisant. (18)

## (2) Les acides aminés

On pense généralement, bien qu'à tort, que l'apport en acides aminés peut être insuffisant dans les régimes végétariens. Pourtant, les quantités et les proportions en acides aminés consommées par les végétariens et les végétaliens sont généralement plus que suffisantes pour satisfaire les besoins, à condition que l'alimentation soit suffisamment variée et que les besoins en apport énergétique soient satisfaits.

Il a pendant un temps été affirmé que certains aliments végétaux ne présentent pas tous les acides aminés essentiels. Il a maintenant été démontré que tous les aliments végétaux contiennent les 20 acides aminés, y compris les 9 acides aminés indispensables. Par contre, le profil de distribution des acides aminés est moins équilibré dans les aliments végétaux que dans les aliments d'origine animale. Par exemple, la lysine est présente dans des proportions inférieures aux proportions optimales pour satisfaire les besoins dans les céréales. De même les quantités d'acides aminés soufrés (la méthionine et la cystéine) sont très légèrement inférieurs dans les légumineuses par rapport aux besoins quotidiens. (18)

Ainsi, il convient de consommer une variété de céréales et de légumineuses afin de puiser suffisamment d'acides aminés afin de répondre aux besoins.

Dans les pays développés, les protéines végétales sont mélangées, en particulier dans les régimes végétariens, et l'apport total en protéines tend à dépasser largement les besoins. Cela se traduit par des apports des 20 acides aminés qui sont plus que suffisants pour couvrir les besoins.

En effet, dans l'étude EPIC-Oxford, les apports en acides aminés ont été estimés à la fois chez les omnivores et chez les végétariens. Pour les lacto-ovo-végétariens et les végétaliens, sur la base d'un poids corporel moyen de 65 kg, il a été estimé que les apports en lysine étaient respectivement de 58 et 43 mg/kg, ce qui est largement supérieur aux besoins moyens estimés de 30 mg/kg. (18)

D'autre part, l'assimilation des acides aminés d'origine végétale a longtemps été considérée comme inférieure à celles des acides aminés d'origine animale. Il existe très peu

de preuves à l'heure actuelle concernant une différence significative dans l'assimilation des protéines chez l'homme. Certaines données évaluant l'assimilation des protéines végétales ont évalué une assimilation de 89 à 92 % pour l'isolat de protéines de soja, la farine ou l'isolat de protéines de pois, la farine de blé et la farine de lupin, ce qui est similaire à celle trouvée pour les œufs (91 %) ou la viande (90 à 94 %). Bien que des recherches supplémentaires puissent être justifiées pour explorer les variations possibles dans la biodisponibilité de certains acides aminés spécifiques, l'ensemble des preuves ne montre pas à ce jour une différence suffisamment importante d'absorption des acides aminés dans les régimes végétariens. (18)

Finalement, il est important de noter que les études démontrant une différence non significative d'assimilation en protéines analysent les régimes « végétaux » comprenant des mélanges de protéines végétales (céréales et légumineuses) ou de protéines de soja de bonne qualité, ce qui pourrait biaiser les résultats. Toutefois dans l'ensemble, lorsque les régimes alimentaires sont au moins légèrement variés, il y a peu de risque qu'une personne végétarienne développe une carence en protéines.

Les apports en protéines dans les régimes végétariens sont donc globalement suffisants, sauf éventuellement chez une fraction des végétaliens qui ont un apport insuffisamment en énergie totale ou qui, pour une raison quelconque, consomment peu de sources végétales riches en protéines telles que les légumineuses, les noix et les graines. Les apports en acides aminés sont suffisants et l'apport en lysine pourrait n'être limité que chez les personnes végétaliennes qui ont un faible apport en protéines lorsque leur alimentation est monotone et limitée, où l'apport en protéines ne proviendrait, par exemple, que des céréales - une situation peu réaliste dans les pays développés. (18)

### 3. VITAMINE B12

La vitamine B12, aussi appelée cobalamine, est particulièrement à risque d'insuffisance voire de carence chez les personnes végétariennes et surtout végétaliennes. En effet, la cobalamine est le seul nutriment dont les besoins ne peuvent pas être satisfaits par une alimentation végétale. Les produits à base de soja fermenté (par exemple du miso, du tempeh) des champignons shiitake, des algues ou de la levure nutritionnelle, contiennent des analogues de vitamine B12 qui seraient inactifs et semblent même inhiber l'absorption de la vitamine B12 lorsque l'apport est faible, et ne sont ainsi pas considérés comme des sources suffisantes de vitamine B12. Il est donc important que les végétaliens aient un apport suffisant en vitamine B12 par la consommation d'aliments enrichis voire une supplémentation tout au long de l'année. Les végétariens peuvent obtenir de la vitamine B12 à partir de produits laitiers et d'œufs, mais peuvent également bénéficier d'aliments enrichis ou d'un supplément de vitamine B12 lorsque la consommation d'aliments d'origine animale est limitée. (1,11,12)

### a) Structures et rôles de la cobalamine

La cobalamine est le terme utilisé pour désigner un groupe de composés contenant du cobalt (Figure 7). Certains de ces composés sont biologiquement inactifs chez l'homme, tandis que d'autres, la méthylcobalamine et l'adénylcobalamine, sont biologiquement actifs. L'hydroxycobalamine et la cyanocobalamine constituent deux formes supplémentaires qui peuvent être métabolisées en méthylcobalamine ou en adénylcobalamine et peuvent donc jouer des rôles fonctionnels dans les cellules humaines.

La cobalamine est une molécule essentielle pour l'homme, puisqu'elle agit comme cofacteur dans le transfert d'un groupe méthyle afin de convertir l'homocystéine en méthionine. Cette réaction active le folate, qui est ensuite utilisé dans la synthèse d'ADN (Figure 7). La cobalamine est également nécessaire à la synthèse de la myéline et donc à l'entretien et à la réparation des axones neuronaux. De plus, elle est essentielle à la synthèse d'énergie dans les mitochondries et à l'érythropoïèse dans la moelle osseuse. (13,19)

La cobalamine se compose d'un noyau cyclique avec un atome de cobalt central. Cet atome de cobalt accepte différents ligands (Figure 7) : un hydroxyle (Hydroxycobalamine ; HO-Cbl), un désoxy-5'-adénosine (adénylcobalamine ; Ado-Cbl), un méthyle (méthylcobalamine ; Me-Cbl) ou un cyanure (Cyanocobalamine ; Cn-Cbl).

La Me-Cbl et Ado-Cbl sont les formes actives de la vitamine et sont utilisées comme coenzymes dans la cellule. La cyanocobalamine, qui est utilisée dans la plupart des compléments alimentaires, est facilement convertie en méthylcobalamine (Me-Cbl) et adénylcobalamine (Ado-Cbl) dans le corps humain. (13,20)

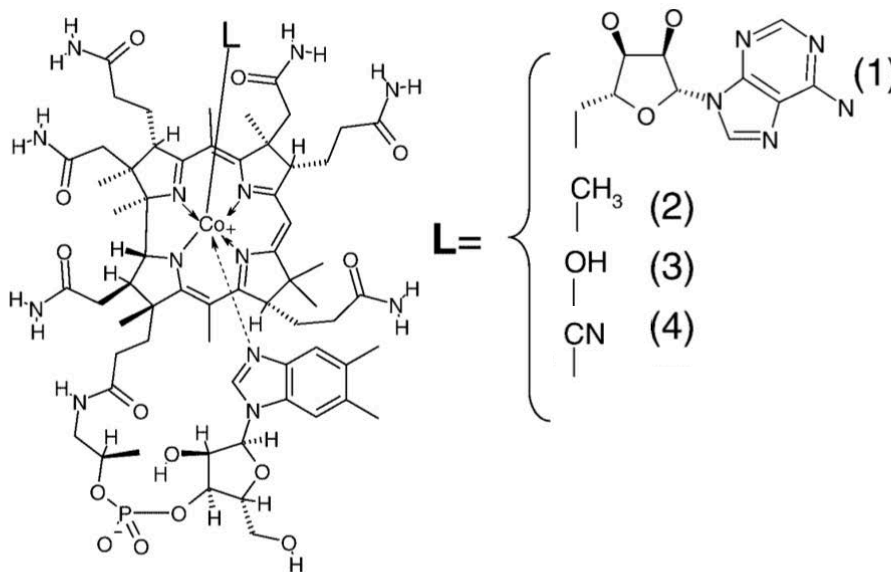


Figure 7 : Différentes structures de la vitamine B12. 1 = adénylcobalamine ; 2 = méthylcobalamine ; 3 = hydroxycobalamine ; 4 = Cyanocobalamine

La Me-Cbl est le cofacteur de l'enzyme méthionine synthase participant à la voie métabolique de l'homocystéine (HCY), qui est transformée en méthionine avec l'implication de la vitamine B6 et du folate (Figure 8). Le dysfonctionnement de cette voie crée une perturbation pouvant affecter la synthèse de l'ADN et les processus physiologiques qui nécessitent une réplication cellulaire intense, comme le processus hématopoïétique des érythrocytes. Notons également que la carence en vitamine B6 et folate entraîne une augmentation de la concentration sanguine en HCY.

L'ado-Cbl est le cofacteur vitaminique de l'enzyme méthylmalonyl-CoA mutase et participe dans le métabolisme des acides aminés et des acides gras (Figure 8). Le déficit en Ado-Cbl entraîne une accumulation d'acide méthylmalonique (MMA), une molécule intermédiaire de cette voie. En outre, les gaines de myéline des neurones dépendent fortement du métabolisme des acides gras et une carence en Ado-Cbl dans les neurones conduit à l'appauvrissement de la couche de myéline avec une transmission nerveuse dysfonctionnelle.

Cn-Cbl et HO-Cbl sont des formes de provitamines qui nécessitent une transformation sous forme active Me-Cbl ou Ado-Cbl. (13)

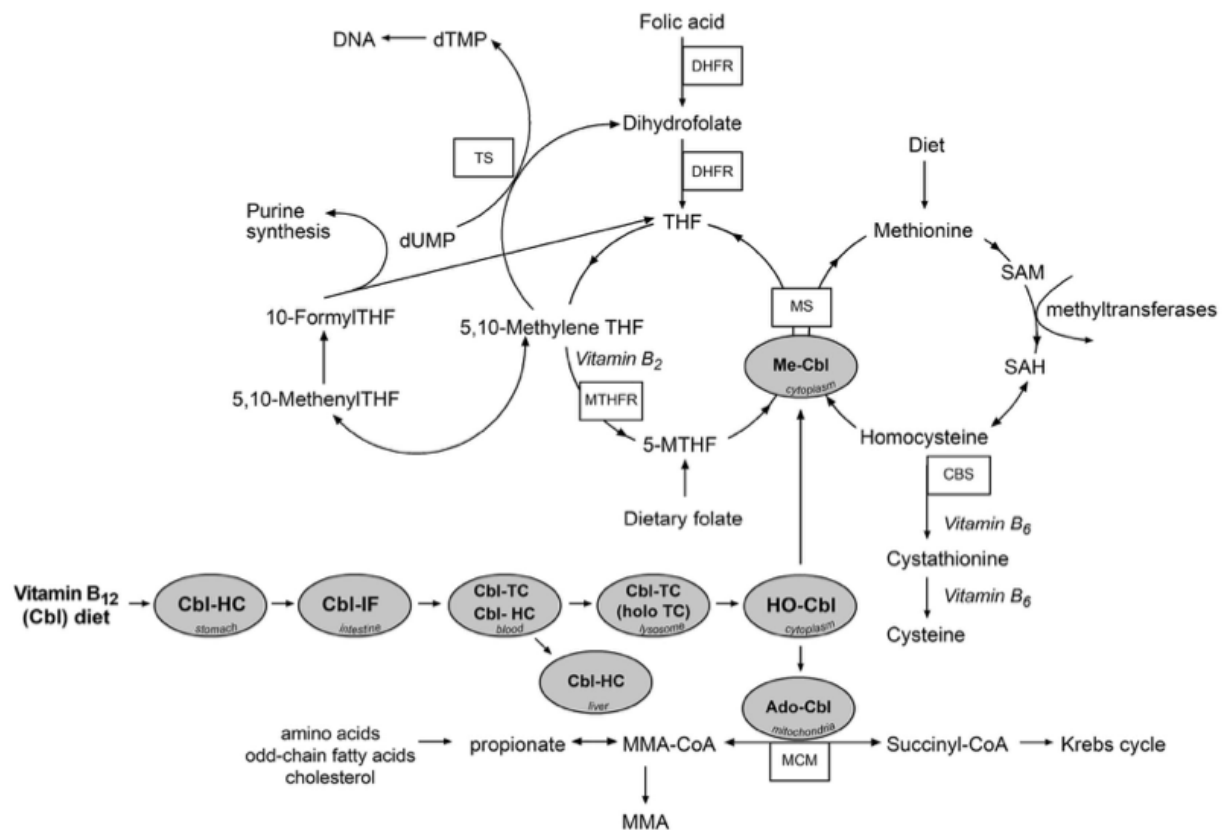


Figure 8 : Rôle de la vitamine B12 dans la synthèse d'ADN (21)

### b) Sources de la cobalamine

La cobalamine n'est synthétisée que par certains micro-organismes et ne se trouve donc pas dans les aliments d'origine végétale, sauf par contamination par le sol ou par

exposition à des aliments contenant de la B12. Sa présence dans les denrées animales dépend du processus de bioamplification à travers les chaînes alimentaires. Elle se concentre principalement dans les corps des organismes prédateurs supérieurs de la chaîne alimentaire. Ainsi, les aliments d'origine animale (c'est-à-dire la viande, le lait, les œufs, le poisson et les crustacés) sont considérés comme les principales sources alimentaires de vitamine B12.

Certains aliments végétaux, comme les algues comestibles ou les algues bleues (aussi appelées cyanobactéries), contiennent de quantités relativement importantes de vitamine B12. Toutefois, ces formes de la vitamine B12 semblent être inactives chez les mammifères. Les aliments contiennent diverses formes de vitamine B12 ; la Me-Cbl et la Ado-Cbl. (13,19,20)

### *c) Métabolisation*

Lors de la digestion, la vitamine B12 est prise en charge par un réseau complexe de protéines. Les transporteurs acceptent indifféremment les différentes formes de cobalamine. Cette dernière, libérée par les protéines alimentaires, est d'abord liée à l'haptocorrine (protéine salivaire de liaison à la vitamine B12, aussi nommée transcobalamine-1) dans l'estomac. Dans le duodénum, l'haptocorrine libère la cobalamine et le facteur intrinsèque (IF), un autre transporteur plus spécifique de la cobalamine produit par les cellules pariétales, lie la cobalamine. Grâce à la spécificité de liaison, les analogues inactifs restent liés à l'haptocorrine et sont pour la plupart excrétés. La liaison au facteur intrinsèque est essentielle pour l'absorption dans l'iléon terminal. Après absorption, le complexe est transporté au travers des entérocytes dans la circulation sanguine, dissocié, et une partie (5 à 20%) de la cobalamine ainsi libérée de l'IF est transportée par le transporteur transcobalamine II (TCII) sous forme de complexe : l'holotranscobalamine II (HTCII ou holo-TC). Ce complexe est considéré comme la forme active de cobalamine circulant dans le sang, car le transcobalamine II est très spécifique des formes vitaminiques actives. L'autre partie de la cobalamine se lie à un autre transporteur aspécifique nommé transcobalamine III (TCIII) qui semblerait permettre l'élimination de la forme non active via les sels biliaires. Le complexe HTCII est ensuite transportée dans la cellule et dégradé dans le peroxysoxe libérant la cobalamine dans le cytosol. Un excès de cobalamine non internalisé par les cellules est également sécrété avec la bile et réabsorbé par la voie de transport IF.

La capacité d'absorption de cobalamine est estimée à 1,5 à 2 µg par repas et dépend de la saturation maximale du pool de récepteurs cellulaires. (13,20)

### *d) Carences*

Les principaux signes de carence en vitamine B12 sont l'anémie mégalo-blastique et la neuropathie. En effet, un déficit de vitamine B12 qui participe à la synthèse de l'ADN perturbe les processus de réplication cellulaire intense, comme l'hématopoïèse et la formation d'érythrocytes, entraînant une anémie. Une déficience sévère inhiberait également la formation physiologique de la gaine de myéline, altérant la bonne transmission nerveuse. Le



ralentissement de la voie de dégradation des acides gras conduit à une incorporation inhabituelle de grandes quantités d'acides gras, entraînant une modification de la myéline. (13)

Les caractéristiques classiques de la carence comprennent celles liées à l'anémie (faiblesse, fatigue, dyspnée à l'effort), des symptômes gastro-intestinaux (perte d'appétit, langue et bouche endolories, inconfort épigastrique, nausées, vomissements, brûlures d'estomac), des symptômes neurologiques (engourdissement des extrémités, fourmillements, altération des mouvements des doigts fins, ataxie de la marche, altération des vibrations et du sens de la position, vertiges orthostatiques, perte du goût ou de l'odorat) et des troubles psychologiques et psychiatriques (irritabilité, changement de personnalité, troubles de la mémoire et de l'intellect, désorientation, dépression, ralentissement psychomoteur, délire, démence). (21)

En l'absence de sources de cobalamine, la baisse de cobalamine dans le sang est déjà évidente au cours des cinq premières années après l'adoption d'un régime végétarien même sans tenir compte de marqueurs plus spécifiques. Les premiers signes d'une carence peuvent apparaître dès deux ans après l'arrêt de la prise de cobalamine. (13)

#### *e) Suivi biologique*

Il existe quatre marqueurs biologiques de la carence en cobalamine : la cobalamine sérique totale, l'holotranscobalamine HTCII (également connue sous le nom de « B12 active ») et les mesures des métabolites associés ; l'homocystéine (HCY) et l'acide méthylmalonique (MMA). (1,21)

La carence clinique est souvent le résultat d'un défaut d'apport (dans le cas d'un régime restrictifs) prolongé et sévère. L'enjeu est donc de pouvoir mettre en évidence une insuffisance de vitamine B12 (déficit subclinique) de manière précoce, c'est-à-dire lorsqu'il y a une carence biologique mais asymptomatique. Dans de tels cas, la concentration sérique de B12 est souvent normale, alors que la MMA ou l'HCY plasmatique sont anormaux. (21)

Il n'y a pas de consensus diagnostique entre pays pour le déficit en cobalamine et les seuils de cobalamine sérique peuvent varier d'un pays à l'autre. Ainsi, l'Institute of Medicine a défini 120-180 pmol/L comme plage d'épuisement de la cobalamine.

Selon le HUG, Hôpitaux Universitaires Genève (22), les valeurs seuils sont les suivantes :

- > 300 pmol/l : déficit improbable
- Entre 150-300 pmol/l : zone grise
- < 150 pmol/l : déficit très probable

La force prédictive de la concentration sanguine de cobalamine totale est très faible et insuffisante pour un diagnostic de carence. Effectivement, des signes de carence tels qu'une perte de mémoire, des troubles de la personnalité, ou une psychose peuvent apparaître même avec une concentration sanguine de cobalamine faible à normale. (13)

Ainsi, l'analyse de la cobalamine sérique et la numération sanguine sont généralement suffisants chez les personnes dont l'alimentation est conventionnelle. Toutefois, ces analyses ne sont pas assez fiables dans le cadre d'une alimentation végétale, car la consommation de produits alternatifs (contenant des analogues dépourvus d'activité vitaminique) peut artificiellement augmenter le taux sérique, tandis que l'abondante consommation de folates (vitamine B9 : légumineuses, légumes verts à feuilles) peut temporairement maintenir une numération normale. La concentration de cobalamine dans le sang peut donc ne pas être suffisamment sensible pour détecter les signes précoces d'une carence et doit être accompagnée d'autres marqueurs afin de parvenir à un diagnostic correct.

La détection de HTCII peut fournir des informations utiles sur la disponibilité immédiate de la cobalamine alimentaire. Toutefois, la concentration sanguine de HTCII, comme celle de la cobalamine totale, est très dépendante de l'apport et peut donc être trompeuse, et peut également être affectée par d'autres facteurs tels qu'une pathologie rénale ou hépatique. Le HTCII est tout de même un marqueur diagnostique plus efficace que la cobalamine totale. Le seuil de suffisance pour HTCII est défini de manière plus homogène dans la littérature comme une concentration plasmatique supérieure à 35 pmol/L.

Un déficit en cobalamine au niveau cellulaire se manifeste par une accumulation des produits intermédiaires des voies métaboliques, auxquelles il participe en tant que coenzyme. Ainsi, l'augmentation de la concentration plasmatique d'homocystéine et d'acide méthylmalonique urinaire ou sérique peut fournir des informations plus détaillées sur l'état de carence. Comme pour la cobalamine sérique, les critères d'excès d'homocystéine sont hétérogènes : >15 µmol/L, >12 µmol/L, >10 µmol/L selon les pays. De même, il existe différents critères de carence pour les seuils de d'acide méthylmalonique sérique allant de > 271 nmol/L à > 376 nmol/L. Les deux marqueurs sanguins, acide méthylmalonique et homocystéine, peuvent être altérés par une insuffisance rénale et il est donc utile de tester également la fonction glomérulaire avec la créatinine.

L'augmentation de l'homocystéine plasmatique peut être partiellement contenue en consommant des sources alimentaires riches en méthionine et en vitamines B6 ou B9. Dans ce cas, une évaluation concomitante des deux vitamines est nécessaire. Au contraire, l'augmentation de l'acide méthylmalonique n'est pas perturbée lorsqu'elle est imputable à une carence en cobalamine, ce qui en fait un marqueur fiable. L'analyse de l'acide méthylmalonique urinaire est plus perceptible encore que dans le sang, et est remboursable sur prescription. Le seuil utilisé pour l'évaluation du déficit en cobalamine par acide méthylmalonique urinaire est > 4 µg par mg de créatinine.

L'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) a défini le déficit en cobalamine avec un cobalamine sérique < 140 pmol/L, un MMA sérique > 750 nmol/L, une HCY plasmatique > 15 µmol/L et une HTcII sérique < 21–45 pmol/L. (13,21,23)

La progression du statut B12 normal vers une carence passe par une étape appelée épuisement. HTcII serait le meilleur marqueur de cette étape, tandis que l'acide méthylmalonique serait le meilleur marqueur du statut B12 lorsque les réserves sont épuisées et que la carence a été atteinte. (19)

#### *f) Besoins*

Un rapport récent du groupe scientifique sur les produits diététiques, la nutrition et les allergies de l'Autorité européenne de sécurité des aliments a établi un apport suffisant de 4 µg/jour pour les adultes, avec un apport moyen dans les pays européens compris entre 4,2 et 8,6 µg/jour. (13)

La présence de produits laitiers et d'œufs dans l'alimentation, comme dans les régimes lacto-ovo-végétariens, pourrait théoriquement assurer un apport correct en cobalamine, malgré l'exclusion de la chair animale. En réalité, la consommation de tels aliments, bien que contenant des quantités importantes de cobalamine, ne serait suffisante ni au quotidien ni pour couvrir les besoins en vitamines. Ainsi, toutes les personnes suivant un régime à base de plantes, quel que soit le degré de restriction devrait se compléter en cobalamine afin de prévenir une carence. (13,20)

#### *g) Statut nutritionnel des végétariens et végétaliens selon la littérature*

Les végétaliens stricts ont un plus grand risque de développer une carence en vitamine B12 que les non-végétariens et doivent impérativement consommer des aliments enrichis en vitamine B12 ou des compléments alimentaires contenant de la vitamine B12 pour prévenir une carence. Toutefois, de nombreuses études récentes montrent que les végétaliens stricts ne sont pas les seuls à être à risque de carence. En effet, une revue sur la prévalence de carence en cobalamine de *Pawlak* met en avant que les végétariens puissent également développer une carence, quels que soient leurs caractéristiques démographiques, leur lieu de résidence, leur âge ou le type de régime végétarien qu'ils consomment. Dans cette étude, la prévalence de la carence en vitamine B12 chez les végétariens variait d'environ 11 à 90 %. (1,13,19,20)

D'après l'analyse de *Neufingerl* (12), l'apport en vitamine B12 était plus élevé chez les omnivores (5,6 µg/j) que chez les végétariens (2,1 µg/j) et les végétaliens (1,5 µg/j). Les études qui ont évalué l'apport en aliments et en suppléments ont montré des apports en vitamine

B12 quelque peu plus élevés pour tous les régimes alimentaires que les études qui ont évalué l'apport en aliments uniquement. Dans les études qui ont évalué l'apport en aliments et en suppléments, tous les régimes alimentaires avaient un apport en vitamine B12 supérieur aux besoins moyens estimés (BME). Dans les études qui ont évalué l'apport alimentaire uniquement, l'apport en vitamine B12 des végétaliens était bien inférieur aux BME. Les végétaliens et les végétariens courent donc un risque élevé d'apport insuffisant en vitamine B12 lorsque les suppléments ne sont pas pris en compte. (12)

Dans une revue systématique de la littérature basée sur la concentration sanguine de cobalamine chez les végétariens, une prévalence de carence a été mesurée entre 0% et 86,5% chez les adultes et personnes âgées, jusqu'à 45% chez les nourrissons, entre 0% et 33,3% chez les enfants et adolescents, et entre 17 % et 39 % chez les femmes enceintes.

Une autre étude a constaté que 32 % des lacto-ovo-végétariens et lacto-végétariens étaient déficients en B12, dont 31% prenaient des suppléments, alors que le taux était de 43 % chez les végétaliens.

Le fait que même les utilisateurs de suppléments aient été diagnostiqués avec une carence peut être dû à deux facteurs : 1) une fréquence d'utilisation insuffisante et 2) une utilisation de suppléments avec une dose trop faible pour maintenir un statut B12 adéquat..

Toutefois, l'utilisation de suppléments ou d'aliments enrichis semblait prévenir les carences dans la majorité des cas, ce qui indique qu'une alimentation à base de plantes bien planifiée peut subvenir aux besoins. (13,19)

#### 4. SANTE OSSEUSE : CALCIUM ET VITAMINE D

La plus grande préoccupation liée à la santé des os lors d'un régime à base de plantes est l'adéquation de l'apport en calcium et en vitamine D. Des études ont été réalisées sur le sujet, toutefois la durée nécessaire afin de mesurer un effet éventuel sur l'os peut être long. De plus, le remodelage osseux se fait tout au long de la vie, de sorte que le délai pour déterminer l'impact de la nutrition peut être très long. Certaines études tentent toutefois d'extrapoler les modifications à court terme à l'aide de marqueurs sériques ou urinaires du remodelage osseux, mais ne reflètent pas les modifications réelles de la densité minérale osseuse (DMO). (24)

Dans les pays occidentaux, l'apport en calcium se fait principalement par les produits laitiers, qui sont exclus en cas de régime végétalien. Cependant, avec une alimentation équilibrée, les végétaliens peuvent obtenir des niveaux satisfaisants de calcium et de vitamine D. Certaines sources végétales de calcium comprennent le tofu, les légumes à feuilles, comme la moutarde et les feuilles de navet, le bok choy et le chou frisé. Les aliments couramment enrichis comprennent certains laits végétaux, le jus d'orange, certaines céréales pour petit-déjeuner et même le pain dans certains pays (au Royaume-Uni, par exemple, la farine doit être enrichie en calcium). (1,24)

L'absorption dépend fortement de la composition du repas et notamment de la présence d'oxalates, mais également de fibres et phytates. En effet, la biodisponibilité en calcium d'aliments riches en oxalates est d'environ 5% malgré leur taux important en calcium. A contrario, l'absorption de calcium d'aliments pauvres en oxalates approche les 50%. (1)

#### a) *Vitamine D*

##### (1) Rôle de la vitamine D

La vitamine D est essentielle au bon fonctionnement de notre organisme. Sa fonction principale est d'augmenter les concentrations de calcium et de phosphore dans le sang.

Le maintien d'un taux de calcium suffisant dans le sang permet d'assurer la minéralisation optimale des tissus, notamment des os, du cartilage et des dents ; une contraction musculaire efficace ; une bonne transmission nerveuse ; ainsi qu'une coagulation adéquate.

La vitamine D est également impliquée dans la régulation hormonale ; l'activité des cellules du système immunitaire ; la différenciation de certaines cellules cutanées. (16)

##### (2) Sources de la vitamine D

Le terme « vitamine D » désigne la vitamine D3 (cholécalférol) d'origine animale et la vitamine D2 (ergocalciferol) d'origine végétale ainsi que leurs différents métabolites. La vitamine D3 est également synthétisée par voie cutanée avec exposition à la lumière solaire (UVB). (9)

Les taux en vitamine D sont variables en fonction l'exposition solaire, qui stimule la production endogène de vitamine D, ainsi que de l'apport alimentaire. La production endogène est dépendante de nombreux facteurs tels que l'heure d'exposition, la saison, la latitude, la pollution de l'air, le phototype, l'âge et l'utilisation de crème solaire ou des vêtements couvrants. Les taux seront d'autant plus bas que l'exposition est limitée tel que lors de la période hiver – printemps.

L'ergocalciferol, d'origine végétale et le cholécalférol, d'origine animale, semblent avoir une efficacité équivalente à faible dose, mais à forte dose, l'ergocalciferol serait moins efficace que le cholécalférol. Ainsi, les végétariens et surtout les végétariens sont plus à risque de développer une hypovitaminose D. Une supplémentation est notamment à envisager lors des périodes hivernales et chez les personnes âgées. (1)

##### (3) Carence

Les signes cliniques de carence en vitamine D sont des troubles musculaires (baisse de tonus musculaire, crises de tétanie, convulsions) et des troubles osseux (ostéomalacie, rachitisme pouvant provoquer des douleurs osseuses et musculaires ainsi que des déformations osseuses). Un apport insuffisant en vitamine D peut également entraîner une diminution de

la masse osseuse et donc un risque accru de fracture. Ces risques sont d'autant plus élevés lorsque la pratique d'activité physique est réduite. (16)

## *b) Calcium*

### (1) Rôle du calcium

Le calcium est le minéral le plus abondant de l'organisme : 99% du calcium corporel se retrouve dans le squelette et contribue à la solidité et la rigidité des os, ainsi qu'à la dureté des dents. Le 1% restant est extra-osseux et participe à certaines fonctions vitales de l'organisme telles que l'excitabilité neuromusculaire, la conduction nerveuse, la perméabilité membranaire, l'agrégation plaquettaire et la coagulation sanguine, la libération et l'action de plusieurs hormones, la transduction des messages intracellulaires ou la catalyse enzymatique.

### (2) Carence

Les manifestations à court terme de l'hypocalcémie sont avant tout neuromusculaires avec des paresthésies péri-buccales et distales (mains surtout), des troubles moteurs sous forme de crampes ou de spasmes pouvant, à l'extrême, évoluer vers une forme tétanique avec dysfonctionnement des muscles lisses (dysphagie œsophagienne, douleur abdominale, spasme laryngé et bronchospasme).

L'hypocalcémie peut également entraîner des manifestations cardiovasculaires : hypotension, allongement du QT, troubles du rythme, insuffisance cardiaque congestive.

Elle peut également entraîner des manifestations neurologiques centrales : des convulsions, des troubles psychiques (anxiété, dépression, psychose) ou une altération des fonctions supérieures (démence, débilité).

À long terme, l'hypocalcémie peut entraîner des troubles trophiques de la peau et des phanères (peau sèche, cheveux rares et cassants, ongles fragiles, diminution de la pilosité axillaire et pubienne, chutes des sourcils et des cils), ou une calcification du cristallin. (25)

## *c) Statut nutritionnel des végétariens et végétaliens selon la littérature*

Le régime végétalien pourrait avoir des effets néfastes sur le métabolisme osseux. Les études montrent des résultats contradictoires. En effet, certaines études ont montré un risque accru de fractures et une densité minérale osseuse (DMO) plus faible chez les végétaliens par rapport aux omnivores, tandis que d'autres études n'ont rapporté aucun effet sur la santé osseuse. L'étude EPIC-Oxford aurait rapporté une augmentation de 30 % du risque de fractures chez les végétaliens par rapport aux omnivores. Ce risque a été attribué à une faible consommation de calcium chez les végétaliens. Ces résultats ont ensuite été étayés par une méta-analyse qui a rapporté une DMO de la colonne lombaire légèrement inférieure chez les végétaliens par rapport aux omnivores. (26)

L'apport en vitamine D serait inférieur à l'apport recommandé de 15 µg/jour (ANSES) chez 74 % des omnivores, mais seulement chez 58 % des végétaliens, sachant que 59 % des végétaliens prenaient des suppléments de vitamine D, contre seulement 21 % des omnivores selon l'analyse de Hansen (26). Selon l'étude de *Neufingerl* (12), l'apport moyen en vitamine D avait tendance à être le plus élevé chez les pesco-végétariens (5,25 µg/j), suivis par les omnivores (4,17 µg/j), puis les végétariens (2,67 µg/j), avec les apports les plus faibles chez les végétaliens (1,52 µg/j). Une étude a rapporté un apport en vitamine D allant de 3,4 µg/j chez les omnivores à faible consommation de viande à 4,0 µg/j chez les omnivores à forte consommation de viande. Cette tendance a également été rapportée par d'autres études où, une proportion significativement plus élevée de végétaliens sans supplémentation avait des niveaux de 25-hydroxyvitamine D inférieurs à la normale par rapport aux omnivores, soulignant l'importance de la supplémentation, en particulier dans un régime végétalien.

Plusieurs études ont rapporté des concentrations sériques inférieures de 25-hydroxyvitamine D chez les végétaliens par rapport aux omnivores. Seuls 46 % des végétaliens avaient suffisamment de 25-hydroxyvitamine D contre 86 % des omnivores selon *Hansen*. (26,27)

L'apport total en calcium serait le plus élevé chez les végétariens (895 mg/j) par rapport aux végétaliens (838 mg/j) ou aux omnivores (858 mg/j). *Hansen* (26) a rapporté un apport inférieur à l'apport recommandé de 800 mg/jour (ANSES) chez 40 % des végétaliens et 20 % des omnivores. Des résultats comparables ont été mis en évidence par *Weikert* (27) qui a rapporté une faible excrétion de calcium et une augmentation des taux de parathormone (PTH) de près d'un participant végétalien sur trois confirmant une réponse physiologique à un faible apport en calcium.

Les niveaux de calcium sérique seraient plus élevés chez les végétaliens par rapport aux omnivores. (12,26)

Dans toutes les études, les niveaux moyens de PTH avaient tendance à être plus élevés chez les végétariens (4,91 pmol/L) et les végétaliens (5,21 pmol/L) que chez les omnivores (4,04 pmol/L). Les quatre marqueurs du remodelage osseux ont également été mesurés dans plusieurs études. Les végétaliens auraient une concentration sérique plus élevée de marqueurs de formation osseuse (Propeptide N-terminal du procollagène de type I et phosphatase alcaline spécifique de l'os) et de marqueurs de résorption osseuse (les Téloptides C-terminaux du collagène de type I) par rapport aux omnivores, ce qui indique un renouvellement osseux accéléré.

Finalement, certaines études ont rapporté une DMO significativement plus faible de la colonne lombaire chez les végétaliens par rapport aux omnivores, alors qu'aucune différence significative n'a été trouvée entre les végétariens et les omnivores. (12,26)

L'augmentation observée du renouvellement osseux chez les végétaliens indique que l'exclusion stricte de tous les aliments d'origine animale provoque une perturbation du

métabolisme osseux, avec des implications potentielles à long terme pour la santé osseuse, notamment un risque accru de fractures et d'ostéoporose. Une explication potentielle de l'effet négatif d'un régime végétalien sur le métabolisme osseux implique des perturbations de l'homéostasie du calcium sérique. De manière notable, les concentrations sériques de calcium ne variaient pas ou étaient supérieures chez les végétaliens, malgré un apport en calcium plus faible chez les végétaliens. Le maintien crucial d'une concentration normale de calcium sérique chez les végétaliens s'explique probablement par une régulation homéostatique stricte, facilitée par des augmentations de l'absorption intestinale, de la réabsorption rénale et de la résorption osseuse, contrôlées par la PTH et le métabolite actif de la vitamine D.

Toutefois, l'apport total de vitamine D alimentaire n'explique pas la diminution observée de la concentration sérique de 25-hydroxyvitamine D et les perturbations de la régulation du calcium. Une explication possible est la sous-estimation potentielle de l'apport total en vitamine D. De plus, la majorité des participants végétaliens prenant des suppléments de vitamine D ont pris des suppléments contenant de l'ergocalciférol à base de plantes (vitamine D2), qui semble moins efficace pour augmenter les taux de 25-hydroxyvitamine D sérique par rapport à des doses égales de cholécalciférol (vitamine D3).

La faible biopuissance de la vitamine D dans le régime végétalien pourrait expliquer la diminution du statut en vitamine D, entraînant une carence subclinique en calcium, qui est compensée par la stimulation de la libération de PTH.

La vitamine D n'est naturellement présente que dans quelques aliments, en particulier les poissons gras, les œufs, la viande, les champignons traités aux UV et les algues, ce qui explique pourquoi les apports les plus élevés en vitamine D ont été observés chez les pesco-végétariens consommant régulièrement du poisson. Cependant, les apports moyens en vitamine D sont bien inférieurs aux recommandations dans tous les régimes alimentaires et, par conséquent, des aliments ou des suppléments enrichis en vitamine D sont généralement recommandés. (12,26)

## 5. FER

### *a) Généralités et rôles du fer*

Le fer est essentiel pour de multiples fonctions biologiques chez l'homme, y compris la synthèse de composés hémiques (hémoglobine et myoglobine) responsables du transport de l'oxygène, ainsi que la formation d'enzymes contenant du fer impliquées dans le transfert d'électrons. De plus, le fer est impliqué dans le fonctionnement du système immunitaire et de la cognition. (28)

Les végétariens et les végétaliens sont à risque de carence en fer. Ce risque de carence est lié à la fois à un apport insuffisant en fer et à une faible biodisponibilité du fer provenant des aliments végétaux.



### *b) Carence en fer*

Une carence en fer peut entraîner une anémie ferriprive, avec la formation d'érythrocytes microcytaires et une synthèse inadéquate de l'hémoglobine. Cette anomalie est responsable d'un apport insuffisant en oxygène aux cellules. Les symptômes d'une carence peuvent inclure une diminution de la cognition, de la fatigue, une baisse des fonctions immunitaires, ou des complications de la grossesse. (29)

### *c) Sources*

Il existe deux formes principales de fer dans les aliments : le fer hémique, qui ne se trouve que dans les produits d'origine animale, et le fer non hémique, qui se trouve à la fois dans les aliments végétaux et les produits d'origine animale. Le fer hémique divalent issu des produits animaux est absorbé deux à trois fois mieux (13 à 35 %) que le fer trivalent issu des végétaux (2 à 20 %). L'absorption dépend également du statut en fer et de la présence d'inhibiteurs alimentaires, tels que l'acide phytique, les polyphénols, le calcium et les peptides (de protéines partiellement digérées) et/ou d'activateurs tels que l'acide ascorbique ou d'autres acides organiques. Le phytate est l'un des inhibiteurs d'absorption les plus puissants. Plus de 50% de l'apport en phytates provient des produits céréaliers, qui sont également la source la plus importante de fer alimentaire pour de nombreux végétariens. On retrouve le phytate également dans les légumineuses et les noix. Ainsi, l'absorption de fer non hémique dépend des besoins physiologiques, des stocks de l'organisme ainsi que de la composition du repas. (1,27,28)

### *d) Statut nutritionnel des végétariens et végétaliens selon la littérature*

L'alimentation végétale semble apporter autant de fer qu'une alimentation omnivore. En effet, les personnes végétariennes auraient des apports équivalents par rapport aux personnes omnivores. Ainsi, aucune recommandation diététique particulière n'est donnée pour les végétaliens, les végétariens ou les pesco-végétariens, car un apport suffisant en fer peut être obtenu avec une alimentation bien équilibrée, tout en omettant la viande et les produits à base de viande. Les apports conseillés selon l'ANSES chez l'adulte se situent entre 11 et 16 mg/j.

Toutefois, les stocks en fer sont inférieurs chez les végétariens/végétaliens, le taux de ferritine (enzyme de stockage du fer) étant inférieur chez des personnes végétariennes ou végétaliennes. Une revue analytique et une revue systématique, ainsi qu'une méta-analyse, ont rapporté que les végétariens et les végétaliens sont plus susceptibles d'avoir de plus faibles réserves en fer et une anémie ferriprive associée par rapport aux non-végétariens. Toutefois, malgré des réserves de fer plus faibles chez les adultes végétariens que chez les

non-végétariens, leurs niveaux de ferritine se situent généralement dans les valeurs normales. (1,28)

Des études récentes montrent que l'organisme est capable de s'adapter lorsque l'apport en fer est insuffisant. En effet, il semblerait que les capacités d'absorption augmentent lorsque le taux de ferritine est bas. De même l'absorption en fer non héminique peut être augmenté chez des individus en carence martiale. (1)

Dans l'étude de *Neufingerl* (12), l'apport moyen en fer avait tendance à être plus élevé chez les végétaliens (21,0 mg/j) que chez les végétariens (15,3 mg/j) et les omnivores (13,9 mg/j). Les apports moyens en fer étaient supérieurs aux recommandations dans tous les groupes de régime à l'exception de sept des 32 études. Des données similaires ont été rapportés par d'autres études. (28,29)

La ferritine est un bon indicateur de la réserve en fer (contrairement au fer sérique qui est sensible aux variations quotidiennes), ainsi de faibles concentrations de ferritine indiquent un épuisement des réserves de fer, qui est le résultat d'un apport insuffisant en fer, d'une malabsorption et/ou d'un volume élevé de perte de sang. De faibles taux de ferritine reflètent généralement une déplétion progressive en fer et reflètent un mauvais état du fer sur une longue période.

Plusieurs études ont révélé une concentration plus faible en ferritine chez les végétariens, par rapport aux non-végétariens.

Les résultats de la littérature montrent que de manière générale, quel que soit le régime alimentaire, les femmes ont tendance à avoir des taux de ferritine plus faible que les hommes, voire inférieurs aux valeurs de référence. En comparant les différents régimes alimentaires, les végétaliens auraient tendance à présenter un taux en ferritine significativement plus faible que les végétariens et les omnivores. D'après plusieurs études, la ferritine est significativement plus élevée chez les non-végétariens, malgré un apport en fer plus élevé chez les végétaliens. (12,28,29)

Les études ont également évalué l'hémoglobinémie, qui est un marqueur d'anémie martiale. (29) Par rapport à la prévalence des individus appauvris en ferritine, un plus petit pourcentage des échantillons avait une concentration en hémoglobine inférieure aux valeurs normales. Par exemple, 13 % des participants végétaliens inclus dans une étude américaine avaient des valeurs d'hémoglobinémie inférieures à 120 g/L, bien que 27 % des participants aient un taux de ferritine inférieur à 12 µg/L. De manière globale, les valeurs d'hémoglobinémie inférieures aux seuils de carence étaient considérablement plus élevées chez les participants végétariens que non végétariens. (29)

Cette différence entre les taux de ferritine et d'hémoglobinémie peut s'expliquer par le fait que les carences nutritionnelles se développent par l'épuisement des réserves, puis

l'apparition d'anomalies hématologiques et, enfin, l'apparition de symptômes manifestes de carence. Ainsi, il est normal de voir une prévalence plus faible d'une diminution d'hémoglobinémie par rapport à un statut inadéquat en ferritine. (29)

Ces études confirment le fait que les régimes végétaliens peuvent compromettre le statut en fer, du fait d'une plus faible biodisponibilité du fer non héminique et de la consommation d'inhibiteurs de l'absorption du fer. Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que la biodisponibilité du fer dans un régime à base de plantes est nettement inférieure (c'est-à-dire ~ 10 %) par rapport à un régime à base de viande et de poisson contenant du fer héminique (18 %). Toutefois, les données suggèrent que même avec un régime végétalien, il est possible d'obtenir un statut en fer adéquat.

## 6. ZINC

### a) *Rôles du zinc*

Le zinc est un oligoélément fondamental chez l'homme, c'est le deuxième oligo-élément le plus abondamment après le fer. Le zinc intervient dans l'activité de plus de 200 enzymes.

Collectivement, ces enzymes dépendantes du zinc sont nécessaires au métabolisme des glucides, des lipides et des protéines et à la clairance des espèces réactives de l'oxygène. Le zinc joue un rôle dans la vision, à la fois dans le transport de la vitamine A en tant que composant de la protéine de liaison au rétinol (RBP) et dans la synthèse de la rhodopsine. Il contribue à la structure des protéines, des membranes cellulaires, des acides nucléiques et des ribosomes. Il a des rôles régulateurs dans la transcription des gènes, la signalisation cellulaire, la libération d'hormones et l'apoptose. Il est essentiel pour le fonctionnement normal des processus anabolisants, tels que la croissance, l'entretien des tissus et la cicatrisation des plaies.

Le zinc participe ainsi à de nombreuses fonctions physiologiques telles que l'immunité cellulaire, la régulation hormonale, la multiplication et la différenciation cellulaires, la cicatrisation, les fonctions cérébrales, le goût, la vision et l'appétit. (25,30,31)

### b) *Sources*

La viande, les produits laitiers et les œufs sont des aliments riches en zinc, tandis que certains aliments végétaux riches en zinc (par exemple, les noix, les graines et les grains entiers) présentent une biodisponibilité plus faible en raison de la présence de phytate, qui réduit l'absorption dans l'intestin. Cependant, la teneur en phytates pourrait être réduite à l'aide de méthodes spécifiques de trempage, de germination, de fermentation par exemple. Les acides organiques, tels que l'acide citrique, peuvent également améliorer l'absorption du zinc dans une certaine mesure. (1,12)

### *c) Carence*

Une carence en zinc peut entraîner différents symptômes, notamment une anorexie, une dysgueusie ou une dysosmie. Des diarrhées peuvent survenir, augmentant les pertes en zinc et entraînant un cercle vicieux d'aggravation de la carence. Une éruption cutanée peut survenir en cas de carence sévère. La carence peut également engendrer une cécité nocturne ainsi que des troubles de la fertilité. La gestion des espèces réactives de l'oxygène peut être altérée, rendant les cellules sensibles aux dommages oxydatifs de l'ADN et de la membrane cellulaire. Le système immunitaire peut être compromis, favorisant le développement d'infections. Le zinc étant indispensable à la croissance et au maintien des tissus, sa carence peut se traduire par un retard de croissance, une alopecie et une diminution de la capacité de travail musculaire. (31)

Lorsque la carence est légère, bien qu'il ne provoque pas de signes cliniques manifestes, il peut compromettre l'immunité cellulaire et humorale, entraînant une sensibilité accrue aux infections. Il peut y avoir une altération de la croissance et de la cicatrisation. Les performances neuropsychologiques peuvent être altérées chez les enfants et les fonctions cognitives réduites chez les personnes âgées. (31)

### *d) Statut nutritionnel des végétariens et végétaliens selon la littérature*

Des études comparatives ne mettent pas en évidence une éventuelle carence en zinc chez les personnes végétariennes par rapport aux personnes non végétariennes. Il semblerait en effet que l'apport soit équivalent voire légèrement inférieur chez les végétariens, et que les taux plasmatiques soient dans les normes ou à la limite basse. De plus, des effets secondaires liés à un léger déficit en zinc n'ont pas été observés avec une alimentation végétale. (1)

Comparativement aux groupes témoins non-végétariens, les études montrent que les adultes végétariens ont des apports en zinc alimentaires similaires ou légèrement inférieurs, et des concentrations sériques de zinc plus faibles mais dans la plage normale. En effet, selon plusieurs études, dont une méta-analyse, l'apport moyen en zinc dans les études était similaire dans tous les régimes alimentaires. Les végétariens de manière générale semblent présenter des apports alimentaires en zinc et des concentrations sériques de zinc inférieurs par rapport aux non-végétariens. Aucune différence n'a été observée dans l'apport en zinc ou le zinc sérique chez les ovo-lacto-végétariens par rapport aux non-végétariens, tandis que les différences étaient plus importantes chez les végétaliens et les végétariens, ce qui suggère que toutes les catégories végétariennes peuvent avoir un impact sur le statut en zinc.

Notons qu'une quantité élevée de phytates ingérés pourrait contribuer à un faible statut en zinc, mais malgré la biodisponibilité réduite du zinc de nombreux régimes à base de plantes, les végétariens adultes ne semblent pas avoir de conséquences néfastes sur leur santé qui sont attribuables à un statut inférieur de zinc, probablement dû aux mécanismes homéostatiques qui permettent aux adultes de s'adapter à un régime végétarien. (12,32)

## 7. IODE

### a) *Rôles de l'iode*

L'iode est un micronutriment essentiel pour la synthèse des hormones thyroïdiennes - la triiodothyronine (T3) et la thyroxine (T4). Les hormones thyroïdiennes jouent un rôle crucial dans la régulation du métabolisme, de la croissance et du développement neurologique. L'iode est principalement apporté par l'alimentation, cependant, la plupart des aliments sont dépourvus de quantités notables d'iode, à l'exception de ceux issus du milieu marin. Ainsi, du fait de la présence insuffisante en iode de aliments d'origine végétale, les personnes végétaliennes sont plus à risque de carence en iode, notamment les personnes consommant peu de sel iodé ou de produits à base d'algues. Les produits laitiers contiennent de l'iode mais leur concentration est variable. (1,33)

### b) *Carence*

Les signes d'un apport en iode inférieur aux recommandations (150 µg/jour, selon l'ANSES) peuvent comprendre une hypothyroïdie avec les symptômes associés, un nodule thyroïdien ou le crétinisme chez les nourrissons nés de mères ayant un faible statut en iode pendant la grossesse et l'allaitement. A l'inverse, un apport excessif en iode (> 1000 µg/jour) peut entraîner une hyperthyroïdie chez les personnes atteintes d'une maladie thyroïdienne préexistante ou d'une carence en iode. (33)

Les aliments tels que le soja, les légumes crucifères et les patates douces contiennent des perturbateurs de la fonction thyroïdienne (ce sont des aliments seraient dits « goitrogènes », inhibant la fonction de l'iode), ces aliments n'ont toutefois pas été associés à une insuffisance thyroïdienne chez les personnes en bonne santé, à condition que l'apport en iode soit adéquat. (1)

### c) *Statut nutritionnel des végétariens et végétaliens selon la littérature*

Il semblerait que l'apport moyen en iode aurait tendance à être plus faible chez les végétaliens (111 µg/j) et les végétariens (146 µg/j) que chez les omnivores (170 µg/j). Ces chiffres issus de la revue de *Neufingerl* (12) montrent que l'apport est inférieur aux apports nutritionnels conseillés de 150 µg/j pour les adultes. La même tendance est rapportée par

d'autres études. En effet, les études portant sur l'iode indiquent un apport et un statut inférieurs dans les régimes à base de plantes par rapport aux omnivores ; et les végétaliens et végétariens stricts vivant en Europe ont des valeurs d'iode inférieures aux niveaux recommandés et sont à risque de carence. Ces données suggèrent que des apports en iode inadéquats peuvent être très répandus dans les populations végétaliennes. (12,33,34)

Une revue analysant 15 articles (33) sur le statut en iode dans les régimes à base de plantes rejoint ces données et les adultes suivant un régime végétalien, vivant dans les pays industrialisés, ne consommant pas d'algues ou de suppléments contenant de l'iode, semblent avoir un risque accru de faible statut en iode, de carence en iode et d'apport insuffisant en iode par rapport aux groupes alimentaires moins restrictifs.

On pourrait supposer que les pesco-végétariens aient un apport adéquat ou à minima supérieur aux autres groupes végétariens. Une étude réalisée en Norvège en 2020 sur le statut en iode chez les végétaliens, végétariens et pesco-végétariens (35) rapporte que l'apport en iode est inférieur au BME de 100 µg/jour (seuil norvégien). De plus, les analyses suggèrent une carence modérée en iode chez les végétaliens et une carence légère en iode chez les végétariens et les pesco-végétariens. Les pesco-végétariens avaient malgré tout un statut en iode plus élevé que les végétariens.

Il semblerait que certaines populations suivant des régimes omnivores aient également un faible statut en iode et une carence légère à modérée. Le degré de vulnérabilité dans tous les groupes alimentaires semble être influencé non seulement par les choix, les pratiques et les restrictions alimentaires individuels, mais aussi par les déterminants alimentaires spécifiques au pays et les stratégies nationales d'enrichissement des aliments. Pour cette raison, les végétaliens et les végétariens vivant dans les régions industrialisées où les mesures nationales d'iode de la population sont inférieures à la quantité adéquate ou où l'apport alimentaire est insuffisant sont plus sensibles à la carence en iode. (33)

## 8. SÉLÉNIUM

### *a) Rôles du sélénium*

Le sélénium est un nutriment essentiel, il joue un rôle dans le fonctionnement des sélénoprotéines. Il intervient dans le métabolisme thyroïdien (les désiodases de type I et III), dans les glutathion-peroxydases (enzymes antioxydantes qui gèrent l'élimination des espèces réactives de l'oxygène), dans la thiorédoxine réductase (qui régénère des formes réduites des vitamines C et E) et dans d'autres enzymes intervenant dans la défense contre le stress oxydatif. (36–39)

### *b) Carence*

Une carence en sélénium se manifeste par un ou plusieurs des symptômes suivants : dystrophie des muscles squelettiques, dépigmentation des phanères, anémie, manifestations arthrosiques, augmentation de la fréquence des infections ou arythmie cardiaque. Des troubles de la reproduction et une faiblesse musculaire ont été rapportés en cas de faibles taux de sélénium.

A l'inverse, le sélénium à fortes doses peut être toxique. Des toxicités aiguës et mortelles sont survenues lors de l'ingestion d'un excès de sélénium, tandis que de plus petites doses sur de longues périodes peuvent entraîner la fragilité et la perte des cheveux et des ongles, des troubles gastro-intestinaux, des éruptions cutanées, de la fatigue, de l'irritabilité et des anomalies du système nerveux (sélénose). (11,38,39)

### *c) Source*

Les sources alimentaires les plus riches en sélénium sont les abats et les fruits de mer, suivis des viandes, tandis que la teneur en légumes dépend de la teneur en sélénium du sol.(38)

### *d) Statut nutritionnel des végétariens et végétaliens selon la littérature*

Plusieurs études ont rapporté que les personnes suivant un régime à base de plantes étaient plus susceptibles d'avoir une diminution des apports en sélénium. Et plus précisément, les végétaliens auraient des apports significativement plus faibles que les végétariens et les omnivores. Les concentrations plasmatiques mesurées étaient également plus faibles que les valeurs de référence, sans toutefois signer une carence. Certaines études indiquent que malgré que les végétaliens soient plus susceptibles d'avoir un faible apport en sélénium, l'apport n'est pas forcément significativement différent par rapport aux non-végétaliens. (11,34,36)

## 9. CONCLUSION

Ainsi, le passage à un régime alimentaire avec plus d'aliments végétaux et moins d'aliments d'origine animale peut améliorer l'apport en fibres, en AGPI, en folate, en vitamines B1, B6, C, E et en magnésium et, par la suite, être bénéfique pour la santé. (12)

Une *planification* minutieuse afin de varier les aliments est nécessaire pour consommer une alimentation nutritive à base de plantes car il existe un risque d'apports insuffisants en DHA, vitamine B12, vitamine D, calcium, fer, zinc, iode.(12)

## B. CONSEIL NUTRITIONNEL A L'OFFICINE

### 1. AIDE A LA CONSTITUTION D'UN REPAS EQUILIBRE

#### a) *DEFINITIONS*

##### **Besoin Nutritionnel moyen (BNM)**

Le BNM est le besoin moyen au sein de la population, tel qu'estimé à partir de données individuelles d'apport en relation avec un critère d'adéquation nutritionnelle lors d'études expérimentales.

##### **Référence Nutritionnelle pour la population (RNP), aussi appelé apport nutritionnel conseillé (ANC)**

La RNP est 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 estimée à partir du BNM auquel on ajoute deux écart-types, pour déterminer ainsi l'apport qui couvre le besoin de 97,5 % de la population. L'écart-type étant le plus souvent estimé à 15 % du BNM, la RNP équivaut alors à 1,3 fois le BNM.

##### **Apport satisfaisant (AS)**

L'AS correspond à l'apport moyen d'une population ou d'un sous-groupe pour lequel le statut nutritionnel est jugé satisfaisant.

##### **Limite supérieure de sécurité (LSS)**

La LSS est définie comme l'apport journalier chronique maximal d'une vitamine ou d'un minéral considéré comme peu susceptible de présenter un risque d'effets indésirables sur la santé de toute la population.

#### b) *LIPIDES*

La part recommandée des lipides dans l'apport énergétique est de 35 à 40 %. Cette fourchette permet d'assurer la couverture des besoins en acides gras essentiels et indispensables et prend en compte la prévention des pathologies.

La qualité des lipides importe plus que la quantité : les lipides apportent en effet des oméga-3, 6 et 9.

Les recommandations de l'ANSES concernant l'apport en lipides sont listés ci-dessous.



	<b>Acide gras</b>	<b>Recommandation</b>
<b>AG indispensables</b>	Acide linoléique (AL ; série omega 6)	4%
	Acide $\alpha$ -linoléique (ALA ; série omega 3)	1%
	Acide docosahexaénoïque (DHA ; série omega 3)	250 mg
<b>AG non indispensables</b>	Acide eicosapentaénoïque (EPA ; série omega 3)	250 mg
	Acides laurique + myristique + palmitique (lipides athérogènes)	$\leq 8 \%$
	Acides gras saturés totaux	$\leq 12 \%$
	Acide oléique (AG monoinsaturé)	15-20 %

Tableau 1 : Recommandations pour l'apport en lipides pour la population générale (ANSES)

Étant donné que le rapport omega6/omega3 est le plus souvent défavorable, il est important que l'alimentation fournisse suffisamment d'omega 3. Les acides gras DHA et EPA sont le plus souvent retrouvés dans les aliments d'origine animale. Les végétaliens peuvent facilement obtenir l'acide alpha-linolénique (ALA), précurseur de la série oméga-3, à partir d'une variété d'aliments végétaux, en particulier les graines de lin, les graines de chanvre, l'huile de colza et les noix.

L'acide eicosapentaénoïque (EPA) et l'acide docosahexaénoïque (DHA) peuvent être synthétisés à partir de l'ALA dans le corps humain, mais l'efficacité de cette conversion (en particulier de l'ALA au DHA) est limitée. La seule source directe de quantités pertinentes d'EPA et en particulier de DHA pour les végétaliens sont les suppléments végétaliens d'EPA/DHA (généralement à base d'huile de microalgues). (40,41)

#### Recommandations d'acides gras oméga-3 pour les végétaliens

Il existe deux moyens possibles d'améliorer le statut des AGE : en ajustant les apports en acide linoléique (AL) et acide  $\alpha$ -linoléique (ALA) pour améliorer la conversion, et en ajoutant des suppléments de DHA et d'EPA dérivés de microalgues. Ainsi, si le régime alimentaire ne fournit pas suffisamment de DHA et d'EPA, il est conseillé de doubler l'apport en ALA afin d'aider à déplacer l'équilibre AL/ALA vers une conversion plus efficace. Certaines preuves suggèrent qu'une conversion optimale peut être obtenue à un rapport n-6/n-3 de 4 :1 ou moins.

Ainsi, selon la littérature, pour les végétaliens (ne prenant pas de suppléments d'EPA/DHA), un apport en ALA de l'ordre de 2 à 4 g/j ont été recommandés. Les végétaliens non supplémentés peuvent atteindre un tel apport en incluant l'une des options suivantes (ou une combinaison) dans leur alimentation quotidienne (chacune des options ci-dessous fournit environ 2 à 4 g d'ALA) :

- 5–10 noix (c'est-à-dire 10–20 moitiés de noix, 20–40g)
- 1 à 2 cuillères à café d'huile de lin pressée à froid
- 1–3 cuillères à soupe de graines de lin moulues (graines de lin)
- 1–2 cuillères à soupe de graines de chia
- 1–2 cuillères à soupe d'huile de graines de chanvre pressée à froid

- 3–4 cuillères à soupe de graines de chanvre non décortiquées
- 1–2 cuillères à soupe de graines de chanvre décortiquées (20–50 g)
- 1–3 cuillères à soupe d'huile de colza pressée à froid

Les aliments à base de soja et les légumes à feuilles vertes contiennent également des quantités supplémentaires d'ALA. (15,40)

Pour maintenir un rapport oméga-6/oméga-3 optimal et favoriser la transformation des ALA en AGPI, les huiles de graines riches en oméga-6 et les huiles tropicales (huiles de coco, de palme et de palmiste) riches en les graisses saturées doivent être évitées ou fortement limitées. L'huile d'olive a une faible influence sur le rapport oméga-6/oméga-3. (42,43)

De plus, il a été démontré que la supplémentation en ALA augmente les niveaux d'EPA dans le sang, mais ne semble pas affecter le statut en DHA. L'huile de microalgue est riche en DHA (et EPA) et pourrait être un complément utile pour les végétaliens et les végétariens. Les suppléments d'huile de microalgue augmentent les taux sanguins d'EPA et de DHA. (44)

#### Sources d'ALA :

Les végétaux ne fournissent principalement que de l'ALA, l'EPA et la DHA étant retrouvés dans les aliments d'origine animale.

Huiles	ALA (g/100 g)	Oléagineux	ALA (g/100 g)	Autres sources	ALA (g/100 g)
Lin	54 – 58 g	Graines de chanvre	17	Graines de soja	1,3
Noix	12	Graines de lin	17 – 21	Germe de blé	0,4
Colza	7,5	Graines de chia	18	Épinards (crus)	0,3
Soja, germe de blé	7	Noix	7,5	Olives, avocat	0,2
Olive	0,7	Noisettes	0,6	Cresson	0,1
Noisette, pépin de raisin	0,3	Pistaches	0,4		
		Graine de pavot, de sésame	0,3		
		Graine de tournesol	0,2		

Tableau 2 : Sources végétales d'acide alpha-linolénique

Il ne faut pas faire chauffer les huiles riches en oméga-3 car elles se dégradent rapidement et perdent leurs propriétés. Il est également conseillé de conserver les bouteilles fermées et à l'abri de la lumière pour éviter qu'elles rancissent, particulièrement pour l'huile de lin. (41)

#### d) PROTEINES

Les apports recommandés par l'ANSES sont listés dans le tableau qui suit :

Groupes de population	RNP
Adulte	0,83 g/kg/j
Personne âgée	1 g/kg/j
Femme enceinte et allaitante	1,2 g/kg/j

Tableau 3 : Recommandations pour les protéines (ANSES)

La qualité d'une protéine dépend de sa composition en acides aminés et est d'autant meilleure qu'elle comporte davantage d'acides aminés essentiels, ce qui est le cas des protéines d'origine animale. À l'inverse, les protéines issues des végétaux n'apportent pas, ou en quantité insuffisante, toute la gamme des acides aminés essentiels, qui sont dits acides aminés « limitants ».

Tous les acides aminés essentiels doivent être présents pour une synthèse protéique optimale. Ils peuvent être puisés, en cas de besoin, dans le pool protéique tissulaire.

Il est important de noter que tous les acides aminés essentiels peuvent ne pas être contenus dans un même aliment protéique si celui-ci est associé à d'autres aliments compensant l'insuffisance d'un acide aminé essentiel dit « limitant ». Ainsi, la diversification alimentaire réduit le risque d'avoir une insuffisance d'apport en acides aminés essentiels.

Ainsi, pour combler ce manque et satisfaire les besoins, il est nécessaire pour les végétaliens d'associer plusieurs aliments végétaux différents et de réaliser des combinaisons alimentaires avec des céréales et des légumineuses. En effet, les protéines trouvées dans les céréales ont des teneurs assez faibles en lysine mais contiennent de la cystéine et de la méthionine (acides aminés soufrés), alors que celles trouvées dans les légumineuses sont généralement assez pauvres en acides aminés soufrés et contiennent de la lysine. (3,40)

#### Digestibilité des protéines

Une autre notion importante à prendre en compte dans l'évaluation de l'aspect qualitatif des protéines est la digestibilité, qui correspond au degré d'assimilation des protéines.

Les protéines d'origine animale ont une digestibilité élevée, entre 94 % et 98 %. En revanche, la digestibilité des protéines végétales semble être nettement inférieure à celle des produits d'origine animale, atteignant pour la plupart environ 50 à 80 %. Ceci est dû à la présence d'une enveloppe et de facteurs antinutritionnels naturellement présents dans les grains entiers et les légumineuses.

Toutefois, certaines protéines végétales comme les protéines de soja ou le gluten ont la même digestibilité que les protéines animales, estimée à plus de 95 %. (3,44,45)

En outre, la digestibilité des protéines peut être améliorée par divers procédés. En effet, les légumineuses, les céréales, les pommes de terre et les tomates contiennent des inhibiteurs des enzymes digestives protéolytiques qui peuvent être inactivés par la cuisson. La germination des graines conduit à la production d'enzymes qui réduisent les phytates et améliorent la digestibilité. La fermentation des produits végétaux peut également améliorer la digestibilité. (46,47)

#### Apports de référence en protéines

Du fait de ces notions, il a été suggéré que les végétariens pourraient avoir besoin de consommer plus de protéines que les non-végétariens pour compenser la plus faible digestibilité des sources végétales.

L'apport nutritionnel de référence en protéines (0,8 g de protéines/kg/j) devrait être augmenté à 1 g/kg/j pour les végétariens/végétaliens, et certains ont suggéré qu'un apport en protéines de 1,2 à 1,5 g/kg/j permettrait de protéger contre la perte osseuse et musculaire. Pour les athlètes, un apport en protéines de 1,5 à 2 g/kg/j est fréquemment recommandé. (40,44)

#### Sources de protéines végétales :

Tous les végétaux sont constitués de protéines mais les légumineuses (lentilles, haricots, pois, les fèves, soja et ses dérivés : tofu, protéine de soja texturée, tempeh...), les oléagineux (comme les noix, les noisettes ou les amandes), les céréales sont des bonnes sources de protéines végétales du fait de la teneur importante en protéines.

Il n'est pas nécessaire de réaliser des combinaisons céréales/légumineuses à chaque repas, il convient de diversifier les différentes sources de protéines sur quelques jours afin d'assurer un apport optimal de tous les acides aminés essentiels. (41)

<b>Céréales et assimilés</b>	<b>g / 100 g d'aliment cuit</b>	<b>Légumineuses</b>	<b>g / 100 g d'aliment cuit</b>
Seitan (gluten de blé)	20,6	Arachides (cruées)	26,1
Pain grillé multi-céréales	12,1	Tofu lactofermenté (nature)	21
Pain de mie complet	9,33	Tempeh	18
Pain de seigle et froment	9,6	Steak de soja	17
Pain blanc (baguette)	8,6	Tofu (fumé ou nature)	14,7-16,4
Polenta ou semoule de maïs précuite sèche	7,9	Lentilles corail	10,6
Pâtes au blé complet	4,9	Lentilles vertes	10,1
Quinoa	5	Haricots rouges	9,6
Pâtes blanches	4	Pois cassés	8,6
Riz sauvage	4	Pois chiches	8,3
Riz complet	3,4	Haricots blancs	6,75
Riz blanc	2,9	Flageolets	6,75
Flocons d'avoine	2,7	Petits pois	6,38
Orge	2,3	Tofu soyeux	5
		Lait de soja	3,2 – 3,75
<b>Oléagineux</b>	<b>g / 30 g d'aliment cru</b>	<b>g / 100 g d'aliment cru</b>	
Graines de courges	10,7	35,6	
Arachides	7,8	26,1	
Lin	7,2	23,9	
Amandes avec peau	6,8	22,6	
Sésame	6,2	20,8	
Noix de cajou	6,2	20,5	
Pavot	5,9	19,7	
Chia	5,9	19,5	
Noisettes	5,1	17	
Cerneaux de noix	4,7	15,7	
Noix de macadamia	2,8	9,3	

Tableau 4 : Sources végétales de protéines

### e) VITAMINE D

Deux voies permettent de couvrir les besoins quotidiens en vitamine D :

- L'exposition au soleil : une exposition au soleil de 15 à 30 minutes en fin de matinée ou dans l'après-midi, permet d'assurer un apport journalier suffisant en vitamine D.

- La consommation d'aliments riches en vitamine D.

La vitamine D alimentaire est quasiment absente des aliments végétaliens non enrichis. On peut en retrouver en petites quantités dans les haricots, le brocoli et les légumes-feuilles.

Certains champignons exposés au soleil ou aux lampes UVB contiennent des quantités importantes de vitamine D, ainsi que les poudres de microalgues *Chlorella* (*Chlorella pyrenoidosa* et *Chlorella vulgaris*). De même, les produits à base de cacao fabriqués à partir de fèves de cacao séchées au soleil peuvent également contenir de petites quantités de vitamine D en raison d'une contamination fongique.

Ces sources végétales sont toutefois peu fiables pour assurer un apport suffisant en vitamine D du fait que les concentrations sont dépendantes de nombreux facteurs notamment environnementaux (présence fongique, exposition au rayons UV, ...).

Ainsi, outre le soleil, les suppléments de vitamine D et les aliments enrichis sont les principaux déterminants du statut en vitamine D dans de nombreux pays, non seulement chez les végétaliens mais aussi dans la population générale. (40,42)

#### Apports de référence en vitamine D

Les apports nutritionnels de référence en vitamine D sont de l'ordre de 10 à 20 µg/j (400 à 800 UI/j) pour les adultes comme pour les enfants, selon les pays. Ces recommandations s'appliquent lorsque la synthèse endogène de vitamine D à partir du soleil est insuffisante. (40)

Groupes de population	AS (µg/j)	AS (UI)	LSS (µg/j)	LSS (UI)
Nourrisson de moins de 6 mois	10	400	25	1000
Nourrisson de 6 mois et plus	10	400	25	1000
Enfants de 1 à 3 ans	15	600	50	2000
Enfants de 4 à 10 ans	15	600	50	2000
Adolescents de 11 à 17 ans	15	600	100	4000
Adulte	15	600	100	4000
Femme enceinte ou allaitante	15	600	100	4000

Tableau 5 : Repères nutritionnels pour la vitamine D (ANSES)

#### Biodisponibilité de la vitamine D

Les formes les plus courantes de vitamine D sont la vitamine D2 (ergocalciférol, d'origine végétale) et la vitamine D3 (cholécalférol, d'origine animale).

La vitamine D2 (ergocalciférol) est généralement produite à partir de levures ou de champignons. On peut aussi la trouver dans les céréales. La vitamine D3 (cholécalférol) est retrouvée dans les poissons gras.

La biodisponibilité de la vitamine D3 est supérieure à celle de la vitamine D2, toutefois la différence semble être faible et peu pertinente avec une supplémentation quotidienne à des

quantités dans la plage recommandée (400 – 1000 UI/j). En effet, il existe une certaine controverse quant à l'équivalence de ces 2 formes de vitamine D. À faibles doses, la vitamine D2 et la vitamine D3 semblent équivalentes, mais à des doses plus élevées, la vitamine D2 semble être moins efficace que la vitamine D3.

La vitamine D2 est d'origine fongique, elle est donc végétalienne. En revanche, la vitamine D3 est le plus souvent non végétalienne car elle est généralement produite à partir de lanoline dérivée de la laine de mouton. Il existe toutefois des suppléments de vitamine D3 végétalienne, dérivée du lichen, qui sont de plus en plus courants. Ces suppléments semblent être dosés de la même manière que les produits d'origine animale, avec des doses de 200 à 1000 UI par portion, et peuvent être utilisés comme équivalents similaires pour les homologues d'origine animale. (40,41,44,48)

#### Recommandations de vitamine D pour les végétaliens

L'exposition quotidienne directe au soleil pendant environ 15 à 30 minutes (selon le type de peau et la zone de peau exposée) peut être une source suffisante de vitamine D tout au long de l'année dans les régions proches de l'équateur ou pendant la saison estivale dans les régions plus éloignées de l'équateur. Le risque de surdosage par exposition solaire n'existe pas : la peau cesse de la synthétiser lorsque le taux de vitamine D atteint une valeur suffisante.

Toutefois, du fait de la quasi-absence de vitamine D dans les aliments végétaux et de sa faible biodisponibilité, la supplémentation quotidienne de vitamine D chez les personnes végétaliennes est fortement recommandée à raison de 15 - 25 µg/jour (600 - 1 000 UI/jour) chaque fois qu'une exposition régulière au soleil n'est pas possible.

Par l'alimentation (aliments enrichis ou compléments), il n'y aurait pas de risque de surdosage jusqu'à au moins 4000 UI/j de vitamine D, mais il semble prudent, en attendant que la limite supérieure ait été déterminée avec plus de précision de se limiter à un apport de 1000 UI/j (25 µg/j). Un excès de vitamine D peut amener un taux trop important de calcium dans le sang et les urines et, à long terme, des dommages cardiovasculaires et rénaux.

Il est conseillé de prendre de la vitamine D en supplément de novembre à mars voire même toute l'année, surtout pour les personnes qui s'exposent peu au soleil ou celles avec une peau foncée si l'ensoleillement n'est pas suffisant. (40,41)

Âge	RNP (en UI / jour)
0-50 ans	800-1000
51-70 ans	1000-1500
+ de 70 ans	1500

Tableau 6 : Recommandation en vitamine D pour les végétaliens

## f) VITAMINE B12

La principale source de consommation de la vitamine B12 dans la population générale provient des aliments d'origine animale avec une contribution importante des produits laitiers. Des pertes allant jusqu'à 50 % peuvent survenir lors de la transformation des aliments qui implique la cuisson, la pasteurisation et l'exposition à la lumière fluorescente. Cela limite sa disponibilité.

Une supplémentation en vitamine B12 est nécessaire dans le cas d'un régime végétalien, quel que soit l'âge. (13,47)

### Apports de référence en vitamine B12 :

L'apport journalier recommandé en vitamine B12 pour l'adulte est de 2,4 µg/j aux États-Unis (Institute of Medicine) et de 4 µg/j en Europe (EFSA). Ces recommandations supposent une fraction d'absorption d'environ 50 % (Institute of Medicine) et d'environ 35 à 40 % (EFSA), respectivement, à partir d'un régime non végétarien. Ainsi, en suivant ces recommandations, une absorption intestinale théorique de vitamine B12 d'environ 1,2 µg/j et 1,4–1,6 µg/j, respectivement, peut être supposée.

Sur cette base, une valeur cible théorique de la quantité de vitamine B12 qui devrait idéalement être absorbée quotidiennement (c'est-à-dire environ 1,5 µg/j) peut être supposée. Par conséquent, des régimes de supplémentation adéquats pour les végétaliens devraient fournir suffisamment de vitamine B12 pour atteindre cette valeur cible. (40)

### Repères nutritionnels pour la vitamine B12 :

Groupes de population	AS (µg/j)
Nourrisson de moins de 6 mois	0,4
Nourrisson de 6 mois et plus	1,5
Enfants de 1 à 3 ans	1,5
Enfants de 4 à 10 ans	1,5
Adolescents de 12 à 17 ans	2,5
Adulte	4
Femme enceinte	4,5
Femme allaitante	5

Tableau 7 : Repères nutritionnels pour la vitamine B12 (ANSES)

### Biodisponibilité de la vitamine B12

Chez l'homme, le mécanisme d'absorption de la vitamine B12 dépend du facteur intrinsèque et est saturé pour un apport d'environ 1,5 à 2,5 µg de vitamine B12. Par conséquent, à partir d'une dose unique de vitamine B12 (sous forme d'aliments naturellement riches en vitamine B12, d'aliments enrichis ou de suppléments), seuls 1,5 à 2,5 µg en moyenne peuvent être absorbés activement.



Effectivement, l'absorption de la vitamine B12 diminue drastiquement après les 2 ou 3 premiers µg.

Quantités ingérées	Taux d'absorption
0,1 à 2 µg	50 %
5 µg	20 %
10 µg	15 %
50 µg	3,5 %
1000 µg	1,2 %

Ainsi, il est plus efficace de prendre souvent de petites quantités de B12 qu'une seule grosse dose, moins bien absorbée par l'organisme.

Toutefois, une petite fraction de la vitamine B12 peut traverser la paroi intestinale par diffusion passive.

Il convient de noter que la vitamine B12 dans les aliments d'origine animale est liée aux protéines avec une fraction d'absorption moyenne d'environ 35 à 50 %, tandis que la vitamine B12 dans les aliments enrichis et les suppléments est libre (non liée aux protéines) avec une fraction d'absorption de 50 %. (40,41)

#### Recommandations de vitamine B12 pour les végétaliens

La supplémentation en vitamine B12 est indispensable pour tous les végétaliens et les végétariens. Les aliments enrichis étant encore très rares en Europe, la prise d'un complément est l'option la plus simple. Les œufs et les produits laitiers contiennent également un peu de vitamine B12, mais trop peu pour prémunir les végétariens d'une éventuelle carence : il est donc indispensable de se compléter dès lors qu'on arrête de manger de la chair animale. Certains végétaux comme la spiruline ou le tempeh contiennent de la B12. Toutefois, il s'agit de molécules analogues inactives, qui n'ont pas d'activité vitaminique chez les humains. (41)

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

Ainsi, les valeurs estimées pour la population générale (omnivore) ne tiennent pas compte d'un apport quotidien unique, tel que celui des populations végétaliennes quand elles prennent un complément quotidien. En raison des phénomènes d'absorption, les apports nutritionnels conseillés ne sont pas adaptés à la prise de complément, c'est vraiment la notion d'absorption qui va compter. (3)

Ainsi, des recommandations pour les végétaliens préconisent l'une des options suivantes pour la supplémentation en vitamine B12 :

<b>Dosage</b>	<b>Posologie</b>
3 µg	En deux ou trois repas par jour
25 µg	Une fois par jour
2000 µg	Une fois par semaine
5000 µg	Une fois toutes les deux semaines

La première et la deuxième option entraîneraient une absorption quotidienne d'environ 1 à 2,5 µg et d'environ 1,5 à 2 µg, respectivement. La troisième option conduirait à une absorption hebdomadaire de 10 à 20 µg, ce qui équivaut à ~ 1,4 à 2,9 µg/j. Ainsi, ces options atteindraient la valeur cible théorique pour l'absorption quotidienne d'environ 1,5 µg/j de vitamine B12.

À noter que la complémentation quotidienne doit être prise à distance (> 6h) de la prise d'analogues de la vitamine B12 contenus dans certaines algues.

Une cure d'attaque est conseillée si le patient n'a jamais eu de complémentation afin de reconstituer les stocks hépatiques. Elle peut être réalisée de différentes façons, en privilégiant la cyanocobalamine :

- 1000 µg par jour pendant 2 mois
- 2000 µg tous les 2 jours pendant 2 mois
- 2000 µg par jour pendant 1 mois
- 5000 µg tous les 5 jours pendant 2 mois
- 5000 µg par jour pendant 12 jours (49)

À noter que la vitamine B12 n'est pas toxique même à doses massives et qu'il n'existe pas de surdosage en vitamine B12, le surplus étant éliminé par les urines.

Il est de plus important de vérifier régulièrement le statut en vitamine B12. En effet, comme une carence légère n'entraîne aucun symptôme apparent, il peut être nécessaire de recourir à un test sanguin ou urinaire. Une alimentation riche en vitamine B9 peut masquer une carence en vitamine B12.

Comme déjà évoqué, l'analyse du taux sanguin de vitamine B12 seul n'est pas un test très fiable, car les tests sanguins ne font pas la différence entre la B12 et les analogues. Par contre, les analyses des taux d'homocystéine ou d'acide méthylmalonique dans le sang ou les urines permettent de détecter relativement tôt une carence en B12.

En effet, une carence légère provoque une élévation du taux d'homocystéine dans le sang. De plus, en cas de déficit de vitamine B12, l'acide méthylmalonique s'accumule dans le corps.

Taux sérique de cobalamine :

- Carence : < 200 pg/mL
- Taux normal : > 200 pg/mL
- Taux bon : > 270 pg/mL
- Taux bon (pour les seniors) : > 405 pg/mL

Le taux d'acide méthylmalonique sérique à ne pas dépasser est de 370 nmol/L. Le résultat de l'analyse urinaire est exprimé proportionnellement à la créatinine afin de corriger l'effet de la dilution des urines. Chaque laboratoire a ses propres valeurs de référence, mais celle que la communauté scientifique végétane internationale recommande de ne pas dépasser est de 4 microgrammes (µg) d'acide méthylmalonique par mg de créatinine.

En cas de carence manifeste en vitamine B12, une stratégie fréquemment préconisée pour corriger cette carence chez les végétaliens est donnée ci-dessous : Une dose de 2000 µg/j pendant environ deux semaines à quatre mois. Par la suite, les recommandations générales doivent être suivies. (40,41)

En ce qui concerne les différentes formes de vitamine B12 (cobalamine), il convient de noter que toutes les formes disponibles dans le commerce sont reconnues comme équivalentes.

La cyanocobalamine est la plus répandue et la moins chère. L'hydroxycobalamine est également disponible et est conseillée généralement aux personnes souffrant de problèmes rénaux. Elles sont converties par l'organisme en méthylcobalamine et adénosylcobalamine. Ces deux dernières formes (méthylcobalamine et adénosylcobalamine) sont également disponibles dans le commerce, mais elles sont plus chères.

Selon les études, l'absorption ne varie que peu entre les différentes formes.

Toutes les recommandations ci-dessus sont basées sur la cyanocobalamine, la forme de vitamine B12 la plus largement utilisée dans les suppléments et les aliments enrichis et la forme généralement utilisée dans les études d'absorption de la vitamine B12 ainsi que dans les essais cliniques.

La méthylcobalamine est également largement utilisée pour les suppléments, mais elle semble être moins stable que la cyanocobalamine. Par conséquent, il est possible que pour les suppléments contenant de la méthylcobalamine (ou d'autres formes non cyanocobalamines) les doses recommandées doivent être supérieures à celles énumérées ci-dessus, mais des études sont nécessaires pour le confirmer. De ce fait, la cyanocobalamine, plus stable et moins onéreuse que les autres semble parfaitement convenir aux suppléments en prise orale ainsi qu'aux injections dans la très grande majorité des cas. L'hydroxycobalamine est quant à elle adéquate pour des traitements médicaux spéciaux. (40,41)

## g) FER

Les réserves en fer des végétariens semblent moins élevées en moyenne mais les taux de ferritine restent dans les normes. Il n'existerait pas plus de risque d'anémie chez les végétariens que chez les non végétariens. Dans ce contexte, il n'est pas nécessaire de conseiller d'optimiser les apports en fer aux végétariens, et la complémentation en fer n'est recommandée qu'en cas de carence martiale avérée. Toutefois, il est recommandé de consommer une variété d'aliments riches en fer afin de subvenir aux besoins.

Selon l'EFSA et l'Institute of Medicine, les apports nutritionnels de référence pour la population générale en fer se situent entre 15 et 18 mg/j (femmes) et 8 et 12 mg/j (hommes). Il est cependant à noter que l'absorption du fer ne peut excéder de toute façon 8 mg/jour. Plusieurs études, ainsi que l'Institute of Medicine recommandent toutefois que les apports en fer des végétariens soient augmentés de 80 % par rapport aux recommandations pour les personnes omnivores, de sorte que les hommes et les femmes adultes atteignent un apport recommandé de 14 mg/jour et 33 mg/jour (par rapport aux apports journaliers recommandés de 8 mg/jour et 18 mg /jour), en raison des problèmes de biodisponibilité. (29,40,41,49)

Les recommandations concernant le fer pour la population générale sont listées dans le tableau ci-dessous :

Groupes de population	BNM (mg/j)	RNP (mg/j)
Nourrisson de moins de 6 mois		0,3
Nourrisson de 6 mois et plus	8	11
Enfants de 1 à 2 ans	4	5
Enfants de 3 à 6 ans	3	4
Enfants de 7 à 11 ans	5	6
Adolescents de 12 à 17 ans	8	11
Hommes adulte	6	11
Femme adulte	7	11 – 16
Femme enceinte	7	16
Femme allaitante	7	16
Femme ménopausée	6	11

Tableau 8 : Repères nutritionnels pour le fer (ANSES)

### Sources de fer :

Les sources végétales de fer sont nombreuses, et une alimentation végétalienne couvre facilement les besoins. Les aliments riches en fer sont par exemple : Haricots secs et lentilles, flocons d'avoine, tofu, légumes à feuilles vertes, chocolat noir ou abricots secs. (41)

Aliment	mg / 100 g	Aliment	mg / 100 g
Sésame, graine	14,6	Noisette	2,8
Lin, graine	10,2	Noix de macadamia, grillée salée	2,65
Tomate séchée	9,09	Noix de pécan	2,57
Courges, graine	8,82	Pâte d'amande, préemballée	2,5
Chia, graine séchée	7,72	Noix du Brésil	2,47
Tahin ou purée de sésame	6,69	Tofu nature et cru	2,4
Céréales type mueslis enrichies	6.0 - 10.6	Pistache, grillée salée	2,4
Lin brun, graine	5,7	Noix, séchée cerneaux	2,2
Tournesol, graine	4,9	Épinards cuits	2,14
Pignon de pin	4,6	Mélange apéritif de graines salées et raisins secs	2,1
Noisette grillée	4,38	Noix, fraîche	2,1
Lupins en graines	4,36	Pois mange-tout ou pois gourmands cuits	2,08
Flocons d'avoine	4.05	Beurre de cacahuète ou pâte d'arachide	1,92
Pistache grillée	4,1	Frites de pommes de terre surgelées pour cuisson en friteuse	1,8
Noix de cajou grillée salée	3,9	Châtaigne, bouillie/cuite à l'eau	1,73
Tournesol, graine grillé salé	3,8	Cacahuète ou arachide	1,6
Amande grillée salée	3,73	Lentilles & haricots secs cuits	1,5 – 3
Noix de macadamia	3,69	Quinoa bouilli/cuit à l'eau, non salé	1,49
Épinards crus	3.61	Roquette crue	1,46
Noix de coco, amande sèche	3,46	Abricots secs	1,4
Amande, mondée, émondée ou blanchie	3,28	Gnocchi à la pomme de terre cuit	0,7
Amande (avec peau)	3		

Tableau 9 : Sources végétales du fer

### Biodisponibilité :

L'organisme est capable de réguler l'absorption du fer en fonction du statut martial. Un faible statut en fer entraîne une augmentation de l'absorption et une réduction de la sécrétion afin de maintenir l'équilibre. Ainsi, il semble que les végétariens et les végétaliens ne semblent généralement pas souffrir d'effets néfastes sur la santé en raison d'un apport réduit en fer.

L'absorption du fer peut être améliorée lorsqu'une source importante de vitamine C est ajoutée au repas. Ainsi, les céréales et autres produits céréaliers riches en fer doivent de préférence être consommés avec des fruits frais ou jus frais riches en vitamine C (fraises, myrtilles, groseilles, agrumes par exemple).

D'autres acides organiques présents dans les fruits et légumes tels que les acides citrique, malique, lactique et tartrique, les carotènes et le rétinol favorisent l'absorption du fer non hémérique.

L'absorption du fer peut également être améliorée par la cuisson, la fermentation et la germination des aliments. Ces techniques de préparation des aliments réduisent la teneur en acide phytique. Étant donné que les céréales sont une source majeure de fer dans de nombreuses sociétés, l'utilisation appropriée de ces méthodes de préparation des aliments peut avoir un impact significatif sur le statut en fer. Ainsi, trempage activent les phytases et réduisent le nombre de liaisons entre les phosphates et l'hexaphosphate d'inositol (phytate), limitant ainsi la capacité de séquestration du fer et augmentant par la suite son absorption. La farine favorise également l'activation des phytases.

En revanche, les boissons comme le thé ou le café limitent l'absorption du fer du fait de la présence de tanins. Ainsi, l'OMS suggère de limiter la consommation de ces boissons 1 à 2 heures après un repas plutôt qu'avec un repas. Enfin, le calcium inhibant également l'absorption du fer, l'OMS recommande d'ingérer des aliments riches en calcium, lors des repas les moins riches en fer. Il peut en outre être conseillé d'utiliser périodiquement des suppléments de fer à court terme. (29,42–44,47,50)

## *h) ZINC*

### Apports de référence en zinc :

Les apports nutritionnels de référence en zinc se situent entre 7 et 11 mg/j (femmes) et 9 et 14 mg/j (hommes). En raison de la biodisponibilité potentiellement plus faible du zinc provenant des aliments végétaux, il a été suggéré que pour les végétaliens, les apports nutritionnels de référence pour le zinc devraient être multipliés par 1,5–1,7. (40)

Les recommandations pour la population générale sont listées ci-dessous. Chez les adultes notamment, elles diffèrent selon la quantité de phytates consommés, qui peuvent, comme nous l'avons vu, réduire la biodisponibilité du zinc.

Groupes de population	Apport en phytates (mg/j)	BNM (mg/j)	RNP (mg/j)	LSS (mg/j)
Nourrisson de moins de 6 mois			2	
Nourrisson de 6 mois et plus			2,9	
Enfants de 1 à 3 ans		3,6	4,3	7
Enfants de 4 à 6 ans		4,6	5,5	10
Enfants de 7 à 10 ans		6,2	7,4	13
Adolescents de 11 à 14 ans		8,8	10,7	18
Adolescentes de 15 à 17 ans		(F) 9,9 (H) 11,8	(F) 11,9 (H) 14,2	22
Hommes adulte	300	7,5	9,4	25
	600	9,3	11,7	
	900	11,0	14,0	
Femme adulte	300	6,2	7,5	25
	600	7,6	9,3	
	900	8,9	11	
Femme enceinte	300		9,1	25
	600		10,9	
	900		12,6	
Femme allaitante	300		10,4	25
	600		12,2	
	900		13,9	

Tableau 10 : Repères nutritionnels pour le zinc (ANSES)

### Biodisponibilité du zinc

La biodisponibilité du zinc a tendance à être plus faible dans la plupart des aliments végétaux par rapport aux sources animales.

Comme pour le fer, l'absorption du zinc provenant des régimes à base de plantes peut être réduite en raison de la plus grande quantité de phytates et de fibres. Par conséquent, les besoins alimentaires des végétariens et des végétaliens peuvent être augmentés jusqu'à 50 % dans les régimes riches en phytates, comme le suggère l'Institut de Médecine.

Cependant, elle peut être augmentée en associant des aliments riches en zinc (comme les légumineuses, les grains entiers, les noix et les graines) avec des fruits ou des légumes riches en vitamine C ou acides organiques tels que le vinaigre ou les légumes fermentés.

La biodisponibilité du zinc provenant des légumineuses, des céréales, des noix et des graines est également améliorée par la cuisson, le trempage (et le rejet de l'eau), la germination ou la fermentation/levain (pain fait avec de la levure ou du levain). (12,40)

### Sources de zinc

Pour les végétaliens, les principales sources de zinc sont généralement les légumineuses en plus des grains entiers, des noix et des graines, qui sont des aliments de base quotidiens des régimes végétaliens typiques. Ainsi, les végétaliens devraient être encouragés à consommer ces aliments quotidiennement. (40,41)

<b>Légumineuses cuites</b>	<b>mg / 100 g</b>	<b>Céréales cuites</b>	<b>mg / 100 g</b>
Lentilles corail	1,3	Boulgour de blé	2,48
Lentilles vertes	1,25	Riz sauvage	1,34
Haricots blancs	1,12	Quinoa	1,09
Lentilles blondes	1,1	Flocons d'avoine (porridge)	1
Pois chiches	1,1	Riz rouge	1
Lentilles	0,98	Vermicelles de soja	1
Haricots rouges	0,94	Pâtes au blé complet	0,99
Légumes secs (en moyenne)	0,88	Couscous	0,9
Fèves	0,74	Orge perlée	0,82
Haricots flageolet	0,67	Riz complet	0,62
Pois cassés	0,65	Gnocchi à la pomme de terre	0,5
		Blé dur précuit	0,48
		Pâtes standard	0,47

<b>Noix et graines</b>	<b>mg / 100 g</b>	<b>Légumes cuits</b>	<b>mg / 100 g</b>
Graines de courges	7,81	Champignons shiitaké ou lentin comestible	1,33
Sésame	7,24	Coeur de palmier	1,15
Lin	6,05	Petits pois	0,8
Pignons de pin	5,6	Épinards	0,65
Noix de cajou grillée salée	5,4	Maïs doux en épis	0,62
Tournesol grillé salé	5,29	Petits pois et carottes	0,58
Lin brun	5,1	Champignons de Paris	0,57
Tahin ou purée de sésame	4,62	Pousses de bambou	0,56
Noix de pécan	4,61	Asperges	0,42
Chia	4,58	Maïs doux	0,39
Noix du Brésil	4,13	<b>Légumes crus</b>	<b>mg / 100 g</b>
Tournesol	3,8	Épinards	0,82
Amande grillée salée	3,31	Scarole	0,79
Cacahuète ou Arachide	3	Chou romanesco ou brocoli	0,64



Amandes mondées ou blanchies	2,97	Salade ou chicorée frisée	0,61
Cacahuètes grillées salées	2,92	Chou frisé	0,59
Amande (avec peau)	2,85	Salicorne fraîche	0,48
Cacahuètes grillées	2,77	Roquette	0,47
Beurre de cacahuètes	2,76	Avocat	0,46
Noix séchée en cerneaux	2,7	Cèpes	0,4
Noisettes grillées	2,5	Échalotes	0,4
Mélange apéritif de graines salées et raisins secs	2,3	Mâche	0,35
Pistaches grillées salées	2,3	Potiron	0,32
Noisettes	2,25	Courgette	0,31
Noix de macadamia	1,3	Courge	0,26
Noix de coco sèche	1,26		

Tableau 11 : Sources végétales de zinc

### Recommandations pour les végétariens

Comme pour le fer, l'organisme semble s'adapter à des apports plus faibles en zinc en réduisant les pertes et en augmentant l'absorption afin de maintenir l'équilibre. Il a donc été suggéré que les végétariens n'ont pas besoin de porter une attention particulière à la consommation de ce minéral. Cependant, l'Institute of Medicine a suggéré que les végétariens pourraient avoir besoin de consommer plus de zinc par rapport aux non-végétariens en raison de sa faible biodisponibilité. En effet, l'Institute of Medicine a averti que pour les végétariens, et en particulier pour les végétariens stricts avec des ratios phytate/zinc supérieurs à 15, les besoins alimentaires en zinc peuvent être jusqu'à 50% supérieurs à ceux des personnes consommant un régime omnivore contenant de faibles niveaux de phytate.

La transformation des aliments peut augmenter cette biodisponibilité. Le trempage, la fermentation et la germination des noix et des céréales peuvent tous réduire les niveaux de phytate et augmenter la biodisponibilité des nutriments. Sur la base de la suggestion de l'Institute of Medicine, il a été recommandé que les hommes végétaliens consomment jusqu'à 16,5 mg/jour de zinc et les femmes jusqu'à 12 mg/jour.

La biodisponibilité du zinc semble être améliorée par les protéines alimentaires et inhibée par les suppléments d'acide folique, de fer, de calcium, de cuivre et de magnésium, mais pourrait ne pas être affectée par les sources alimentaires complètes de ces nutriments. Afin d'atteindre les recommandations ci-dessus, les végétaliens devraient chercher à consommer des aliments riches en zinc tels que les graines de chanvre et de citrouille, et d'autres céréales, noix et haricots, et chercher à adopter des méthodes de traitement qui améliorent l'absorption des minéraux, comme le trempage et la fermentation, comme suggéré plus tôt. (32,44,51)

## i) IODE

La teneur en iode des aliments d'origine animale est généralement plus élevée que celle des aliments d'origine végétale, le poisson et les produits laitiers étant les sources les plus riches en iode.

En France les animaux d'élevage sont massivement supplémentés en iode et, de ce fait, la plupart des personnes ont un apport suffisant avec le lait, la viande et les poissons qu'ils consomment.

Les algues marines sont une source d'iode très concentrée, mais leur teneur en iode peut être très variable et leur consommation peut entraîner des apports excessifs. En raison du nombre limité d'aliments contenant de l'iode, la consommation de sel de table iodé et d'aliments produits avec du sel iodé (par exemple, pain, cubes de bouillon et assaisonnements) est recommandée par l'OMS, quel que soit le régime alimentaire. (12,41)

### Apports de référence en iode

Au niveau international, les apports nutritionnels de référence en iode se situent entre 150 et 200 µg/j pour les adultes. L'apport maximal tolérable est estimé à 600 µg/j en Europe et à 1100 µg/j aux États-Unis. (40)

Les recommandations pour la population générale sont les suivantes :

<b>Groupes de population</b>	<b>AS (µg/j)</b>	<b>LSS (µg/j)</b>
Nourrisson de moins de 6 mois	90	
Nourrisson de 6 mois et plus	70	
Enfants de 1 à 3 ans	90	200
Enfants de 4 à 6 ans	90	250
Enfants de 7 à 10 ans	90	300
Adolescents de 11 à 14 ans	120	450
Adolescents de 15 à 17 ans	130	500
Adulte	150	600
Femme enceinte ou allaitante	200	600

Tableau 12 : Repères nutritionnels pour l'iode (ANSES)

### Recommandations d'iode pour les végétaliens

L'iode est principalement retrouvé dans les aliments issus de la mer. Ainsi, les végétaliens et végétariens ne consommant pas de poisson devraient inclure une source fiable d'iode dans leur alimentation.

Sources supplémentaires d'iode :

- Sel iodé : 1 cuillère à café de sel iodé (5g) contient 25–240 µg d'iode (la teneur en iode varie selon les pays et doit être indiquée sur l'étiquette). En France, le sel iodé contient d'après l'ANSES en moyenne 1860 µg d'iode pour 100g de sel. Or il est conseillé de limiter sa consommation de sel à 6g/j pour les femmes et 8 g/j pour les hommes, ce qui permettrait un apport en iode de 112 µg et 148,8 µg respectivement.
- Les algues, et plus particulièrement le kombu, peuvent constituer une bonne source d'iode, mais difficile à mesurer. Les algues constituent d'ailleurs les premières sources d'iode en Corée et au Japon, où leur consommation est courante. Ainsi, 1 feuille d'algue nori (2,5 g) contient environ 40 µg d'iode et apporte peu de sodium (contrairement au sel de table). Alternativement, de petites quantités (1 g/j) de wakame (*Undaria pinnatifida*), de dulse (*Palmaria palmata*) ou d'autres algues à teneur modérée en iode peuvent être consommées plusieurs fois par semaine. Cependant, la teneur en iode de ces algues est très variable et l'iode se perd dans l'eau de cuisson.

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

Tableau 13 : Teneur en iode de certaines algues

- Un supplément d'iode ou un supplément multi-nutriments contenant de l'iode fournissant ~75–100 µg/j (jusqu'à 150 µg/j) peut être pris si l'apport de sel iodé et d'algues marines est insuffisant. (40,41)

### Biodisponibilité de l'iode

Pour l'iode, la biodisponibilité est généralement élevée. Toutefois, les goitrogènes, présents dans les légumes crucifères tels que le chou, le chou-fleur et le rutabaga, diminuent l'utilisation de l'iode et peuvent affecter négativement la fonction thyroïdienne s'ils sont consommés en grande quantité. La cuisson de ces aliments semble détruire bon nombre des composés goitrogènes présents, ce qui rend cet effet peu probable. Les végétaliens devraient chercher à limiter la consommation d'aliments crus goitrogènes dans la mesure du possible lorsque des aliments riches en iode sont consommés. Les algues et les légumes de la mer sont une source concentrée d'iode qui convient aux végétaliens. (44)

## j) CALCIUM

### Apports de référence en calcium

Au niveau international, les apports nutritionnels de référence en calcium sont d'environ 1000 mg/j (700–1300 mg/j) pour les adultes. Les preuves actuelles indiquent que les végétaliens devraient viser à atteindre ces recommandations. (40)

Les apports recommandés pour la population générale sont listés ci-dessous.

Groupes de population	BNM (mg/j)	RNP (mg/j)	AS (mg/j)	LSS (mg/j)
Nourrisson de moins de 6 mois			200	
Nourrisson de 6 mois et plus			280	
Enfants de 1 à 3 ans	390	450		
Enfants de 4 à 10 ans	680	800		
Adolescents de 11 à 17 ans	960	1150		
Adulte 18 – 24 ans	860	1000		2500
Adulte > 25 ans	750	950		2500
Femme enceinte ou allaitante	750	950		2500

Tableau 14 : Repères nutritionnels pour le calcium (ANSES)

### Biodisponibilité du calcium

Alors que la biodisponibilité du calcium des produits laitiers est d'environ 30 % (~ 10-40 %), la biodisponibilité du calcium des aliments végétaliens peut varier entre 5 % et 60 %. Les oxalates de certains aliments limitent l'absorption du calcium des végétaux. Ainsi, certains légumes riches en calcium tels que les épinards, sont également riches en acide oxalique, diminuant la biodisponibilité du calcium à environ 5 %. La biodisponibilité du calcium des légumes crucifères est généralement élevée car ces légumes sont généralement faibles en acide oxalique. Par conséquent, le bok choy (pak choi), le chou Napa, le chou frisé, le chou vert (feuilles de printemps), le brocoli, le rapini et les feuilles de moutarde semblent être d'excellentes sources de calcium (la biodisponibilité est d'environ 50 %). (47,50)

La cuisson à la vapeur et surtout l'ébullition (et le rejet de l'eau) peuvent réduire considérablement la teneur en acide oxalique (d'environ 30 à 80 %).

La biodisponibilité du calcium provenant d'aliments enrichis en calcium (tels que le lait de soja enrichi, le yogourt au soja, les jus, etc.), le tofu au calcium, et l'eau minérale riche en calcium semble être similaire à la biodisponibilité du calcium des produits laitiers (30 %).

Des quantités importantes de calcium se trouvent également dans les haricots ronds blancs et les fèves de soja (biodisponibilité : 20–30 %), amandes et graines de sésame moulues/pâte de graines de sésame (biodisponibilité : 20 %).

De plus, la vitamine D étant le principal facteur favorisant l'absorption du calcium, les apports en vitamine D ne doivent donc pas être négligés.

Finalement, il est également important de noter que le sel réduit l'absorption du calcium : pour 1 g de sel consommé, environ 30 mg de calcium se perdent dans les urines. (40,41)

### Recommandations de calcium pour les végétaliens

Selon certains auteurs, les végétariens et les végétaliens devraient consommer 1200 à 1500 mg/jour de calcium, soit environ 20 % de calcium en plus que ce qui est recommandé pour les omnivores. Généralement, ces recommandations sont largement atteintes avec une alimentation végétale.

Il faut conseiller aux végétaliens de privilégier quotidiennement des aliments riches en calcium avec une bonne biodisponibilité. Les besoins sont faciles à couvrir aujourd'hui : on trouve par exemple des boissons et des crèmes végétales (à base de soja, riz, amande...) enrichies en calcium dans tous les supermarchés.

Les végétaliens peuvent obtenir une quantité similaire de calcium (environ 100 mg de calcium absorbable) en choisissant l'une des options ci-dessous. Par conséquent, en choisissant quotidiennement environ deux des options suivantes, les végétaliens peuvent obtenir approximativement la même quantité de calcium qu'avec 2 verres (500 ml) de lait de vache.

- 250–300 ml de lait ou yaourt végétal enrichi en carbonate de calcium
- Une eau minérale riche en calcium qui apporterait au moins 300 mg de calcium
- 150 à 200 g de tofu enrichi en calcium (généralement du sulfate de calcium)
- 200 g de bok choy (cuit)
- 100–150 g de feuilles de navet (cuites)
- 300–350 g de brocoli (cuit)
- 250–300 g de chou frisé (cuit)
- 200 g de feuilles de moutarde (cuites)
- 350–400 g de navet suédois
- 100–150 g de cresson (cuit)
- 450 g de haricots blancs (cuits)

D'autres bonnes sources de calcium sont la mâche, tous les choux, les haricots verts, les petits pois, les carottes, les figues séchées, les oranges, les amandes et graines de sésame, qui existent aussi en purée, le tofu, les haricots, les pois, etc. (40–42,44)

Aliment riche en calcium	Teneur en calcium (mg par portion)
Tofu, tempeh	80 mg pour 100 g
Lait végétal enrichi	120 mg pour 100 mL
Yaourt végétal enrichi	120 mg pour 100 g
Haricot vert	111 mg pour 200 g
Persil frais	95 mg pour 50 g (frais)
Amandes	80 mg pour 30 g
Beurre de sésame (tahin)	128 mg pour 2 cuillères à soupe (30 mL)
Figues sèches	167 mg pour 100 g
Brocoli cuit	86 mg pour 200 g
Petit pois cuits	66 mg pour 200 g
Carottes cuites	63 mg pour 200 g

Tableau 15 : Sources végétales de calcium

L'eau est une source non négligeable de calcium. La quantité de calcium dans l'eau est très variable selon la source choisie.

Eau en bouteille	Calcium (mg/L)
Courmayeur	565
Hépar	549
Contrex	468
Rozana	301
Vittel	240
Quézac	170
Salvétat	150

Tableau 16 : Teneur en calcium des eaux de source

L'eau du robinet est également une source de calcium. Par exemple, l'eau de la ville de Paris apporte 90 mg de calcium par litre (soit 15 % de nos besoins journaliers), l'eau de Lyon environ 75 mg et celle de Marseille 70 mg. (41)

### k) SELENIUM

Les légumes secs, les aliments céréaliers complets, les noix et graines, c'est-à-dire autant d'aliments riches en protéines, sont des sources correctes de sélénium.

Les noix du Brésil sont particulièrement riches en sélénium ; en consommer 3 par jour permet d'atteindre facilement les apports recommandés quotidiens, mais un excès peut être néfaste.

L'apport recommandé varie de 20 à 40 µg/jour pendant la petite enfance à 55µg à l'âge adulte, 60 µg et 70 µg sont respectivement recommandés pour les femmes enceintes et allaitantes.

La supplémentation en sélénium comporte un risque de surdosage, ainsi le niveau supérieur tolérable pour le sélénium à 400 µg/jour chez les adultes. (38,41)

Groupes de population	AS (µg/j)	LSS (µg/j)
Nourrisson de moins de 6 mois	12,5	
Nourrisson de 6 mois et plus	15	
Enfants de 1 à 3 ans	15	60
Enfants de 4 à 6 ans	20	90
Enfants de 7 à 10 ans	35	130
Adolescents de 11 à 14 ans	55	200
Adolescents de 15 à 17 ans	70	250
Adulte	70	300
Femme enceinte	70	300
Femme allaitante	70	300

Tableau 17 : Repères nutritionnels pour le sélénium (ANSES)

#### Sources de sélénium :

Aliment	Sélénium (µg/100g)
Noix du Brésil	103
Luzerne, graine	90
Oeuf, jaune (jaune d'oeuf), cru	83,5
Oeuf, jaune (jaune d'oeuf), cuit	76,4
Son d'avoine	45,2
Cacahuète ou Arachide	30
Seitan	30
Graine de Lin	28
Graine de Sésame	26,5
Pois chiche cuits	23,3
Noix de cajou, grillée à sec, non salée	20

Tableau 18 : Sources végétales de sélénium

Les suppléments de sélénium sont disponibles sous forme inorganique (sélénate de sodium et sélénite de sodium) et organique (sélénométhionine). Les formes inorganiques et organiques peuvent être métabolisées en sélénocystéine et incorporées dans les sélénoenzymes. (38,41)

### 3. SITUATIONS PHYSIOLOGIQUES PARTICULIERES

#### a) *L'ENFANT : DU NOURRISSON À L'ADOLESCENT*

Chez les jeunes enfants et les adolescents, non seulement le poids et la taille mais aussi le développement neurocognitif et psychomoteur sont fortement influencés par la forme et la qualité de leur alimentation. Plusieurs études ont montré que les régimes végétariens, y compris végétaliens, qui sont nutritionnellement adéquats sont appropriés pour une utilisation pendant la petite enfance, l'enfance et l'adolescence et favorisent une croissance normale. En effet, dès les années 1980, une étude longitudinale auprès de trente-neuf jeunes enfants végétaliens a rapporté qu'un régime végétalien était capable de répondre aux besoins nutritionnels de l'enfant à condition de veiller à ce que l'alimentation soit suffisamment variée et planifiée. En effet, l'étude a conclu qu'«il existe des régimes végétaliens adéquats et inadéquats. La malnutrition peut survenir à cause de l'ignorance et de la désinformation ». La plupart des cas de malnutrition sont imputables à des informations inexacts ou à la méfiance à l'égard du corps médical, ce qui entraîne une nutrition inadéquate. Ainsi l'adoption d'un régime végétarien et surtout végétalien chez un jeune enfant nécessite un engagement substantiel, des conseils d'experts, une planification, des ressources et une supplémentation. (50,52)

Étant donné que les besoins en énergie et en nutriments sont plus élevés pendant la croissance, les nourrissons, les enfants et les adolescents sont particulièrement vulnérables et sont plus à risque de carences nutritionnelles que les adultes. Certains de ces nutriments critiques potentiels revêtent une importance particulière pendant cette période :

- Les protéines alimentaires fournissent les acides aminés nécessaires à la fois à la synthèse des protéines corporelles pendant la croissance ainsi qu'à la production d'autres composés azotés, tels que certaines hormones ou neurotransmetteurs.
- Le fer est essentiel à la croissance et au développement du système nerveux central, en particulier au cours de la première année de vie, en raison de son rôle dans la myélinisation, la fonction des neurotransmetteurs ou la dendritogenèse.
- En tant que composant principal du squelette, le calcium est particulièrement important pendant la croissance. Son métabolisme est régulé par la vitamine D qui, par conséquent, est également cruciale pour le maintien de la santé osseuse.
- La carence en vitamine B12 entraîne des manifestations cliniques hématologiques, neurologiques et psychiatriques. En particulier, pendant l'enfance, une carence en vitamine B12 entraîne un retard de croissance, des troubles du mouvement et des retards de développement.
- La carence en iode entraîne une production insuffisante d'hormones thyroïdiennes et a donc de multiples effets néfastes sur la croissance et le développement, notamment une altération de la fonction mentale et un retard du développement physique.
- Les acides gras polyinsaturés sont impliqués dans le développement visuel et cognitif.

(53)



Jusqu'à présent, il n'y a pas de consensus entre les associations internationales d'experts en diététique quant à savoir si les régimes végétariens et végétaliens sont appropriés pour les enfants. La plupart d'entre eux découragent ou ne recommandent pas activement une alimentation strictement végétalienne pour ces populations, par crainte de carences nutritionnelles. On pourrait imputer cette méfiance à un manque de recherche et de preuves. Toutefois, l'*American Academy of Pediatrics (AAP)*, l'*Academy of Nutrition and Dietetics (AND)* ainsi que le *British National Health Service*, affirment qu'un régime alimentaire bien équilibré et complété par des nutriments essentiels, tels que les vitamines B12 et D, fait d'un régime végétalien une option appropriée pour les enfants. (45,53)

Pour les nourrissons, l'allaitement maternel exclusif est recommandé pendant les 6 premiers mois après la naissance, comme pour les nourrissons non végétariens, et il est recommandé que l'allaitement se poursuive jusqu'à l'âge de 12 mois au moins. Si l'allaitement n'est pas possible, les préparations commerciales pour nourrissons, qui sont enrichies en nutriments clés pour la croissance, doivent être utilisées comme boisson principale pendant la première année de vie. Les laits végétaux, le lait de vache non modifié, les autres laits et les préparations maison ne doivent pas être utilisés pour remplacer le lait maternel ou le lait maternisé. Ensuite, lors de la diversification, les protéines végétales, telles que les haricots en purée ou le tofu, sont utilisées à la place des viandes en purée. Après la première année, si les tout-petits grandissent normalement et mangent une variété d'aliments, on peut commencer à utiliser du lait enrichi de protéines de soja ou de pois ou du lait de vache.

Plusieurs éléments nutritifs nécessitent une attention particulière dans la planification de régimes nutritionnels adéquats pour les jeunes végétariens, notamment le fer, le zinc, l'iode, la vitamine B12, le calcium et la vitamine D. (46)

#### (1) La littérature

Il existe à l'heure actuelle peu d'études sur le statut nutritionnel d'enfants végétariens ou végétaliens. Une revue systématique des études sur l'apport alimentaire et l'état nutritionnel ou de santé des nourrissons, enfants et adolescents végétariens et végétaliens a été publiée en 2017 par *Schürmann*. La majorité des études analysées dans cette revue ont indiqué que le poids corporel, la taille corporelle et d'autres mesures anthropométriques des nourrissons, des enfants et des adolescents suivant un régime végétalien ou végétarien étaient dans la plage ou légèrement en dessous des références, ou similaires aux groupes témoins omnivores. En général, les études ont rapporté des apports et un statut nutritionnel faibles en vitamine B12, fer et vitamine D ainsi que de faibles apports en calcium. (52,53)

Une autre revue systématique menée par *Sutter* en 2020 (45) a conclu que les risques concernaient la réduction de l'apport de certains macro et micronutriments, tels que les

protéines, les acides gras oméga-3, le fer, le zinc, l'iode, le sélénium, le calcium, la vitamine D et la vitamine B12.

La sensibilisation aux nutriments potentiellement critiques permet aux parents qui planifient un régime végétalien pour eux-mêmes et leurs enfants de prendre des décisions éclairées dans leur choix d'aliments et de suppléments.

(2) Les nutriments à risque

(a) Glucides et protéines

Les sources alimentaires végétaliennes ont généralement une teneur plus élevée en fibres et peuvent donc entraîner un déficit de l'apport énergétique, en particulier chez les nourrissons et les jeunes enfants en raison d'une satiété prématurée. Ainsi, une attention particulière doit être accordée à la densité énergétique des aliments. (45)

Quant à l'apport en protéines, une étude allemande a montré que chez les enfants végétaliens, cet apport dépassait les recommandations nationales d'au moins un facteur 2,3, indiquant que ces régimes dépassaient l'apport en protéines recommandé pour les enfants végétariens ou végétaliens. (45,47)

Du fait de la distribution inégale en acides aminés dans les protéines végétales, il est important d'être conscient des sources spécifiques de différentes protéines végétales et d'en augmenter l'apport afin d'éviter un déficit en acides aminés essentiels. Ceci est particulièrement important car les enfants ont besoin d'un apport supérieur aux adultes ;

- d'environ 30 % jusqu'à 2 ans,
- de 20 à 30 % jusqu'à 6 ans
- de 15 à 20 % pour les enfants plus âgés. (45)

### **Nourrissons**

Comme dit plus haut, le lait maternel est recommandé pendant au moins les 6 premiers mois de la vie, comme pour tout nouveau-né. Des études ont montré que le lait des mères végétariennes est nutritionnellement adéquat et permet une croissance normale au cours des 6 premiers mois de la vie. Il n'y a pas eu d'études chez les enfants nés de femmes végétaliennes. En revanche, le lait maternel des mères suivant un régime végétal est moins riche en protéines que le lait des femmes omnivores, mais des conséquences sur la croissance et le développement de l'enfant ne sont pas rapportées dans la littérature. Certaines sociétés savantes européennes et nord-américaines recommandent tout de même une augmentation de 10 % des apports protéiques, qui doivent être variés, pendant les deuxième et troisième trimestres de la grossesse et pendant l'allaitement maternel. (47)

Dans le cas où les nourrissons ne sont pas allaités, une préparation pour nourrissons à base de protéines de riz enrichie notamment en lysine, en thréonine et en tryptophane ou une

préparation pour nourrissons à base de soja enrichie en méthionine après 6 mois permet à l'enfant de grandir de la même manière que les enfants recevant une préparation pour nourrissons à base de protéines de lait de vache. Une revue systématique publiée en 2014 a conclu que les préparations pour nourrissons à base de soja sont adaptées pour le développement des fonctions de croissance, métaboliques, endocrinologiques, reproductives et neurologiques.

Il faudra en revanche proscrire les boissons végétales inadaptées (qu'elles soient à base de soja, de céréales, d'oléagineux, etc.), qui ne doivent pas être utilisées en raison des graves carences protéino-énergétiques qu'elles induisent. (45,47)

### **Enfants**

L'apport en protéines est généralement atteint dans un régime végétalien à partir du moment où l'apport est varié en sources de plantes. La croissance des jeunes enfants végétaliens semble régulière d'après la littérature, même s'ils se situent souvent dans le quartile inférieur pour le poids corporel selon les quelques études pédiatriques disponibles.

Chez les enfants végétaliens de plus de 4 ans, la croissance est également similaire à celle des enfants omnivores. L'apport en protéines, généralement inférieur à celui des enfants omnivores, répond néanmoins aux recommandations européennes. (47)

### **Adolescent**

La croissance des adolescents végétaliens est également identique à celle des adolescents omnivores, avec un apport protéique plus faible, mais qui respecte également les apports nutritionnels recommandés français avec un apport compris entre 10 et 20 % de l'apport énergétique total (AET). (47)

### **Conclusion**

Seuls les nourrissons qui sont principalement nourris avec une boisson végétale inadéquate sont susceptibles d'avoir une carence en protéines. De ce fait, l'augmentation des apports en protéines, prônée par les sociétés diététiques américaines ne semble pas justifiée. Cependant, comme la digestibilité des protéines végétales est souvent inférieure à celle des protéines animales et que la teneur en certains acides aminés essentiels est parfois limitée, il est nécessaire pour les végétaliens de consommer une grande variété de graines et de plantes. Concernant les acides aminés essentiels, la lysine, déficiente dans les céréales, peut être apportée par les légumineuses ou certaines huiles de graines, et la méthionine, déficiente dans les légumineuses, peut être apportée par la plupart des céréales. (46,47)

#### (b) Lipides

Les acides gras polyinsaturés essentiels sont nécessaires pour le développement neurologique normal de l'enfant. Étant donné que l'acide docosahexaénoïque (DHA) et l'acide

eicosapentaénoïque (EPA) sont principalement présents dans les produits d'origine animale, les enfants végétaliens doivent être suffisamment approvisionnés en leur précurseur, l'acide alpha-linolénique. L'inclusion d'huile de graines de lin, de noix ou de colza peut prévenir une carence en acides gras oméga-3. (50)

### **Nourrissons**

Le lait maternel des femmes végétariennes contient des niveaux inférieurs de DHA que celui des femmes omnivores, mais les paramètres de naissance des nouveau-nés nés de mères végétariennes ne sont pas différents par rapport aux mères omnivores. Cependant, il semble nécessaire que les femmes enceintes et allaitantes ayant un régime végétalien soient complétées par 100 à 200 mg/jour de DHA.

Au début de la diversification, les huiles riches en oméga-3 (colza, noix, soja) doivent être ajoutées à un à deux repas par jour, car le DHA à cet âge est important dans le développement neurologique et rétinien. (47)

### **Enfants**

Chez les enfants végétariens par rapport aux enfants non végétariens, une étude a révélé que le rapport oméga-6/oméga-3 était très élevé, avec une plus grande quantité d'acides linoléique et une plus faible quantité d'acide arachidonique, de DHA et d'EPA. (47)

### **Adolescents**

Les besoins quotidiens pour les adolescents sont de 250 mg de DHA, comme pour les adultes. Une étude a révélé que les adolescents végétariens et végétaliens avaient des niveaux plus élevés d'acide alpha-linolénique par rapport aux omnivores et un rapport oméga-6/oméga-3 plus élevé. Les niveaux d'EPA et de DHA restent faibles dans cette population. (47)

### **Conclusion**

Les recommandations concernant l'apport en lipides chez les enfants sont listées dans le tableau suivant :

	<b>Acide linoléique</b>	<b>Acide alpha-linolénique</b>	<b>DHA</b>	<b>DHA + EPA</b>
Nourrissons (6 mois à 1 an)	2,7 % AE	0,45 % AE	70 mg	*
Enfants en bas âge (1 à 3 ans)	2,7 % AE	0,45 % AE	70 mg	*
Enfants (3 à 9 ans)	4,0 % AE	1,0 % AE	125 mg	250 mg
Adolescents (10 à 18 ans)	4,0 % AE	1,0 % AE	250 mg	500 mg
AE : apport énergétique				
* Il n'existe pas de données permettant d'établir des besoins pour l'EPA ou pour l'EPA + le DHA.				

La concentration en DHA dans le lait maternel dépend de l'alimentation de la mère, tout comme les acides gras essentiels, tandis que la teneur en autres acides gras est indépendante de l'apport maternel.

Pour les enfants ne consommant pas de lait maternisé à base de plantes enrichi en DHA, les repas doivent être enrichis en huiles végétales riches en oméga-3 (colza, noix, soja), à raison de 1 à 2 portions par jour d'aliments riches en oméga-3, de préférence sous forme d'huile de lin, qui ne contient pas de fibres. Les préparations pour nourrissons sont actuellement enrichies en DHA, limitant le risque de carence.

La consommation d'algues, notamment de deux espèces riches en EPA et DHA, *Isochrysis galbana* et *Pavlova lutheri*, peut aider à respecter les apports recommandés.

La consommation d'oméga-3 chez les enfants et adolescents végétaliens doit être assurée par des aliments riches en acide alpha-linolénique (noix, graines de lin, chanvre et chia et leurs huiles ainsi que les huiles de colza et de soja) et limitée en aliments ayant un rapport acide linoléique/ acide alpha-linolénique trop élevé (arachide, maïs, tournesol) et riches en oméga-9 (huile d'olive).

Compte tenu de l'importance de ces acides gras chez l'enfant et l'adolescent, l'Autorité française de sécurité sanitaire des aliments et l'Autorité européenne de sécurité des aliments recommandent un apport minimum en DHA et/ou EPA de 0 à 18 ans, ainsi, en plus des huiles riches en DHA et EPA, des suppléments à base d'algues peuvent être nécessaires. (43,47)

#### (c) Vitamine D

Les sources alimentaires de vitamine D sont presque exclusivement les poissons gras et les produits enrichis. En l'absence de supplémentation, les enfants et adolescents végétaliens sont particulièrement vulnérables à la carence en vitamine D. (47)

Une étude transversale polonaise a examiné les paramètres de la santé osseuse chez 23 enfants végétariens et a rapporté un statut en vitamine D inférieur. Le statut en vitamine D dépend dans une large mesure de l'exposition au soleil et les enfants et les adolescents qui ne sont pas suffisamment exposés au soleil, en particulier ceux qui vivent dans les pays du Nord ou qui ont la peau foncée, sont à risque de carence en vitamine D. Par conséquent, une supplémentation en vitamine D est recommandée non seulement pour les nourrissons, mais également pour les enfants et adolescents à risque dans certains pays européens, qu'ils soient végétariens ou omnivores. (53)

Notons également que la vitamine D2 est nettement moins biodisponible que la vitamine D3, ce qui signifie que l'apport doit être supérieur d'un facteur de 1,7, ou que la vitamine D3 végétalienne doit être utilisée à la place. (45)

Les recommandations générales concernant la vitamine D sont résumées dans le tableau suivant.

Age	Doses recommandées
Nourrissons allaités	1000 – 1200 UI/jour
Enfants < 18 mois nourris par préparations pour nourrissons enrichis	600 – 800 UI/jour
Enfants < 18 mois nourris par préparations pour nourrissons non enrichis	1000 – 1200 UI/jour
Enfants > 18 mois et adolescents	2 prises unitaires de 80 000 – 100 000 UI en hiver Ou 1 prise unitaire de 200 000 UI en hiver

### **Nourrissons**

Une étude chez des nourrissons âgés de 10 à 20 mois a montré que les niveaux de vitamine D étaient plus faibles chez les nourrissons suivant un régime végétal par rapport aux nourrissons omnivores, avec une prévalence de rachitisme de 28 %, contre 0 % dans le groupe témoin. (47)

### **Enfants et adolescents**

Une étude a récemment démontré que les niveaux de vitamine D chez les enfants végétariens prépubères n'étaient pas significativement différents de ceux des enfants omnivores. Chez les adolescents végétaliens, l'apport en vitamine D était significativement inférieur à celui des omnivores, en particulier chez les filles. (47)

### **Conclusion**

Le lait maternel et le lait maternisé ne suffisent pas à prévenir la carence en vitamine D chez les nourrissons. Tous les nourrissons, y compris les nourrissons végétaliens, devraient compléter l'alimentation de vitamine D tout au long de leur première année de vie pour prévenir le rachitisme et les carences en vitamine D plus tard dans la vie.

Passé cet âge, un complément trimestriel est nécessaire, même en dehors des périodes hivernales. Les taux de vitamine D doivent être mesurés en fonction des suppléments reçus. (43,45,47,50)

(e) Vitamine B12

La vitamine B12 est essentielle pour que le corps remplisse de nombreuses fonctions essentielles. Une carence, qui peut également survenir chez l'enfant allaité d'une mère déficiente en vitamine B12, peut entraîner des dommages neuropsychologiques graves, parfois irréversibles, et un retard de développement. Ainsi, l'évaluation en laboratoire du statut en vitamine B12 joue un rôle central dans l'accompagnement d'un enfant végétalien. Une supplémentation en vitamine B12 est indispensable dans le cas d'un régime végétalien, quel que soit l'âge. (50)

Une étude publiée en 2006 a montré un statut de cobalamine significativement inférieur dans un groupe mixte d'enfants végétariens et végétaliens, âgés de 2 à 10 ans, par rapport à leurs pairs omnivores. Dans une autre étude (45) portant sur 48 enfants d'âge préscolaire âgés de 2 à 5 ans qui ont suivi un régime végétalien dès la naissance, les parents ont utilisé du lait de soja enrichi en cobalamine ainsi que de la levure nutritionnelle enrichie. Bien qu'aucun paramètre sanguin n'ait été disponible, aucun cas de carence manifeste en cobalamine n'a été signalé.

Finalement, dans deux autres études (53) portant sur les régimes végétaliens pendant l'enfance et l'adolescence, l'utilisation de suppléments de vitamine B12 était courante et se traduisait par un apport plus élevé. Les auteurs des deux études ont conclu que "les végétaliens peuvent devenir des enfants normaux" et "n'ont montré aucune preuve d'anomalie marquée".

L'apport quotidien recommandé en vitamine B12 pour la population générale selon l'âge est résumé dans le tableau suivant (47) :

Âge	Apport recommandé (µg/jour)
Femme allaitante	2,8
1 – 3 ans	0,8
4 – 6 ans	1,1
7 – 9 ans	1,4
10 – 12 ans	1,9
13 – 15 ans	2,3
16 – 19 ans	2,4

**Nourrissons**

Les femmes végétaliennes depuis plusieurs années, peu ou pas supplémentées, exposent leurs nourrissons à une carence en vitamine B12 s'ils sont exclusivement allaités.

Pour les enfants allaités, il existe une bonne corrélation entre les niveaux de vitamine B12 dans le lait maternel et les concentrations sériques chez les nourrissons. La supplémentation chez la femme est d'autant plus importante que certaines études estiment que jusqu'à 62% des femmes enceintes végétariennes sont déficientes. Cette supplémentation doit être

réalisée avec les produits adaptés, car les mélanges standard de vitamines pour femmes enceintes et allaitantes ne suffisent pas toujours à prévenir les carences. (47)

### **Jeunes enfants < 3 ans**

Chez les jeunes enfants, étant donné que la forte consommation de folates par les végétariens et les végétaliens peut masquer les signes hématologiques d'une carence en vitamine B12, l'atteinte du système nerveux est souvent le premier signe d'atteinte. Une revue systématique a montré qu'une carence en vitamine B12 peut survenir chez 45 % des nourrissons végétaliens. Dès le début de la diversification, il est essentiel que les nourrissons végétaliens reçoivent des suppléments de vitamine B12 s'ils ne consomment pas de lait maternisé à base de riz ou de soja. La teneur en vitamine B12 de ces préparations pour nourrissons est efficace pour répondre aux besoins de ces enfants. (47)

### **Enfants > 4 ans et adolescents**

Chez les enfants et les adolescents, une carence en vitamine B12 peut entraîner des déficits cognitifs. Selon une revue systématique de la littérature sur les carences en vitamine B12, la prévalence de la carence en vitamine B12 variait de 0 à 33 %, avec des critères diagnostiques et des régimes alimentaires très variables d'une étude à l'autre. (47)

### **Conclusion**

Chez les nourrissons allaités, si l'apport ou le statut maternel en vitamine B12 est insuffisant, les nourrissons allaités doivent recevoir un supplément de vitamine B12. Chez les nourrissons non allaités, la consommation d'une préparation pour nourrissons à base de riz ou de soja apporte la vitamine B12 nécessaire. Le statut en vitamine B12 doit être régulièrement contrôlé chez les nourrissons allaités par une mère végétalienne pour une éventuelle initiation à la supplémentation. Cependant, une supplémentation en vitamine B12 sous forme de cyanocobalamine est obligatoire chez les végétaliens qui ne sont plus allaités ou qui ne consomment plus de préparations pour nourrissons à base de riz ou de soja.

En cas de carence en vitamine B12, un traitement quotidien d'initiation sera mis en place, idéalement par voie orale. Un traitement parentéral sera administré en cas de déficits sévères en cas de doute sur l'observance. Il n'existe pas de consensus international sur les quantités de vitamine B12 à administrer en complément et en cas de carences. Les doses suggérées à différents âges sont résumées dans le tableau ci-dessous. (43,46,47)



<b>Nourrissons de moins de 6 mois</b>			
<b>En cas d'allaitement maternel :</b> Pas de complémentation nécessaire si la mère est complétementée.			
<b>En cas d'allaitement artificiel :</b> Pas de complémentation nécessaire car les apports en vitamine B12 sont suffisants via les préparations infantiles.			
	<b>De 6 à 24 mois</b>	<b>De 2 à 12 ans</b>	<b>12 ans et plus</b>
Trois fois par jour	0,25 µg	0,5 µg	1 µg
Une fois par jour	2,50 – 5,0 µg	5,0 – 12,5 µg	10 – 25 µg
Une fois par semaine	500 µg	1000 µg	2000 µg
Deux fois par mois	1000 µg	2000 µg	5000 µg
Dose d'attaque *	250 µg/jour pendant 1 mois	500 µg/jour pendant 1 mois	1000 µg/j pendant 1 mois, puis 1000 µg / semaine pendant 1 mois

Tableau 19 : Doses recommandées en cyanocobalamine (47)  
\* puis dose d'entretien correspondant à la supplémentation préventive

Pour les très jeunes enfants, c'est-à-dire du début de la diversification alimentaire jusqu'au moment où l'enfant sera capable de prendre un comprimé à croquer sans risque, les comprimés à croquer doivent être réduits en poudre. Le comprimé pulvérisé peut ensuite être intégré à une préparation, comme une compote par exemple. Il existe également des compléments sous forme liquide. (49)

(f) Fer

En plus de son rôle dans la synthèse de l'hémoglobine, le fer est important pour la myélinisation des gaines nerveuses et pour la synthèse des neurotransmetteurs. Les besoins en fer de la petite enfance et de l'adolescence sont accrus par rapport aux adultes. La biodisponibilité du fer héminique étant meilleure que celle du fer non héminique, il faut veiller, d'une part à ce que les inhibiteurs de l'absorption du fer ne soient pas pris simultanément avec d'importantes sources alimentaires ferreuses, et d'autre part à consommer des sources d'acide ascorbique afin de favoriser l'absorption du fer non héminique. (47,50)

Certaines études ont rapporté un apport en fer similaire ou même supérieur chez les enfants et adolescents végétariens par rapport aux omnivores. Cependant, étant donné la faible biodisponibilité du fer végétal, un apport plus élevé ne reflète pas forcément un meilleur statut en fer. Une carence en fer a été trouvée chez plus de la moitié des végétariens, et d'autres études ont indiqué des biomarqueurs inférieurs ou similaires du statut en fer chez les végétariens par rapport aux groupes omnivores. Une méta-analyse récente de 13 études

menées dans des pays industrialisés et en développement a conclu que le statut en fer des enfants végétariens varie considérablement et est souvent insuffisant. (45,53)

Les besoins en fer dans la population générale sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Age	Apports recommandés en fer (mg/jour)
0 – 6 mois	0,2
7 – 11 mois	1,1
1 – 3 ans	0,7
4 – 6 ans	0,7
7 – 11 ans	1,1
12 – 17 ans (filles)	2,4
12 – 17 ans (garçons)	1,8

Tableau 20 : Recommandations en fer pour les enfants non-végétariens

### **Nourrissons**

Pendant la grossesse et l'allaitement, toutes les femmes sont exposées à une carence en fer, nécessitant le plus souvent une supplémentation après une surveillance attentive du statut en fer. Des études ont montré que la composition du lait des femmes végétariennes et végétaliennes est identique à celle des femmes omnivores. Cependant, il faut rappeler que le lait maternel est très pauvre en fer et contribue très peu aux besoins du nourrisson avant 4 à 6 mois. (47)

### **Jeunes enfants**

Chez les enfants plus âgés, une revue systématique a révélé que la prévalence de la carence en fer était plus élevée chez les enfants végétariens. (47)

### **Adolescents**

Les adolescents végétariens et végétaliens sont exposés à une carence en fer. Plusieurs études ont montré une prévalence plus élevée d'anémie et de carence en fer par rapport à la population générale. (47)

### **Conclusion**

Chez les nourrissons végétaliens, la consommation d'une préparation pour nourrissons à base de riz ou de soja en quantité adéquate apporte le fer nécessaire. Il faut donc l'encourager le plus longtemps possible. Dès l'arrêt de sa consommation, leur statut en fer doit être régulièrement surveillé afin de mettre en place au plus vite une supplémentation en cas de carence. Et à partir de la diversification, la consommation d'haricots écrasés et pelés, de soja et ses dérivés, ainsi que de beurre de noix et de graines permettent d'atteindre un apport optimal en fer. Le germe de blé peut être ajouté au yaourt de soja ou à d'autres aliments solides en purée pour augmenter la teneur en fer des repas des nourrissons, et une source de

vitamine C, comme quelques gouttes de jus de citron, peut améliorer l'absorption du fer. Les fibres doivent être limitées, car elles peuvent nuire à l'absorption du fer, et toutes les pratiques de cuisson et les techniques de préparation des aliments qui améliorent l'absorption du fer doivent être utilisées lors de la préparation des aliments pour nourrissons.

Chez les enfants plus âgés, des produits riches en fer (soja, haricots, céréales complètes, noisettes, margarine végétale, légumes verts feuillus) avec des fruits riches en vitamine C doivent être proposés à chaque repas, ainsi qu'une source de vitamine C ou d'autres acides organiques, tels que jus de citron ou fruit. Les méthodes de préparation, de trempage, de germination, de broyage et l'utilisation de la levure favorisent l'absorption du fer.

Une attention particulière doit être portée aux adolescentes menstruées. Dans tous les cas, en l'absence de supplémentation, une surveillance régulière de la ferritine sérique est nécessaire. (43,46,47)

#### (g) Zinc

Dans une alimentation diversifiée omnivore, la moitié de l'apport en zinc provient de produits d'origine animale. En l'absence d'aliments d'origine animale, il convient de consommer des sources d'aliments riches en zinc comme les céréales, les graines entières, les légumineuses, les produits à base de soja fermenté et les noix. Cependant, comme pour les autres minéraux, la présence de phytates et d'oxalates chélate le zinc et limite son absorption. Certains acides organiques présents dans les produits fermentés ainsi que les acides aminés soufrés, les peptides contenant de la cystéine ou les hydroxyacides présents dans les fruits pourraient augmenter son absorption. De même, le broyage, le trempage ou la fermentation pour augmenter les phytases favorise également l'absorption du zinc. (47,50)

#### **Nourrissons**

La concentration en zinc dans le lait maternel est relativement stable quel que soit le régime alimentaire de la mère. En conséquence, le statut en zinc des enfants allaités par des mères végétariennes ou végétaliennes est identique à celui des enfants allaités par des femmes omnivores. Les laits maternisés à base de protéines de riz ou de soja doivent être utilisés en relais, ou en l'absence d'allaitement chez les enfants végétaliens. Une revue de la littérature récente a révélé que les niveaux de zinc n'étaient pas significativement différents entre les végétariens et les omnivores au cours de la diversification alimentaire et au cours des 3 premières années de vie. (47)

#### **Enfants**

Peu d'études existent chez les jeunes enfants. De faibles niveaux de zinc ont été trouvés chez les enfants végétariens et végétaliens guatémaltèques par rapport aux enfants omnivores, avec les conséquences cliniques d'une mauvaise croissance et d'une altération du goût.

Cependant, une autre étude à Taïwan n'a trouvé aucune différence dans le statut en zinc et la croissance chez les enfants végétariens par rapport aux omnivores. (47)

### **Adolescents**

Plusieurs études n'ont trouvé aucune différence dans les niveaux plasmatiques de zinc, les infections, les troubles de la croissance et le développement pubertaire chez les adolescents végétariens par rapport aux adolescents omnivores. (47)

### **Conclusion**

Chez les nourrissons allaités ou recevant une préparation pour nourrissons à base de protéines de riz ou de soja, les apports en zinc sont suffisants pour répondre aux besoins. A partir de la diversification, des aliments riches en zinc doivent être proposés à chaque repas (légumineuses, beurres de noix et de graines, soja et ses dérivés). Limiter la teneur en fibres de l'alimentation des enfants jusqu'à 24 mois en choisissant des produits raffinés ou en les supprimant manuellement (éplucher les haricots et égoutter les fruits et légumes) augmente l'absorption du zinc.

Chez les enfants et adolescents végétaliens la consommation d'aliments riches en zinc devra être proportionnellement plus élevée pour les végétaliens que pour les omnivores en raison des niveaux de phytates présents dans la majorité des légumes. Par exemple, les légumes de la famille des Brassicacées (choux, navets, moutarde, radis, colza, cresson, raifort, etc.) doivent être consommés avec des fruits riches en acides organiques. De la même manière que pour le fer, les aliments préparés par trempage, broyage et germination doivent être consommés régulièrement. (43,47)

### (h) Calcium

L'exclusion de lait et de produits laitiers dans l'alimentation réduit également l'apport de calcium, en particulier lorsque le nourrisson est sevré du lait maternel ou de la préparation pour nourrissons à base de soja (supplémentée en calcium).

Un apport adéquat en calcium est essentiel dans la population pédiatrique car la minéralisation osseuse ne se produit que pendant la période de croissance, jusqu'à environ 20 ans. Alors que la grande majorité du calcium est apportée par les produits laitiers, certaines plantes, comme les légumineuses et les noix, contiennent des quantités importantes de calcium. Cependant, la biodisponibilité dépend des niveaux de phytate et d'oxalate présents dans les aliments. Les épinards et les blettes, par exemple, sont riches en ces composés qui limitent l'absorption du calcium qu'ils contiennent. (47,50)

Une méta-analyse de 2013 utilisant des données de 8 pays européens a révélé que chez les enfants de la population générale âgés de 1 à 18 ans, 30% à 57% avaient des apports en calcium inférieurs aux besoins moyens estimés. (45)

Les apports recommandés en calcium sont résumés dans le tableau suivant. (47)

Age	Calcium (mg / jour)
1 – 3 ans	500
4 – 6 ans	700
7 – 9 ans	900
10 – 19 ans	1200

### **Nourrissons**

Les enfants allaités par une mère végétalienne consommant différentes plantes ne sont pas exposés à une carence en calcium car elle utilise le calcium de ses os pour enrichir son lait.

Chez les enfants non allaités, les boissons végétales inadéquates doivent être évitées car la plupart d'entre elles ne contiennent pas suffisamment de calcium. L'administration d'un lait maternisé à base de riz ou de soja est la seule alternative possible. Cependant, une supplémentation en calcium est nécessaire lorsque le volume de consommation de préparations pour nourrissons n'est plus suffisant pour répondre aux besoins.

Chez les nourrissons qui ne sont pas exclusivement allaités, la seule étude menée chez des enfants âgés de 10 à 20 mois suivant un régime végétal a trouvé des niveaux de calcium inférieurs à ceux des enfants omnivores. (47)

### **Enfants et adolescents**

Les résultats des études sont parfois contradictoires. Certaines études ont montré que chez les enfants végétariens, l'apport en calcium et la densité minérale osseuse (DMO) étaient similaires à ceux des enfants omnivores, tandis que d'autres ont constaté que, bien que les apports en calcium se situent dans la fourchette habituelle, la DMO était inférieure à celle d'une population de référence. L'étude la plus récente comparant 53 enfants végétariens prépubères à des enfants omnivores a révélé une diminution significative de la DMO totale et lombaire.

Chez les adolescents végétaliens, l'apport en calcium est réduit, avec une consommation qui serait jusqu'à trois fois inférieure à celle des adolescents omnivores. (47)

### **Conclusion**

L'apport en calcium chez les nourrissons est principalement basé sur la consommation de préparations pour nourrissons à base de riz ou de soja. Après diversification, dès que le volume du lait maternisé devient insuffisant pour couvrir les besoins en calcium, un apport suffisant en aliments riches en calcium, voire une supplémentation est nécessaire.

Chez les enfants plus âgés, la consommation d'au moins trois produits végétaux riches en calcium par jour, pauvres en phytate et oxalate (légumes crucifères, amande, sésame, légumes-feuilles, soja, tofu, tempeh), ainsi que la consommation de certaines eaux riches en calcium est recommandée. Cependant, compte tenu des besoins importants, une supplémentation en calcium est presque toujours nécessaire, les quantités prescrites

dépendent des apports alimentaires en calcium, notamment sous forme d'eau minérale. (43,47)

(i) Iode

L'iode est essentiel pour un développement physique et neurologique optimal chez les nourrissons, les enfants et les adolescents. Le sel de table iodé, le poisson de mer et les produits laitiers sont des sources alimentaires d'iode importantes. De ce fait, l'absence de leur consommation peut entraîner des déficiences et des dysfonctionnements thyroïdiens. Les végétaliens ont des apports moyens en iode estimés à 30 mg/j versus 110 mg/j et 130 mg/j respectivement chez les enfants et adolescents omnivores. Ces apports sont inférieurs aux apports recommandés de 90 mg/jour entre 1 et 3 ans, 90 mg/jour entre 4 et 10 ans, 120 mg/jour entre 11 et 14 ans et 130 mg/jour après 15 ans. (47,50)

**Nourrissons et jeunes enfants**

Il n'y a pas de données dans la littérature sur les enfants végétaliens. Comme pour les autres micronutriments, la teneur en iode du lait maternel dépend de l'état nutritionnel de la mère. La consommation de sel iodé chez la femme enceinte et surtout allaitante à raison d'environ 6,5 g de sel iodé par jour permet d'apporter environ 120 mg par jour d'iode (avec une teneur estimée en iode de 1860 µg/100g de sel en France).

Une attention particulière doit être accordée à un apport suffisant en iode au bébé, en particulier avec des aliments complémentaires auto-préparés. Ainsi, pour les nourrissons, l'ajout de sel iodé est recommandé une fois leur alimentation diversifiée. Après 1 an, les apports recommandés varient entre 2 et 5 g par jour selon les sociétés savantes. (47,50)

**Adolescents**

Il n'existe pas de données pour les adolescents, mais par extrapolation à partir d'études menées chez l'adulte, la prise quotidienne d'environ 5 g de sel iodé semble appropriée.

**Conclusion**

Bien que le manque de consommation de produits d'origine animale augmente le risque de carence en iode, l'utilisation éventuelle de sels iodés et les données actuellement disponibles ne justifient pas une supplémentation en iode chez les végétaliens. Le sel iodé est une source fiable d'iode pour les enfants et les adolescents. Chez les nourrissons et les jeunes enfants ne consommant pas de sel, 400 à 900 mL, respectivement, de lait maternel ou de lait maternisé peuvent à eux seuls répondre aux besoins en iode. En cas d'utilisation de sel (pas avant 12 mois), la consommation quotidienne de 2 à 5 g de sel iodé (selon la teneur en iode du sel) par jour chez les enfants végétaliens est suggérée afin de répondre aux besoins. Alternativement, un supplément d'iode dérivé d'algues peut être utilisé. (43,46,54)

### (3) Conclusion

À tout âge, un régime végétalien nécessite des connaissances nutritionnelles approfondies de la part des parents et des tests de laboratoire réguliers sur l'enfant. Des conseils nutritionnels qualifiés et un soutien médical pédiatrique continu sont indiqués lorsqu'un enfant suit un régime végétalien.

Le tableau ci-dessous regroupe les recommandations en termes de supplémentation pour les enfants selon l'âge.

Régime	Vitamine B12	Iode	Vitamine D	Complémentation conseillée
Allaitement maternel ou préparations infantiles avant la diversification	Apports alimentaires suffisants	Apports alimentaires suffisants	10 µg/j soit 400 UI/j	Vitamine D médicamenteuse (en gouttes)
Diversification végétarienne avant 1 an	Apports alimentaires insuffisants	Apports alimentaires potentiellement insuffisants	10 µg/j soit 400 UI/j	Vitamine B12 + Iode + Vitamine D
Diversification végétarienne après 1 an	Apports alimentaires insuffisants	Apports alimentaires potentiellement insuffisants	15 µg/j soit 600 UI/j	Vitamine B12 + Iode + Vitamine D

#### *b) LA FEMME ENCEINTE ET ALLAITANTE*

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

Selon la littérature, la pratique d'un régime végétalien bien équilibré pendant la grossesse ne présente pas de risques aggravés de développer des effets indésirables sur la santé de l'enfant à naître ni de malformations chez le nouveau-né, à condition que les femmes végétaliennes soient informées et se supplémentent en divers minéraux et vitamines. (3)

L'indice de masse corporelle (IMC) avant la conception est déterminant pour éviter des complications pendant la grossesse. Le surpoids et l'excès calorique sont liés à des risques pour la santé maternelle et fœtale, notamment le diabète, la prééclampsie et les maladies cardiovasculaires, de sorte que le gain de poids gestationnel pendant la grossesse doit être maintenu dans la plage normale recommandée. Au contraire, un faible IMC et une

malnutrition pourraient nuire au développement du fœtus et à l'apport de nutriments, entraînant des résultats défavorables à la naissance, des retards physiques et cognitifs dans l'enfance et des troubles métaboliques à l'âge adulte.

De même, la période de lactation est extrêmement importante pour les schémas de croissance des nourrissons et l'efficacité de l'allaitement dépend de l'état nutritionnel de la mère. Le manque d'apport en macro et micronutriments pendant la lactation peut entraîner une réduction des micronutriments et de la teneur énergétique du lait maternel.

Dans la plupart des cas, les femmes enceintes végétaliennes ont déjà adopté un régime d'origine végétale avant la grossesse et ne font que le poursuivre durant la grossesse. Il semble donc important de pouvoir les accompagner dans cette démarche afin de garantir une grossesse optimale.

Plusieurs études montrent qu'il est sûr de suivre un régime à base de plantes au cours de la grossesse à partir du moment où le régime est planifié, bien informé et suivi par des professionnels de santé formés, de façon à assurer que l'alimentation réponde aux besoins énergétiques et aux nutriments essentiels. Lorsque l'accès à la nourriture est satisfaisant, le poids à la naissance des nourrissons et la durée de la gestation sont similaires dans les grossesses végétariennes et non végétariennes. Certaines études rapportent que les végétariens sont plus susceptibles d'avoir des bébés qui sont petits pour leur âge gestationnel. Cette constatation peut être due à un IMC moyen inférieur avant la grossesse, à une prise de poids plus faible ou à une prise de poids inadéquate pendant la grossesse.

Quant à l'allaitement, lorsque l'alimentation de la femme allaitante est optimale, le lait maternel est adéquat sur le plan nutritionnel afin de soutenir la croissance et le développement du nourrisson.

Il est donc de notre devoir de professionnel de santé de sensibiliser les femmes au besoin d'une planification rigoureuse de l'alimentation et de les encourager à adhérer à un suivi tout aussi rigoureux.

Ainsi, la grossesse nécessite un apport accru en macro et micronutriments et une alimentation équilibrée. Il faudra notamment surveiller certains nutriments et micronutriments clés (protéines, fer, acide folique, vitamine D, calcium, iode, oméga-3 et vitamine B12) afin d'éviter de potentielles complications au cours de la grossesse ou pour le nouveau-né. (42)

Selon les apports nutritionnels de référence et l'Institute of Medicine, les besoins caloriques ne sont pas supérieurs aux besoins énergétiques estimés pour les femmes non enceintes jusqu'au deuxième trimestre. Le besoin énergétique supplémentaire est de 260 kcal/jour au



deuxième trimestre et de 500 kcal/jour au troisième trimestre selon l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA). (42)

#### (1) Protéines

Le besoin en protéines augmente tout au long de la grossesse, et notamment au cours du troisième trimestre. Ainsi, des protéines supplémentaires sont nécessaires pendant la grossesse pour atteindre près de 20 g/jour estimés utilisés dans les tissus fœtaux, placentaires et maternels au cours des deuxième et troisième trimestres.

L'apport en protéines pendant la grossesse et l'allaitement doit donc être augmenté à 1,1–1,2 g/kg/jour contre 0,8 g/kg/jour pour les femmes non enceintes.

Les protéines issues des végétaux sont suffisantes pour répondre à ces besoins et des portions supplémentaires de céréales, d'aliments végétaux riches en protéines (légumineuses, soja, tofu, tempeh ...) et de noix et graines doivent être consommées par les femmes végétaliennes au cours des deuxième et troisième trimestres de la grossesse et pendant l'allaitement. Par exemple, 25 g de protéines peuvent être ajoutés en incluant 1,5 tasse de lentilles ou 2,5 tasses de lait de soja par jour. Les acides aminés essentiels peuvent être pleinement obtenus à partir de céréales et de légumineuses. Une augmentation de toutes les sources de protéines peut compenser un faible apport en lysine, notamment en privilégiant les haricots et le soja. (42,43)

#### (2) Lipides

Un apport adéquat en lipides, notamment des lipides de la série oméga 3, est également essentiel pour un bon développement fœtal. Le DHA est un composant important des membranes neurales et rétiniennes. Il s'accumule dans le cerveau et la rétine à la fin de la gestation et au début de la vie postnatale. Les acides gras polyinsaturés sont transférés via le placenta au fœtus en développement à partir du plasma de la mère. Un apport adéquat en DHA est considéré comme essentiel pour un développement visuel et neurologique optimal au début de la vie.

Le régime alimentaire des femmes enceintes et allaitantes doit comprendre 2 portions quotidiennes d'aliments riches en oméga-3 afin de répondre aux besoins.

Le taux de conversion de l'acide alpha-linolénique peut être insuffisant pour répondre aux besoins légèrement accrus en DHA pendant la grossesse et l'allaitement. Ainsi, un apport équilibré en acides gras n-3 et n-6 est important pour produire des quantités suffisantes de DHA et d'EPA.

L'ANSES recommande pour toutes les femmes enceintes ou allaitantes, y compris les végétaliennes, un apport de 250 mg de DHA par jour afin de satisfaire les besoins.

Pendant la grossesse, les concentrations sanguines de DHA sont souvent plus faibles chez les végétariens que chez les non végétariens et les concentrations de DHA dans le lait maternel

des végétariens et des végétaliens sont inférieures aux moyennes mondiales. La supplémentation en DHA ou en oméga-3 est associée à une durée de gestation plus longue et à un risque réduit d'accouchement prématuré. Le DHA supplémentaire dérivé de microalgues doit être utilisé pendant la grossesse végétarienne et l'allaitement. (42,43,46)

### (3) Fer

Pendant la grossesse, une anémie légère est physiologique en raison de l'état d'hémodilution normal. En effet, au cours des deuxième et troisième trimestres de la grossesse, il y a une augmentation du volume sanguin maternel et du transport du fer vers le placenta et le fœtus, ce qui entraîne un besoin accru en fer. Toutes les femmes enceintes sont donc potentiellement à risque de carence en fer (de 7 à 30 % de toutes les grossesses selon les études), car les besoins en fer doublent presque au cours de cette période de la vie.

Une étude britannique, menée sur une cohorte de 1274 femmes enceintes âgées de 18 à 45 ans, a montré que les végétariennes avaient des apports en fer adéquats et qu'elles suivaient un apport en fer recommandé pendant les premier et deuxième trimestres de la grossesse. Bien qu'il ait été suggéré par certains auteurs que tous les végétaliens devraient augmenter leur apport en fer jusqu'à 80 % par rapport aux recommandations générales, un régime végétalien bien équilibré peut facilement assurer les besoins moyens en fer. En outre, l'absorption du fer provenant de l'apport végétal et animal est améliorée pendant la grossesse et augmente à chaque trimestre. Ainsi, la supplémentation en fer n'est recommandée que si le statut en fer a été démontré comme étant faible par des tests sanguins appropriés. Bien que l'absorption du fer augmente pendant la grossesse, les besoins en fer sont élevés, c'est pourquoi les aliments riches en fer sont à privilégier pour toutes les femmes.

Pendant l'allaitement, les besoins en fer chutent considérablement, de sorte que l'attention portée à l'apport en fer devrait revenir à ce qu'elle était avant la grossesse. (42,43,46)

### (4) Zinc

Pendant la grossesse, les besoins en zinc augmentent, de sorte que les femmes sont encouragées à augmenter leur apport en zinc et à adopter des méthodes de préparation des aliments qui améliorent son absorption (trempage, germination, fermentation et levain du pain) et réduisent les niveaux de phytates dans les aliments riches en zinc. La consommation de la vitamine C ou autres sources d'acides organiques (par exemple, des fruits, quelques gouttes de citron) permet également d'augmenter l'absorption du zinc. Le besoin accru de zinc peut être satisfait par une combinaison d'apport et d'absorption accrus. L'effet inhibiteur des phytates sur l'absorption du zinc est nettement réduit en fin de grossesse et en début de lactation. (42,43,46)

#### (5) Iode

Les régimes végétariens ou végétaliens peuvent entraîner un faible apport en iode. Le besoin moyen estimé en iode chez les femmes enceintes est de 200 µg/jour. Le sel iodé est le moyen le plus sûr d'atteindre les besoins en iode chez les femmes enceintes et allaitantes végétaliennes. Toutefois, en plus de l'utilisation de sel iodé, certains auteurs recommandent d'ajouter une supplémentation en iode pour toutes les femmes enceintes et allaitantes. La teneur en iode des algues, une source d'iode populaire chez les végétariens, est très variable et un apport excessif en iode peut altérer la fonction thyroïdienne chez le fœtus et après la naissance. Ainsi, une complémentation d'iode par compléments alimentaires quotidiens serait préférable. Pour celles qui ne souhaitent pas se compléter, des apports par les algues sont possibles à raison d'une prise maximum par semaine pour éviter un surdosage (risque d'hypothyroïdie congénitale). (42,43,46)

#### (6) Calcium

Les besoins en calcium sont plus élevés pendant la grossesse et plus faibles pendant l'allaitement. Pendant la grossesse et l'allaitement, un apport adéquat en calcium est considéré comme étant de 1000 mg/jour. Certains auteurs recommandent que les végétariens et végétaliens devraient consommer 1200 à 1500 mg/jour de calcium, soit 20 % de plus que les omnivores. (42,43)

#### (7) Vitamine D

Les taux plasmatiques de vitamine D pendant la grossesse dépendent de l'exposition au soleil et de la consommation d'aliments riches en vitamine D, d'aliments enrichis ou de suppléments. Pendant la grossesse, il n'y a pas d'augmentation des besoins en vitamine D. Toutefois, plusieurs études réalisées sur des femmes enceintes végétariennes et végétaliennes ont rapporté un statut en vitamine D inférieur au seuil de référence. Si une supplémentation est nécessaire, notamment en hiver ou lorsque l'exposition au soleil est faible, la plupart des vitamines prénatales contiennent une quantité insuffisante de vitamine D pour prévenir une carence en vitamine D chez le nouveau-né. Par conséquent, des doses quotidiennes de 400 à 1 000 UI par jour sont suggérées et considérées comme sûres chez les femmes enceintes. (42,43)

#### (8) Vitamine B12

Les besoins pendant la grossesse et l'allaitement augmentent en raison de l'expansion des tissus et de l'accouchement chez le fœtus ou le nouveau-né. Étant donné qu'une carence en B12 peut survenir pendant la grossesse quel que soit le type de régime, en raison de l'épuisement des réserves dû à des demandes plus élevées, un statut

adéquat en B12 doit être maintenu pendant la grossesse végétalienne, et l'utilisation d'un supplément de vitamine B12 représente le moyen le plus fiable. De plus, le statut en B12 doit régulièrement être contrôlé tout au long de la grossesse, également chez les femmes présentant des niveaux optimaux de B12 au cours du premier trimestre de la grossesse.

La vitamine B12 dérivée des réserves de tissus maternels ne traverse pas le placenta, mais la vitamine B12 absorbée est transférée à travers le placenta. Ainsi, l'apport nutritionnel recommandé a été déterminé à 2,6 µg/jour et 2,8 µg/jour pour la grossesse et l'allaitement, respectivement. L'EFSA, cependant, a opté pour une quantité plus sûre d'apport à 4,5 µg/jour et 5 µg/jour pour les femmes enceintes et allaitantes, respectivement. (13,42)

Les aliments enrichis en vitamine B12 comprennent les substituts de viande, les céréales pour petit-déjeuner, les laits de soja, le tofu, les céréales et la levure alimentaire. Les algues et le tempeh ne sont généralement pas des sources fiables de vitamine B12. Quatre portions par jour d'aliments enrichis en vitamine B12 sont recommandées pendant la grossesse et l'allaitement.

Bien qu'elles contiennent 100 % de l'AJR pour la vitamine B12, les compléments alimentaires multi-vitaminés prénatales et postnatales courantes ne permettent pas d'obtenir une concentration de B12 optimale dans le lait maternel des femmes végétaliennes, car seule une fraction de la B12 qu'elles fournissent est absorbée.

La supplémentation est donc indispensable. Les posologies sont les mêmes que pour la population générale :

- Dose quotidienne : 25 µg par jour
- Dose hebdomadaire : 2000 µg par semaine
- Dose mensuelle : 5000 µg par mois

Pendant la grossesse, l'absorption intestinale de la vitamine B12 augmente ; l'absorption est meilleure en petites quantités et à intervalles fréquents car les besoins fœtaux ne sont pas élevés, ainsi il serait judicieux de faire dissoudre la vitamine B12 sous la langue ou de la mâcher lentement afin d'augmenter l'absorption. (42,43,46)

(9) Composition qualitative du lait maternel chez une femme suivant un régime à base de plantes

Une revue systématique réalisée en 2020 par *Karcz* (55) a analysé 13 études menées sur la qualité du lait maternel auprès de femmes végétariennes ou végétaliennes.

En ce qui concerne l'impact de l'alimentation de la mère sur les composants nutritionnels du lait maternel, la teneur en macronutriments semble être peu affectée par les habitudes alimentaires et les changements au cours de la lactation en fonction des besoins du

nourrisson. Ainsi, il semblerait que l'apport alimentaire maternel n'affecte pas la composition en protéines et en lactose du lait maternel ; plusieurs études ont en effet rapporté que la composition du lait maternel n'était pas significativement différente entre les mères suivant un régime sans viande et les omnivores. En fait, un régime végétalien bien planifié et bien équilibré peut couvrir entièrement les besoins nutritionnels en protéines. Cependant, selon cette étude, comme la digestibilité des protéines d'origine végétale peut être limitée, l'apport quotidien en protéines doit être augmenté de 10 % pendant la lactation.

En ce qui concerne le profil en acides aminés, une différence de concentration en taurine a été trouvée ; le lait des omnivores était significativement plus riche en taurine. La taurine est considérée comme un facteur régulant le développement du système nerveux fœtal et néonatal. Toutefois, des recherches plus poussées en tenant compte d'autres facteurs, par exemple l'état nutritionnel maternel, les comorbidités ou le stade de lactation sont nécessaires pour évaluer si les habitudes alimentaires ont un impact significatif sur la concentration de taurine dans le lait maternel.

L'apport en graisses alimentaires de la mère a un impact sur la qualité des graisses du lait maternel. Il semblerait que le profil en acides gras chez les végétariens et les végétaliens aurait un rapport omega-6/omega-3 plus élevé par rapport aux omnivores. Néanmoins, la composition en acides gras dans le lait dépend de l'apport alimentaire, mais aussi de mobilisation des réserves de graisse corporelle et de la synthèse endogène par les glandes mammaires. Pour cette raison, même si l'alimentation maternelle est déficiente en certains acides gras, ils sont toujours présents dans le lait maternel.

Comme attendu, les taux de DHA et d'EPA se sont avérés plus faibles chez les végétaliens et les végétariens que chez les non-végétariens. Une supplémentation en DHA chez les femmes enceintes et allaitantes est donc nécessaire, comme cela est le cas pour toutes les personnes végétaliennes.

L'évolution qualitative du lait maternel au cours de la lactation apparaît identique chez toutes les mères, quelles que soient leurs habitudes alimentaires. Si les femmes allaitantes sont exposées à la carence en micronutriments ou si les besoins quotidiens pour couvrir à la fois les besoins de la mère et du nourrisson dépassent l'apport alimentaire, l'épuisement des réserves maternelles affecte la composition du lait maternel. Pendant l'allaitement, les mères doivent fournir des quantités adéquates de calcium, de vitamine D, de fer, d'iode, ainsi que de zinc, de magnésium, de vitamine B6 et de folate. De plus, les végétariens, et en particulier les végétaliens, doivent faire attention à un apport adéquat en vitamine B12, étant donné que la cobalamine est essentielle pour la synthèse d'ADN et le maintien du système nerveux. (55)

## b) LE SPORTIF

L'alimentation joue également un rôle fondamental chez le sportif puisqu'elle influence les performances physiques mais également la récupération.

Il existe peu d'études concernant l'effet d'un régime à base de plantes sur les performances d'endurance et de force musculaire. Toutefois, la majorité d'études publiées sur le sujet semblent rapporter qu'un régime à base de plantes n'affecte pas significativement les performances sportives des personnes. En effet, les données résultantes de ces recherches ne semblent montrer aucune différence dans la capacité aérobie (VO2 max, correspondant au volume maximal d'oxygène), la performance anaérobie, dans la force de préhension ou la puissance maximale lors d'exercices étudiés. (56)

Dans une étude menée par *Boutros* en 2020 (56), une cinquantaine de participants végétaliens ou omnivores ont été étudiés sur leurs performances physiques.

Ils ont conclu qu'un régime végétalien ne semble pas nuire à l'endurance et à la force musculaire des participants. Ils ont notamment observé des niveaux de VO2 max significativement plus élevés dans le groupe végétalien par rapport aux omnivores. De plus, un régime végétalien peut être associé à une meilleure performance d'endurance. Un mécanisme potentiel qui pourrait expliquer cela pourrait être une plus grande quantité d'apport en glucides. Des résultats similaires ont été publiés dans une revue d'articles de *Lynch* (57) publiée en 2018 qui conclut que malgré les différences d'apport en macro et micronutriments entre les végétariens et les omnivores, la performance physique ne semble pas différer entre les groupes alimentaires sur plusieurs mesures et types d'activités.

Pour la plupart des athlètes, une alimentation bien construite (omnivore ou non) devrait fournir suffisamment d'énergie pour atteindre l'équilibre énergétique. (44)

### (1) Protéines

Chez l'athlète, les protéines servent de substrat pour la performance physique et de catalyseur pour l'adaptation à l'exercice. En effet, l'équilibre entre la décomposition des protéines musculaires (MPB) et la synthèse des protéines musculaires (MPS) est connu sous le nom de bilan protéique net (NPB). L'obtention d'un NPB positif via un MPS élevé favorise la récupération, l'adaptation et l'anabolisme à l'effort.

Le consensus semble être que les athlètes ont besoin de plus de protéines que la population non professionnelle. Les données indiquent également que les besoins en protéines doivent être adaptés pour refléter les exigences spécifiques au sport et aux objectifs d'entraînement. Les recommandations typiques incluent donc 1,6 à 1,7 g/kg/jour pour les athlètes de force et de puissance et 1,2 à 1,4 g/kg/jour pour les athlètes de sports d'endurance - des valeurs

nettement supérieures aux 0,8 g/kg/jour recommandés pour la population générale. Ainsi, l'ISSN (International Society of Sports Nutrition) recommande un apport en protéines de 1,4 à 2,0 g/kg/jour, ce qui est susceptible d'être approprié pour la plupart des contextes sportifs. (44)

L'optimisation des apports protéiques du sportif végétalien nécessite qu'une attention soit portée à la quantité et à la qualité des protéines consommées.

En effet, les BCAA (Branched Chain Amino Acid – Acides aminés branchés) sont des acides aminés qui, au niveau structurel, constituent approximativement un tiers des protéines du muscle squelettique. Ce sont des acides aminés ramifiés composés de la leucine, de l'isoleucine et de la valine. Les BCAAs sont des acides aminés essentiels, il est donc impératif d'en consommer par un apport exogène.

Les protéines d'origine végétale ont une distribution inégale en termes d'acides aminés. Des exemples courants d'acides aminés limitants dans les protéines végétales comprennent la lysine, la méthionine, l'isoleucine, la thréonine et le tryptophane. Parmi ceux-ci, la lysine semble être le plus souvent absente, en particulier les céréales. Les aliments tels que les haricots et les légumineuses sont de riches sources de lysine, et la leucine peut être obtenue à partir de graines de soja et de lentilles. D'autres BCAAs peuvent être trouvés dans les graines, les noix et les pois chiches, ce qui signifie que ces acides aminés peuvent être obtenus en consommant une variété d'aliments végétaux riches en protéines. (44)

Pendant l'exercice, il y a une augmentation de l'oxydation et de la dégradation des protéines, suivie d'une synthèse accrue des protéines musculaires et d'une dégradation supplémentaire des protéines pendant la récupération. L'augmentation des acides aminés circulants après un repas contenant des protéines stimule la synthèse protéique intramusculaire et supprime également légèrement la dégradation des protéines musculaires. L'ingestion de glucides seuls ne parvient pas à induire cette augmentation de la synthèse des protéines musculaires. De même, les avantages pour l'immunité, les douleurs musculaires et la santé globale des repas contenant des protéines par rapport aux repas contenant uniquement des glucides ont été suggérés dans la littérature. Pour ces raisons, le moment de la teneur en protéines des repas peut être un facteur important dans la récupération et le maintien et le gain de masse musculaire.

Les compléments de protéines végétales comprennent le soja (et l'isolat de soja), les pois, le riz, le chanvre. Ces protéines pourraient intéresser les athlètes végétaliens, notamment via des protéines en poudre qu'on l'on peut retrouver également en pharmacie, en particulier s'il est difficile ou peu pratique d'obtenir suffisamment de protéines via des aliments complets. De nouvelles données commencent à soutenir l'efficacité des poudres de protéines végétales pour améliorer la récupération après l'entraînement et favoriser l'hypertrophie musculaire dans le cadre d'un programme d'entraînement en résistance. (44)

Les suppléments de BCAA ont été étudiés pour leurs effets sur la performance, la synthèse des protéines musculaires et la récupération. L'oxydation de la leucine est régulée à la hausse de manière significative pendant l'exercice d'endurance, reflétant le besoin d'un apport accru en protéines par les athlètes. Une revue a conclu que les suppléments de BCAA n'affectent pas de manière significative les performances, mais atténuent les dommages musculaires induits par l'exercice et favorisent la synthèse des protéines musculaires. Les protéines végétales telles que les graines de sésame, les graines de tournesol, le tofu et les graines de citrouille sont de riches sources de BCAA. (51)

## (2) Glucides

Les régimes sportifs nécessitent généralement des apports en glucides de 4 à 12 g/kg pour supporter des volumes d'entraînement élevés, selon le mode d'exercice, le sexe de l'athlète et l'objectif de la diète de l'athlète. En effet, les besoins caloriques journaliers peuvent dépasser les 3000 kcal/jour avec un apport de 55 – 70% de l'apport énergétique pour les glucides. (44)

Atteindre un apport adéquat en glucides via un régime végétalien est relativement simple, et les céréales, les légumineuses, les haricots, les tubercules, les légumes-racines et les fruits peuvent tous être consommés pour répondre de manière satisfaisante aux besoins en glucides. Cependant, rappelons que ces aliments sont riches en fibres. Les glucides fibreux non digestibles et la lignine fournissent du volume et de la masse, résistent à la digestion et à l'absorption, favorisent la satiété précoce et améliorent la signalisation prolongée de la satiété. Pour les athlètes nécessitant des apports énergétiques plus élevés, la consommation d'aliments riches en fibres pour atteindre un apport adéquat en protéines et en glucides peut s'avérer difficile pour certains. Afin d'obtenir suffisamment de glucides pour les athlètes impliqués dans des phases d'entraînement à haut volume, il peut être approprié (dans certains contextes) de choisir des aliments à faible teneur en fibres lors de l'élaboration de repas riches en glucides, à condition qu'un statut suffisant en micronutriments puisse être assurée. Les aliments tels que le riz, les pâtes, les nouilles et le sarrasin contiennent moins de fibres que l'avoine, les lentilles, les haricots et les pains complets, et enlever la peau des tubercules et des légumes-racines réduit la teneur en fibres de ces aliments tout en maintenant des niveaux décents de glucides. (44)

## (3) Lipides

Les régimes végétaliens contiennent généralement moins de graisses totales et saturées et plus d'acides gras n-6 que les régimes omnivores et végétariens. Atteindre les valeurs recommandées de 1 à 1,5 g/kg/jour (ou 30 – 35 % de l'apport énergétique quotidien) est réalisable pour les athlètes végétaliens à condition qu'ils consomment suffisamment d'huiles, d'avocats, de noix et de graines.



Les acides gras n-3 sont importants pour la croissance et le développement, et semblent jouer un rôle important dans la santé cardiovasculaire, dans les maladies inflammatoires et chroniques, et pourraient améliorer la bronchoconstriction induite par l'exercice (EIB) et l'immunité. Les acides gras n-3 pourraient également augmenter la production d'oxyde nitrique et améliorer la variabilité de la fréquence cardiaque. (44)

La supplémentation en oméga-3 peut être particulièrement bénéfique pour les athlètes. Une étude récente a suggéré que la supplémentation en oméga-3 atténue l'inflammation induite par l'exercice et le stress oxydatif. (44,51)

#### (4) Fer

L'anémie ferriprive peut entraîner des symptômes tels que fatigue, faiblesse musculaire, essoufflement et diminution de la tolérance à l'effort. Il a également été démontré qu'une carence en fer sans anémie réduit la capacité d'endurance, augmente la dépense énergétique et altère l'adaptation à l'exercice d'endurance.

Ainsi il est important de consommer une quantité suffisante de végétaux riches en fer. La supplémentation peut être justifiée si les recommandations en fer ne peuvent être atteints par le régime alimentaire. Les athlètes peuvent être à risque de carence en fer en raison des pertes de fer induites par l'exercice. Une attention particulière devra être portée sur les athlètes féminines professionnelles, en effet, la littérature a rapporté une forte prévalence de carence en fer et d'anémie notamment lié aux menstruations. (44,51)

Les athlètes végétaliens devraient chercher à atteindre un apport suffisant en fer en choisissant des sources de fer complètes, en réduisant la consommation d'aliments contenant des inhibiteurs tels que le thé, le café et le cacao (lorsqu'ils mangent des repas riches en fer), en consommant simultanément des aliments contenant de la vitamine C pour améliorer l'absorption, et incorporer des aliments trempés, germés et/ou fermentés dans leur régime alimentaire. (44)

#### (5) Zinc

Une étude de 2009 sur les végétariens a révélé une forte prévalence de carence en zinc. La supplémentation en zinc ou une multivitamine/multiminéral contenant du zinc est un choix judicieux pour les athlètes végétaliens. Pour les athlètes qui refusent la supplémentation ou ceux qui souhaitent augmenter leur apport alimentaire en zinc, les graines de citrouille et les graines de chanvre contiennent chacune 5 mg dans une portion d'une demi-tasse. (51)

## (7) Calcium

L'importance du calcium pour l'athlète végétalien reflète son rôle dans le maintien de la santé osseuse pendant les exercices avec mise en charge ainsi que dans l'augmentation des pertes de calcium subies lors d'une transpiration abondante.

Les besoins en calcium peuvent également être exacerbés pendant les phases de restriction calorique ou d'aménorrhée par exemple. Cependant, il est proposé que la recommandation pour la population générale concernant le calcium (soit 1000 mg/jour) soit suffisante pour répondre aux besoins des populations sportives dans la plupart des contextes, et donc il a été suggéré que les athlètes n'ont pas un besoin élevé en calcium de manière générale. Afin de répondre à l'exigence ci-dessus, les athlètes végétaliens doivent consommer des sources de calcium d'origine végétale telles que les haricots, les légumineuses et les légumes verts en quantités suffisantes ou des eaux riches en calcium. (44)

## (8) Vitamine D

Certaines études suggèrent que l'optimisation du statut en vitamine D pourrait améliorer les performances sportives ; un mauvais statut en vitamine D affecterait négativement la force musculaire et la consommation d'oxygène.

En effet, les récepteurs de la vitamine D sont présents dans presque toutes les cellules du corps, y compris les myocytes. La vitamine D module l'expression des gènes des protéines liées et non liées au métabolisme du calcium. Le calcium joue donc un rôle essentiel dans la contraction et la relaxation musculaires.

La supplémentation pourrait protéger contre les blessures de surutilisation via son rôle dans le métabolisme du calcium et la fonction des muscles squelettiques. L'optimisation du statut en vitamine D peut donc être intéressante pour tous les athlètes, quel que soit leur choix alimentaire. (44,51)

## (9) Vitamine B12

Le risque de carence en vitamine B12 concerne toutes les personnes végétaliennes. Les sportifs doivent donc appliquer les mêmes recommandations concernant la supplémentation en vitamine B12. (44)

Les posologies sont les mêmes que pour la population générale :

- Dose quotidienne : 25 µg par jour
- Dose hebdomadaire : 2000 µg par semaine
- Dose mensuelle : 5000 µg par mois.

(10) Supplémentation spécifique au sportif

(a) Créatine

La recherche indique que les régimes végétariens et végétaliens réduisent les réserves de créatine musculaire. La créatine est un acide organique azoté synthétisé de manière endogène à partir de l'arginine, de la glycine et de la méthionine. Les aliments tels que la viande, le poisson et la volaille sont de riches sources de créatine mais sont exclus d'un régime végétalien. Les effets d'amélioration des performances de la créatine ont été bien étudiés et il semble que la supplémentation puisse améliorer les performances d'exercice à haute intensité à court terme, l'hypertrophie musculaire et la force maximale. La supplémentation en créatine pourrait également entraîner une augmentation du volume plasmatique, un meilleur stockage du glycogène, un seuil ventilatoire amélioré et une réduction de la consommation d'oxygène pendant l'exercice. Les données indiquent que la supplémentation en créatine pourrait être plus bénéfique pour les athlètes ayant de faibles réserves de créatine musculaire préexistantes ; elle atténuerait les faibles réserves de créatine musculaire chez les végétariens. La supplémentation en créatine pourrait donc être une aide ergogénique importante à considérer pour les athlètes végétaliens.

Le dosage efficace de la créatine nécessite l'atteinte de la saturation musculaire en créatine, et des régimes de 20 g/jour pendant 3 à 7 jours pour charger la créatine suivis de doses d'entretien de 3 à 5 g/jour sont courants. Cependant, une dose plus faible de 3 à 5 g/jour prise sur une période de 4 semaines permettrait d'atteindre la saturation en créatine à long terme de la même manière. D'autres protocoles, tels que 1 g/30 min sur 20 prises par jour, ont également été proposés comme moyen d'atteindre une saturation maximale. (44)

(b) Bêta alanine

La carnosine, un tampon de protons intracellulaire et un antioxydant, est un dipeptide cytoplasmique ( $\beta$ -alanyl-L-histidine) présent dans le muscle squelettique et le système nerveux central, et est synthétisé *in situ* à partir de son précurseur  $\beta$ -alanine.

Comme pour les niveaux de créatine musculaire, la littérature indique également que les végétariens ont des niveaux de carnosine musculaire inférieurs à ceux des omnivores.

La viande et la volaille sont les principales sources de  $\beta$ -alanine dans l'alimentation, et il a été démontré que la supplémentation en  $\beta$ -alanine augmente les concentrations de carnosine musculaire, entraînant des améliorations des performances d'exercice à haute intensité en tamponnant l'excès de protons, en piégeant les radicaux libres, en chélatant métaux de transition et en réduisant la fatigue.

Afin d'atteindre la saturation musculaire en carnosine, un apport de  $\beta$ -alanine en doses fractionnées de 4 à 6 g/jour pendant 2 à 4 semaines serait validé par la littérature.

### (c) Taurine

La taurine et la  $\beta$ -alanine partagent des mécanismes de transport, ce qui signifie qu'un supplément de  $\beta$ -alanine pourrait théoriquement inhiber l'absorption de taurine dans le muscle squelettique.

La taurine est un acide aminé soufré qui semble jouer un rôle dans de nombreux processus physiologiques importants chez l'homme, notamment la conjugaison des acides biliaires, la fonction cardiovasculaire, la neurotransmission et la glycémie. La taurine est retrouvée dans le tissu musculaire squelettique et son excrétion urinaire est en corrélation avec les marqueurs de lésions musculaires.

Les sources principales de taurine sont les fruits de mer, la viande et les produits laitiers. Il a été démontré que les végétaliens consomment des quantités négligeables de taurine et que la présupplémentation en taurine augmentait les performances sportives dans des études sur l'homme et l'animal. (44,51)

### c) LA PERSONNE AGÉE

Les besoins caloriques quotidiens des personnes âgées sont diminués, mais les besoins sont augmentés en d'autres micronutriments comme le calcium, la vitamine D et la vitamine B12, ce qui nécessite une supplémentation dans la plupart des cas.

Puisque l'alimentation végétarienne et végétalienne reste un mode alimentaire rare chez les personnes âgées en France. Le peu d'études réalisées sur les personnes âgées végétaliennes font que peu de données sont disponibles.

Chez la personne âgée les risques liés à une alimentation végétarienne ou végétalienne sont les risques de carence en vitamine B12, en acides gras oméga 3 et un apport insuffisant en protéines et en calcium. Le fer n'est pas un élément mentionné car du fait de la ménopause, les pertes en fer sont moins importantes chez la femme âgée. (3,39)

#### (1) Les protéines

L'anabolisme protéidique postprandial est déficitaire chez le sujet âgé ce qui contribue, entre autres, à la diminution de la masse musculaire avec l'âge. D'autre part, les rations alimentaires sont généralement plus petites du fait de plusieurs raisons : anorexie, vieillissement dentaire rendant mastication plus difficile, perte du goût et de l'odorat. Les besoins caloriques diminuent légèrement mais ceux en protéines restent identiques. Des apports inférieurs à 0,8 g/kg/jour en protéines sont délétères chez la personne âgée.

Les personnes âgées doivent recevoir un apport au moins égal à celui des adultes, en protéines de bonne qualité, mais les particularités métaboliques chez la personne âgée conduit à une référence nutritionnelle de 1 g/kg/jour selon l'ANSES. Les personnes âgées végétaliennes

doivent donc consommer davantage d'aliments riches en protéines (légumineuses, quinoa, lait de soja enrichi en calcium de préférence, etc.). (1,3,39)

## (2) Les lipides

Le métabolisme des lipides et donc du DHA diminue également avec l'âge. En effet, chez la personne âgée s'installe un déficit en enzymes intervenant dans le métabolisme des lipides. En cas d'absence dans l'alimentation d'acides gras omega-3 (EPA et DHA), il peut survenir un déficit en EPA et un déséquilibre entre les deux voies n-6 et n-3.

Les personnes âgées végétaliennes ont un besoin de 200 mg/jour de DHA. Les compléments alimentaires sous forme de capsule d'huile d'algue sont un moyen sûr d'en apporter. (3,39)

## (3) Le calcium

Les recommandations actuelles en calcium chez la femme après 55 ans et chez l'homme après 65 ans sont de 1200 mg/jour, cet apport étant nécessaire pour ralentir la perte osseuse liée à l'âge. Une supplémentation peut ainsi être nécessaire.

Les femmes ménopausées doivent être vigilantes à avoir un bon apport en calcium. En effet, la chute des hormones oestrogéniques qui suit la ménopause entraîne une accélération de la perte osseuse sur l'ensemble du squelette. (1,3,39)

## (4) La vitamine D

La vitamine D est très importante chez les personnes âgées du fait de son rôle essentiel dans l'assimilation du calcium et la prévention de l'ostéoporose. Plusieurs facteurs augmentent le risque d'insuffisance en vitamine D chez les personnes âgées, notamment une réduction de la synthèse cutanée et rénale, un apport alimentaire inadéquat et une exposition limitée au soleil. La supplémentation est donc nécessaire. (1,3,39)

## (5) La vitamine B12

Tout comme chez toute personne végétarienne et végétalienne, les compléments de vitamine B12 sont aussi fortement recommandés pour les personnes âgées végétaliennes.

A partir de 50 ans, une atrophie gastrique physiologique a lieu, réduisant la production d'acide chlorhydrique dans l'estomac, ce qui réduit l'assimilation de la vitamine B12 contenue dans les produits animaux (les compléments de vitamine B12 restent bien assimilés). En effet, avec la sénescence, les cellules épithéliales de l'estomac réduisent leur capacité à biosynthétiser les protéines de transport de la vitamine B12. La capacité de sécrétion gastrique est nécessaire à la fois pour la dissociation de la vitamine B12 des aliments et pour la liaison aux transporteurs. Les personnes polymédiquées (IPP et metformine notamment) sont également plus à risque de développer une carence en vitamine B12.

Donc la carence en vitamine B12 est courante chez la personne âgée omnivore en raison de la diminution de son absorption.

En conséquence, une complémentation en vitamine B12 est également conseillée chez les personnes de plus de 50 ans ou polymédiquées qui ont diminué significativement leur consommation de viande ou de poisson.

La complémentation quotidienne doit être majorée pour répondre aux besoins métaboliques de cette population, tandis que les complémentations hebdomadaires ou mensuelles restent inchangées :

- Quotidienne : 250 µg par jour
- Hebdomadaire : 2000 µg par semaine
- Mensuelle : 5000 µg par mois (1,3,13,20,39,49)

## C. PRISE EN CHARGE D'UNE CARENCE NUTRITIONNELLE : LA SUPPLÉMENTATION

La supplémentation est un « apport supplémentaire de substances indispensables à l'organisme (le plus souvent des vitamines ou des minéraux), destiné à compléter une alimentation carencée ». (Larousse)

Il est possible d'avoir recours à une supplémentation médicamenteuse ou à des compléments alimentaires sous différentes formes (en gélules, capsules, comprimés, ampoules...) afin d'éviter les carences. Il existe également des aliments enrichis en vitamines ou minéraux.

Dans ce cas, il convient de rappeler la différence entre un médicament et un complément alimentaire :

- Selon l'ANSM : « Un produit est qualifié de médicament s'il est présenté comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies humaines ou animales, ou s'il peut être utilisé ou administré en vue d'établir un diagnostic médical. » Dans le développement d'un médicament, l'ANSM intervient dès la phase des essais cliniques. Elle autorise ensuite, au niveau national, sa mise sur le marché (AMM) en fonction de l'évaluation de son bénéfice et de ses risques. L'ANSM poursuit son action en assurant la surveillance de sa sécurité d'emploi. C'est elle également qui contrôle la publicité auprès du public et des professionnels de santé.
- La notion de **complément alimentaire** est définie par la directive 2002/46/CE du Parlement européen, transposée par le décret du 20 mars 2006 : « On entend par compléments alimentaires les denrées alimentaires dont le but est de compléter le régime alimentaire normal et qui constituent une source concentrée de nutriments ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique seuls ou combinés, commercialisés sous forme de doses, à savoir les formes de présentation telles que les gélules, les pastilles, les comprimés, les pilules et autres formes similaires, ainsi que les sachets de poudre, les ampoules de liquide, les flacons munis d'un compte-gouttes et les autres formes analogues de préparations liquides ou en poudre destinées à être prises en unités mesurées de faible quantité. » (16)

Contrairement aux médicaments, la commercialisation des compléments alimentaires ne nécessite pas d'autorisation de mise sur le marché. L'industriel est responsable de la conformité des compléments alimentaires mis sur le marché avec les dispositions réglementaires en vigueur, tant en matière de sécurité que d'information du consommateur. Ces produits font l'objet de déclarations auprès de la Direction de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF) qui examine leur composition et réalise des contrôles à l'instar des autres catégories de denrées alimentaires.

Il existe des dispositions réglementaires au niveau européen et national qui établissent la liste des ingrédients autorisés dans les compléments alimentaires : vitamines, minéraux, et plantes ainsi que les doses journalières à ne pas dépasser. (Annexe 1 et 2)

Le véganisme étant un régime alimentaire basé sur l'exclusion de tout aliment d'origine animale, les médicaments et compléments alimentaires ne dérogent pas à la règle. La fédération végane a notamment mis à disposition une liste de d'additifs d'origine animale à éviter : (23)

<b>Additifs d'origine animale</b>	
E 120	Cochénille (colorant CI75470)
E 441	Gélatine
E 542	Phosphate d'os comestible
E 626	Acide guanlylique
E 627	Guanylate disodique, 5'-, guanylate disodique, guanylate de sodium
E 628	Guanylate de sodium
E 629	Guanylate de calcium
E 630	Acide inosinique
E 631	Inosinate disodique 5', phosphate du disodium 5' de l'inosine
E 632	Inosinate dipotassique
E 633	Inosinate calcique
E 634	Ribonucleotides calciques 5'
E 635	Ribonucléotides disodiques 5'-
E 901	Cire d'abeille
E 904	Shellac (gomme-laque)
E 913	Lanoline
E 963	Tagatose
E 966	Lactitol
E 1000	Acide cholique
E 1105	Lysozyme

Les tableaux suivants regroupent les suppléments médicamenteux disponibles en pharmacie (liste non exhaustive) pouvant éviter certaines carences chez les patients végétaliens. Une distinction est faite entre les médicaments végétaliens et les médicaments contenant une partie d'origine animale. (3)



Molécule	Médicament	Forme galénique	Dosage	Remboursement	Liste	Végétalien ?
<b>FER</b>						
<b>Sodium férédétate</b>	FERROSTRANE 0,68 %®	Sirop	34 mg/5ml	65%	Liste 2	✓
<b>Fumarate ferreux</b>	FUMAFER®	Comprimé pelliculé	66 mg	65%	NL	✓
<b>Sulfate ferreux et acide ascorbique</b>	FERO-GRAD VITAMINE C®	Comprimé enrobé	500 mg	65%	NL	Contient du lactose
<b>Ascorbate ferreux</b>	ASCOFER®	Gélule	33 mg	65%	NL	Contient de la gélatine
<b>Sulfate ferreux</b>	TARDYFERON®	Comprimé enrobé	50 mg	65%	NL	✓
		Comprimé pelliculé	80 mg	65%	NL	✓
<b>Acide folique et sulfate ferreux</b>	TARDYFERON B9®	Comprimé pelliculé	0,35 mg / 50 mg	NR	NL	✓
<b>CALCIUM</b>						
<b>Carbonate de calcium</b>	OROCAL®	Comprimé à sucer	500 mg	65%	NL	✓
	CACIT®	Comprimé effervescent	1000 mg ou 500mg	65%	NL	✓
	CALCIDOSE®	Suspension buvable en sachet	500 mg	65%	NL	✓
	CALCIPRAT®	Comprimé à sucer	1g	65%	NL	Contient du lactose
			750 mg			
500 mg						
CALTRATE®	Comprimé pelliculé	600mg	65%	NL	La D3 est d'origine animale <sup>1</sup> Contient de la Gélatine	
<b>Carbonate de calcium + cholécalciférol</b>	OROCAL VITAMINE D3®	Comprimé à sucer	500mg/200UI	65%		NL
			500mg/400UI			
		Comprimé à croquer	500mg/1000UI			
DENSICAL VITAMINE D3®	Comprimé à croquer/sucer	500mg/400UI	65%	NL		
CACIT VITAMINE D3®	Granulés effervescents en sachet <sup>1</sup>	Comprimé à croquer/sucer	1000mg/880UI	65%	NL	
			500mg/1000UI			
			500mg/440UI			

	CALCIDOSE VITAMINE D3®	Poudre pour solution buvable en sachet	500mg/400 UI 500mg/800 UI	65%	NL	
<b>ZINC</b>						
<b>Zinc gluconate</b>	GRANIONS DE ZINC®	Solution buvable en ampoule	15 mg/2ml	15%	NL	✓
	OLIGOSOL ZINC®	Solution buvable en ampoule	67,4 µg/2ml	NR	NL	✓
	RUBOZINC®	Gélule	15 mg	30%	NL	Contient de la gélatine et du lactose
	EFFIZINC®	Gélule	15 mg	30%	NL	Contient de la gélatine
<b>VITAMINE B9</b>						
<b>Acide folique</b>	SPECIAFOLDINE®	Comprimé	0,4 mg	65%	NL	✓
			5 mg			
<b>VITAMINE B12</b>						
<b>Cyanocobalamine</b>	DELAGRANGE®	Solution buvable	1.000 µg/2ml	65%	NL	✓
	GERDA®	Solution buvable	1.000 µg/4ml	65%	NL	✓
		Comprimé sécable	250 µg	NR	NL	Contient du lactose
<b>VITAMINE D</b>						
<b>Vitamine D3 cholécalférol</b>	ADRIGYL®	Solution buvable en gouttes	10.000UI/ml	65%	NL	La D3 est d'origine animale <sup>1</sup> Contient de la gélatine
	DEDROGYL®	Solution buvable en gouttes	15mg/100ml	30%	Liste 2	
	ROCALTROL®	Capsule molle <sup>1</sup>	0,25µg	65%	Liste 1	
	UVEDOSE®	Solution buvable	100.000UI/2ml	65	Liste 2	
	ZYMA D®	Solution buvable en goutte	10.000UI/ml	65%	NL	
		Solution buvable en ampoule	200.000/2ml	65%	Liste 2	
		Solution buvable en ampoule	80.000UI/2ml	65%	Liste 2	
<b>Vitamine D2 ergocalciférol</b>	STÉROGYL®	Solution buvable en ampoule	600.000UI/1,5ml	65%	Liste 2	✓
		Solution buvable en gouttes	2.000.000/100ml	65%	NL	✓

Les compléments alimentaires disponibles en pharmacie sont listés (liste non exhaustive) dans le tableau ci-dessous. (58)

Outre ces compléments alimentaires, la « Vegan society » a conçu en collaboration avec l'association des diététiciens britanniques (British Dietetic Association) un complément complet adapté aux personnes véganes. La VEG1 contient tous les nutriments à risque lors d'une alimentation végétalienne.

Elle est adaptée aux adultes et aux enfants, la posologie étant :

- 1 comprimé par jour pour les adultes
- ½ comprimé par jour pour les enfants de moins de 12 ans.



La « Vegan society » certifie également le complément alimentaire complet « Essentiel Vegan » du laboratoire Orfito. Il couvre les besoins quotidiens en vitamines B12, B9, B6, B2, D3, sélénium et iode. Toutefois, celui-ci n'est pas adapté aux enfants de moins de 12 ans.



Complément alimentaire	Galénique	Composition et Dosage		VGL	Enfant
<b>COMPLEXES VITAMINES</b>					
THE VEGAN SOCIETY® <b>VEG1</b>	Comprimé à croquer	Vitamine B12 (cyanocobalamine) : 25 µg (1000 %) Iode (iodure de potassium) : 150 µg (100 %) Vitamine D (Préparation de lichen cholécalciférol (D3)) : 20 µg (400 %) Vitamine B2 (riboflavine) : 1,6 mg (114 %) Vitamine B6 (chlorhydrate de pyridoxine) : 2 mg (143 %) Vitamine B9 (Acide Folique) : 200 µg (100%) Sélénium (L-séléénométhionine) : 60 µg (109 %)		✓	✓
ORFITO® <b>Essentiel vegan</b>	Comprimé à croquer	Vitamine D3 (issue du lichen) : 20 µg (ou 800 UI) (400% AR) Vitamine B2 (riboflavine) : 1,8 mg (128% AR) Vitamine B6 : 2 mg (142% AR) Vitamine B9 (acide folique) : 200 µg (100% AR) Vitamine B12 (cyanocobalamine) : 25 µg (1000% AR) Sélénium : 60 µg (109% AR) Iode : 150 µg (100% AR)		✓	✗
SOLGAR® <b>Solamins Multiminéraux</b>	Comprimés	Calcium (bisglycinate carbonate) : 500 mg Magnésium (bisglycinate, oxyde) : 250 mg Potassium (chloride) : 99 mg Manganèse (bisglycinate) : 4 mg Fer (bisglycinate) : 10 mg Zinc (bisglycinate) : 10 mg Cuivre (bisglycinate) : 250 µg Iode (iodure de potassium) : 150 µg Chrome (picolinate) : 20 µg Sélénium (L-séléénométhionine) : 50 µg		✓	✗
VEGGIEPHARM® vj-pharm provegane	Comprimé + capsule	Fer : 14mg Zinc : 10 mg Iode : 150 µg Vitamine B12 : 2,5 µg	Vitamine D3 : 5µg Calcium : 300 mg Sélénium : 35 µg DHA : 250 mg	✓	✗

<b>BIOCYTE® Multivit Bio</b>	Comprimé	Vitamine A : 207 µg Vitamine D : 4,5 µg Vitamine E : 4,4 mg Vitamine K : 27 µg Vitamine C : 22,5 mg Thiamine (vitamine B1) : 0,6 mg Riboflavine (vitamine B2) : 0,6 mg Niacine (vitamine B3) : 3,6 mg Vitamine B6 : 0,9 mg Acide folique (vitamine B9) : 150 µg	Vitamine B12 : 1,2 µg Acide pantothénique (vitamine B5) : 0,9 mg Fer : 3 mg Zinc : 1,5 mg Cuivre : 150 µg Manganèse : 0,3 mg Chrome : 12 µg Molybdène : 9 µg Iode : 45 µg	✓	✗
<b>SOLGAR® Kangavites Multivitamines &amp; Minéraux Enfants</b>	Comprimé à croquer	Vitamine C (ascorbate de sodium) : 60 mg Calcium (carbonate) : 64 mg Vitamine E (succinate de D-alpha-tocophéryle) : 12 mg Niacine (vitamine B3) : 10 mg Magnésium (oxyde) : 32 mg Acide pantothénique (D-pantothénate de calcium) : 5 mg Potassium (chlorure) : 5 mg Fer (fumarate ferreux) : 2,5 mg Zinc (oxyde) : 1,5 mg Vitamine B6 (pyridoxine HCl) : 1 mg Riboflavine (vitamine B2) : 0,85 mg Vitamine B1 (mononitrate de thiamine) : 0,75 mg Choline (bitartrate) : 500 µg	Inositol : 500 µg Bêta-carotène : 1,2 mg Autres caroténoïdes : 3,7 µg Vitamine A (palmitate de rétinol) : 150 µg Manganèse (sulfate) : 250 µg Folacine (acide folique) : 100 µg Biotine : 50 µg Cuivre (gluconate) : 25 µg Iode (iodure de potassium) : 22,5 µg Chrome (picolinate) : 5 µg Vitamine B12 (cyanocobalamine) : 3 µg Sélénium (L-sélénométhionine) : 2,5 µg Vitamine D2 (100 UI d'ergocalciférol) : 2,5 µg	✓	✓
<b>SOLGAR® Prénatal Nutrients Femme enceinte ou allaitante</b>	Comprimé	Calcium (carbonate, citrate) : 650 mg Magnésium (oxyde, citrate) : 225 mg Protéines de soja : 80 mg Vitamine C (acide L-ascorbique) : 50 mg Fer (bisglycinate) : 14 mg Iode (iodure de potassium) : 75 µg	Manganèse (gluconate, bisglycinate) : 0,5 mg Riboflavine (vitamine B2) : 1 mg Thiamine (vitamine B1, thiamine mononitrate) : 0,85 mg Biotine : 0,15 mg Cuivre (bisglycinate, gluconate) : 1 mg	✓	✗

		<p>Vitamine E (15 UI succinate de D-alpha-tocophéryle) : 10 mg</p> <p>Niacine (vitamine B3) : 10 mg</p> <p>Zinc (oxyde, bisglycinate) : 7,5 mg</p> <p>Acide pantothénique (D-Ca pantothénate) : 5 mg</p> <p>Inositol : 5 mg</p> <p>Choline (bitartrate) : 2 mg</p> <p>Vitamine B6 (pyridoxine HCl) : 1,25 mg</p>	<p>Bêta-carotène : 1,8 mg</p> <p>Autres caroténoïdes : 4,8 µg</p> <p>Folacine (acide folique) : 400 µg</p> <p>Chrome (picolinate, sans levure) : 12,5 µg</p> <p>Sélénium (L-sélénométhionine) : 12,5 µg</p> <p>Vitamine D (ergocalciférol 200 UI) : 5 µg</p> <p>Vitamine B12 (cyanocobalamine) : 4 µg</p>		
<p><b>SOLGAR® VM-Prime</b></p> <p><b>Adultes de plus de 50 ans</b></p>	Comprimé	<p>Vitamine C (acide L-ascorbique) : 125 mg</p> <p>Choline (bitartrate) : 100 mg</p> <p>Calcium (carbonate, bisglycinate) : 60 mg</p> <p>Magnésium (oxyde, bisglycinate) : 30 mg</p> <p>Vitamine E (45 UI, succinate de D-Alpha-tocophéryle) : 30 mg</p> <p>Vitamine B1 (thiamine mononitrate) : 12,5 mg</p> <p>Vitamine B5 (D-calcium pantothénate) : 12,5 mg</p> <p>Vitamine B3 (nicotinamide) : 12,5 mg</p> <p>Vitamine B2 (riboflavine) : 12,5 mg</p> <p>Inositol : 12,5 mg</p> <p>Bétaïne (chlorhydrate) : 12,5 mg</p> <p>Bioflavonoïdes d'agrumes : 12,5 mg</p>	<p>Zinc (bisglycinate) : 7,5 mg</p> <p>Vitamine B6 (chlorydrate de pyridoxine) : 5 mg</p> <p>Bêta-carotène naturel : 1,5 mg</p> <p>Manganèse (bisglycinate) : 1 mg</p> <p>Cuivre (bisglycinate) : 1000 µg</p> <p>Vitamine B9 (acide ptéroylmonoglutamique) : 200 µg</p> <p>Chrome (picolinate) : 100 µg</p> <p>Iode (iodure de potassium) : 75 µg</p> <p>Sélénium (L-sélénométhionine) : 50 µg</p> <p>Vitamine B12 (cyanocobalamine) : 50 µg</p> <p>Vitamine B8 (D-biotine) : 37,5 µg</p> <p>Vitamine D2 (200 UI, ergocalciférol) : 5 µg</p>	✓	✗

VITAMINE B12				
SOLGAR® Vitamine B12 500 µg	Gélule	Cyanocobalamine : 500 µg	✓	✗
SOLGAR® Vitamine B12 1000 µg	Gélule	Méthylcobalamine : 1000 µg	✓	✗
SOLGAR® Vitamine B12 liquide avec Vitamines B	Suspension buvable	Vitamine B5 (dexpanthénol) : 15 mg Vitamine B3 (nicotinamide) : 10 mg Vitamine B6 (pyridoxine HCl) : 5 mg Vitamine B2 (riboflavine 5-phosphate sodium) : 2 mg Vitamine B1 (thiamine HCl) : 2 mg Vitamine B12 (cyanocobalamine) : 1000 µg Vitamine B8 (D-Biotine) : 150 µg Vitamine B9 (acide ptéroylmonoglutamique) : 100 µg	✓	✗
VITAMINE D				
SOLGAR® Vitamine D3 vegan	Capsule	Vitamine D3 extraite de lichen : 1000 UI	✓	✗
PILEJE® D3 Biane Spray 1000 UI	Spray sublingual	Vitamine D3 issue du lichen des rennes : 1000 UI	✓	✓
FORTE PHARMA® Vitamine D3	Compte goutte	Vitamine D3 issue de microalgues : 1000 UI	✓	✓
BIOCYTE® Vitamine D3 Bio	Comprimé	Vitamine D3 extrait du lichen : 25µg	✓	✗
SANTE VERTE® Vit D3	Spray buccal	Vitamine D3 extraite de lichen : 1000 UI	✓	✓
GRANIONS® Vitamine D3 végétale	Compte goutte	Vitamine D3 extraite de lichen : 200 UI	✓	✓
	Spray buccal	Vitamine D3 extraite de lichen : 500 UI	✓	✓
	Comprimé à croquer quadrisécable	Vitamine D3 extraite de lichen : 2000 UI	✓	✓
CALCIUM				
SOLGAR® Calcium Magnésium plus Zinc	Comprimé	Calcium (carbonate, gluconate, citrate) : 1000 mg Magnésium (oxide, citrate, gluconate) : 400 mg Zinc (gluconate) : 15 mg	✓	✗

FER				
SOLGAR® Gentle Iron	Gélule	Fer (Bisglycinate de fer) : 25 mg	✓	✗
PILEJE® Feminabiane Fer	Gélule	Fer (Guanylor® fer cuivre) : 14 mg	✓	✗
NAT&FORM® Fer liposomal	Gélule	Fer liposomal : 560 mg (dont fer 14 mg) Vitamine C : 80 mg Vitamine B9 : 200 µg Vitamine B12 : 25 µg	✓	✗
BIOCYTE® Fe Fer liposomal	Gélule	Fer micro-encapsulé donc fer : 14 mg Vitamine C : 80 mg Vitamine B12 (cyanocobalamine) : 1,25 µg	✓	✗
GRANIONS® Fer	Gélule	Fer (Bisglycinate de fer) : 14 mg Vitamine B9 (acide folique) : 200 µg Vitamine B12 (cyanocobalamine) : 2.5 µg Vitamine B2 (riboflavine) : 14 mg	✓	✗
NHCO® Fer	Gélule	Zinc (Bisglycinate de zinc) : 14 mg	✓	✗
NUTERGIA® Oligomax Fer	Suspension buvable	Fer (Gluconate de fer) : 10 mg	✓	✓
ZINC				
SOLGAR® Zinc Picolinate	Comprimé	Zinc (Picolinate de zinc) : 22 mg	✓	
PILEJE® Forzinc	Comprimé	Zinc (Hypro-ri®Zinc) : 15 mg	✓	✗
NAT&FORM® Zinc liposomal	Gélule	Zinc liposomal : 45 mg dont zinc : 15 mg	✓	✗
BIOCYTE® Zn Zinc liposomal	Gélule	Zinc mico-encapsulé dont zinc : 15 mg	✓	✗
GRANIONS® Zinc	Gélule	Zinc (Bisglycinate de zinc) : 15 mg	✓	✗
NHCO® Zinc	Gélule	Zinc (Bisglycinate de zinc) : 15 mg	✓	✗
NUTERGIA® Oligomax Zinc	Suspension buvable	Zinc (Gluconate de zinc) : 5 mg	✓	> 10 ans



<b>IODE (extrait d'algues)</b>				
<b>NUTERGIA® Oligomax iode</b>	Suspension buvable	Iode (Iodure de potassium) : 150 µg Sélénium (Sélénite de sodium) : 14 µg	✓	✗
<b>ARKOGELULES® Fucus</b>	Gélule	75 µg	✓	
<b>SOLGAR® kelp</b>	Comprimé	Iode extrait de Kelp : 200 µg	✓	
<b>SELENIUM</b>				
<b>SOLGAR® Sélénium</b>	Comprimé	L-sélénométhionine : 100 µg	✓	✗
<b>GRANIONS® Sélénium</b>	Ampoule	Sélénium (sélénite de sodium) : 150 µg	✓	✗
	Gélule	Sélénium (levure enrichie) : 55 µg	✓	✗
<b>NUTERGIA® Oligomax Sélénium</b>	Suspension buvable	Sélénium (Sélénite de sodium) : 50 µg		

## VI. FICHES D'AIDE AU CONSEIL A DESTINATION DU PROFESSIONNEL DE SANTE

### LA PRISE EN CHARGE DU VÉGÉTARIEN A L'OFFICINE

#### Définitions

	Viande	Volaille	Poisson	Œufs	Produits laitiers	Miel, gélatine, ...
<b>Flexitarisme</b>	✓*	✓*	✓*	✓*	✓*	✓*
<b>Ovo-lacto-végétarisme</b>	X	X	X	✓	✓	✓
<b>Lacto-végétarisme</b>	X	X	X	X	✓	✓
<b>Ovo-végétarisme</b>	X	X	X	✓	X	✓
<b>Pesco-végétarisme</b>	X	X	✓	✓	✓	✓
<b>Végétalisme</b>	X	X	X	X	X	X

\* Alimentation principalement végétarienne mais s'autorise des « écarts » lors de certaines occasions

#### Pyramide alimentaire à base d'aliments végétaux



Source : Delbrouck J. - Le patient végétalien : Prise en charge à l'officine et conseils associés

# LA PRISE EN CHARGE DU VÉGÉTARIEN A L'OFFICINE

## Les nutriments à risque : les macronutriments

### OMEGA-3



Fonction plaquettaire, réponse immunitaire, hormonale, système nerveux, ...

Dosage peu pertinent : coûteux et non remboursé, intérêt clinique non démontré

Huiles	ALA (g/100 g)	Oléagineux	ALA (g/100 g)
Lin	54 – 58 g	Graines de chanvre	17
Noix	12	Graines de lin	17 – 21
Colza	7,5	Graines de chia	18
Soja, germe de blé	7	Noix	7,5

± Supplémentation :  
huile de microalgues

- ✓ Privilégier un bon rapport omega6/omega3 pour favoriser une bonne conversion de l'ALA en DHA et EPA
- ✓ Limiter les huiles de graines riches en oméga-6 et les huiles tropicales (huiles de coco, de palme et de palmiste) riches en les graisses saturées
- ✓ Conseils : ne pas faire chauffer les huiles, conservation à l'abri de l'air et de la lumière

### PROTÉINES



Rôle structural : muscles, peau, os, ...

Rôle fonctionnel : enzymes, hormones, récepteurs, immunoglobulines, ...

Une alimentation végétarienne bien conduite n'entraîne pas de carence en protéines. En cas de signes cliniques évocateurs d'une dénutrition => albuminémie ou pré-albuminémie

Céréales et assimilé	g / 100 g cuit	Légumineuses	g / 100 g cuit	Oléagineux	g / 100 g cru
Seitan	20,6	Tofu lactofermenté	21	Graines de courges	35,6
Pain	8,6 - 12,1	Tempeh	18	Arachides	26,1
Pâtes	4 - 4,9	Steak de soja	17	Lin	23,9
Quinoa	5	Tofu (fumé ou nature)	14,7-16,4	Amandes avec peau	22,6
Riz sauvage	4	Lentilles corail	10,6	Sésame	20,8
Riz complet	3,4	Lentilles vertes	10,1	Noix de cajou	20,5
Riz blanc	2,9	Haricots rouges	9,6	Pavot	19,7
Flocons d'avoine	2,7	Pois cassés	8,6	Chia	19,5
Orge	2,3	Pois chiches	8,3	Noisettes	17
		Haricots blancs	6,75	Cerneaux de noix	15,7
		Flageolets	6,75	Noix de macadamia	9,3
		Petits pois	6,38		
		Tofu soyeux	5		

#### Amélioration de la digestibilité :

- ✓ Cuisson des légumineuses, céréales, pommes de terre et les tomates : inactivation des inhibiteurs des enzymes digestives protéolytiques
- ✓ Germination des graines : production d'enzymes qui réduisent les phytates
- ✓ Fermentation des produits végétaux peut également améliorer la digestibilité.

Source : Delbrouck J. - Le patient végétalien : Prise en charge à l'officine et conseils associés

# LA PRISE EN CHARGE DU VÉGÉTARIEN A L'OFFICINE

## Les nutriments à risque : les vitamines

### VITAMINE B12

Système nerveux, synthèse d'ADN, érythropoïèse, ...

Absente des aliments végétaux => **Supplémentation obligatoire !!**

Indication d'un bilan biologique selon la complémentation et la symptomatologie :

	Asymptomatique	Symptomatique
Complémentée	- Pas d'indication à un bilan biologique - Pas d'indication à une cure d'attaque - Complémentation à poursuivre	- Indication à un bilan biologique - Cure d'attaque selon le bilan - Complémentation à revoir ou diagnostic différentiel à envisager si carence avérée
Non complétementée	- Potentielle indication à un bilan biologique - Cure d'attaque selon le bilan ou si absence de complémentation > 3 ans - Complémentation à débiter	- Indication à un bilan biologique et/ou une cure d'attaque d'emblée - Complémentation à débiter après la cure d'attaque

 **Détection d'une carence : vitamine B12 sérique**

**Détection d'une hypovitaminose : dosage sérique ou urinaire de l'acide méthylmalonique**, notamment si vitamine B12 sérique en zone grise (150-300 pmol/L : taux de faux négatifs important)

Cure d'attaque :

- 1000 µg par jour pendant 2 mois
- 2000 µg tous les 2 jours pendant 2 mois
- 2000 µg par jour pendant 1 mois
- 5000 µg tous les 5 jours pendant 2 mois
- 5000 µg par jour pendant 12 jours (50)

Recommandations :

Dosage	Posologie
3 µg	En deux ou trois repas par jour
25 µg	Une fois par jour
2000 µg	Une fois par semaine
5000 µg	Une fois toutes les deux semaines

### VITAMINE D

Santé osseuse et musculaire, transmission nerveuse, système immunitaire, ...

 **Dosage possible de la 25-OH-vitamine D**

- ✓ S'exposer 15 – 30 min au soleil : favorise la synthèse endogène
- ✓ Couvrir ses apports recommandés en lipides : la vitamine D est liposoluble

± Supplémentation

# LA PRISE EN CHARGE DU VÉGÉTARIEN A L'OFFICINE

## Les nutriments à risque : les minéraux

### CALCIUM



Santé osseuse, transmission nerveuse, fonction musculaire, fonction plaquettaire, système immunitaire, fonction enzymatique, ...

🔍 Possible bilan phospho-calcique (calcium, phosphore, albuminémie, 25-OH vitamine D, PTH) : déficit d'apport possible sur calcémie et vitamine D normales avec une augmentation de la PTH

Aliments	Teneur en calcium
Tofu, tempeh	80 mg / 100 g
Lait végétal enrichi	120 mg / 100 mL
Yaourt végétal enrichi	120 mg / 100 g
Haricot vert	111 mg / 200 g
Persil frais	95 mg / 50 g (frais)
Amandes	80 mg / 30 g
Tahini	128 mg / 2 càs (30 mL)
Figues sèches	167 mg / 100 g
Brocoli cuit	86 mg / 200 g
Petit pois cuits	66 mg / 200 g
Carottes cuites	63 mg / 200 g

Eau	Calcium (mg/L)
Courmayeur	565
Hépar	549
Contrex	468
Rozana	301
Vittel	240
Quézac	170
Salvétat	150

- ✓ Favoriser la santé osseuse : Apport suffisant en vitamine D + activité physique régulière
- ✓ Limiter la teneur en oxalates par la cuisson à l'eau

### FER



Transport de l'oxygène, fonction immunitaire, cognition, ...

🔍 Dosage si doute sur un régime équilibré ou de symptomatologie évocatrice : ferritinémie, NFS, CRP

Aliment	mg / 100 g	Aliment	mg / 100 g
Sésame, graine	14,6	Amande (avec peau)	3
Lin, graine	10,2	Noisette	2,8
Tomate séchée	9,09	Noix de pécan	2,57
Courges, graine	8,82	Noix du Brésil	2,47
Chia, graine séchée	7,72	Tofu nature et cru	2,4
Tahini	6,69	Noix, séchée cerneaux	2,2
Lin brun, graine	5,7	Épinards cuits	2,14
Tournesol, graine	4,9	Noix, fraîche	2,1
Pignon de pin	4,6	Pois mange-tout	2,08
Lupins en graines	4,36	Beurre de cacahuète	1,92
Flocons d'avoine	4,05	Cacahuète ou arachide	1,6
Noix de macadamia	3,69	Lentilles & haricots secs cuits	1,5 – 3
Épinards crus	3,61	Quinoa cuit	1,49
Noix de coco, amande sèche	3,46	Roquette crue	1,46
Amande blanchie	3,28	Abricots secs	1,4

Favoriser l'absorption du fer :

- ✓ Consommez des aliments riches en vitamine C dans le même repas ou dans l'heure qui suit
- ✓ Éviter de consommer du thé dans le même repas ou dans l'heure qui suit
- ✓ La cuisson, fermentation, germination des aliments réduit la teneur en acide phytique.

Source : Delbrouck J. - Le patient végétalien : Prise en charge à l'officine et conseils associés

# LA PRISE EN CHARGE DU VÉGÉTARIEN A L'OFFICINE

## Les nutriments à risque

### ZINC



Cicatrisation, vision, goût, fonction immunitaire, fonction hormonale, fonction cérébrale, ...

🔍 Si signes cliniques de carence (trouble du développement, perte de goût) : **dosage sérique du zinc**

Légumineuses cuites	mg / 100 g	Céréales cuites	mg / 100 g
Lentilles corail	1,3	Boullgour de blé	2,48
Lentilles vertes	1,25	Riz sauvage	1,34
Haricots blancs	1,12	Quinoa	1,09
Lentilles blondes	1,1	Flocons d'avoine (porridge)	1
Pois chiches	1,1	Riz rouge	1

Noix et graines	mg / 100 g		
Graines de courges	7,81	Beurre de cacahuètes	2,76
Sésame	7,24	Noix séchée en cerneaux	2,7
Lin	6,05	Noisettes	2,25
Pignons de pin	5,6	Légumes cuits	mg / 100 g
Lin brun	5,1	Cœur de palmier	1,15
Tahini	4,62	Petits pois	0,8
Noix de pécan	4,61	Épinards	0,65
Chia	4,58	Maïs doux en épis	0,62
Noix du Brésil	4,13	Champignons de Paris	0,57
Tournesol	3,8	Pousses de bambou	0,56
Cacahuète ou Arachide	3	Asperges	0,42
Amande (avec peau)	2,85	Légumes crus	mg / 100 g
Cacahuètes grillées	2,77	Épinards	0,82
		Scarole	0,79

Améliorer la biodisponibilité du zinc :

- ✓ Le trempage, la germination, la fermentation et la cuisson : diminue la teneur en phytates
- ✓ Consommez des aliments riches en vitamine C dans le même repas ou dans l'heure qui suit

### IODE



Fonction thyroïdienne, métabolisme, développement neurologique, ...

🔍 Si suspicion d'apport insuffisant ou hypothyroïdie : dosage de la **TSH ± iodurie** (permet d'évaluer les apports en iode, à réaliser à distance d'une consommation d'algues)

Sel iodé : 130 µg/7g de sel

± Supplémentation

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

- ✓ Améliorer la biodisponibilité de l'iode : limiter la consommation d'aliments goitrogènes avec des aliments riches en iode

Source : Delbrouck J. - Le patient végétalien : Prise en charge à l'officine et conseils associés

## LA PRISE EN CHARGE DU VÉGÉTARIEN A L'OFFICINE

### Les besoins : l'adulte végétalien

Une alimentation végétalienne variée et diversifiée peut subvenir aux besoins d'un adulte. Elle doit toutefois être complétée en vitamine B12.

	Besoins	Commentaires
LIPIDES	DHA : 250 mg EPA : 250 mg	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ DHA et EPA (série oméga-3) sont synthétisés dans l'organisme à partir de l'ALA =&gt; <b>Augmenter l'apport en ALA avec un apport conseillé de 2 – 4 g/j</b></li> <li>✓ Atteindre un ratio oméga 6/ oméga 3 autour de 4 / 1</li> <li>✓ Supplémentation en DHA issu de microalgues conseillée</li> </ul>
PROTÉINES	1 – 1,5 g/kg/j	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Les céréales sont déficitaires en lysine et les légumineuses sont déficitaires en cystéine et méthionine</li> <li>✓ <b>Diversifier les différentes sources de protéines sur quelques jours</b> afin d'assurer un apport optimal de tous les acides aminés essentiels</li> </ul>
VITAMINE B12	Voir fiche « Vitamine B12 »	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Totalement absente des végétaux =&gt; <b>supplémentation obligatoire</b></li> </ul>
VITAMINE D	15 - 25 µg/j (600 - 1 000 UI/j)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Deux types de vitamine D : D3 (cholécalférol) d'origine animale et D2 (ergocalciférol) d'origine végétale</li> <li>✓ La vitamine D alimentaire est quasiment absente des aliments végétaliens</li> <li>✓ la D2 et la D3 semblent avoir une efficacité équivalente à faible dose, mais à forte dose, la D2 serait moins efficace que la D3</li> <li>✓ <b>Supplémentation recommandée</b> si exposition au soleil insuffisante</li> </ul>
CALCIUM	1200 - 1500 mg/j	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Privilégier les légumes crucifères, faibles en oxalates, pour un apport élevé en calcium</li> <li>✓ La cuisson vapeur et à l'eau réduisent la teneur en oxalates</li> <li>✓ Consommer des eaux minérales riches en calcium</li> <li>✓ Assurer les apports en vitamine D</li> <li>✓ Supplémentation rarement nécessaire</li> </ul>
FER	H : 14 mg/j F : 33 mg/j	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Consommer des aliments riches en fer avec des aliments riches en <b>vitamine C</b> et autres acides organiques</li> <li>✓ Consommer les aliments riches en fer à <b>distance du thé ou café</b> (tanins)</li> <li>✓ Supplémentation en cas de carence avérée</li> </ul>
ZINC	H : 16,5 mg/j F : 12 mg/j	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Consommer des aliments riches en zinc avec des aliments riches en <b>vitamine C</b> et autres acides organiques</li> <li>✓ La <b>cuisson, le trempage, la germination ou la fermentation</b> réduisent la teneur en phytates des aliments et augmente la biodisponibilité du zinc</li> <li>✓ Supplémentation en cas de carence avérée</li> </ul>
IODE	150 µg/j	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Le sel iodé seul ne couvre pas les besoins en iode</li> <li>✓ Les algues ont des teneurs variables en iode</li> <li>✓ <b>Supplémentation recommandée</b> si consommation faible d'algues et sel</li> </ul>

Source : Delbrouck J. - Le patient végétalien : Prise en charge à l'officine et conseils associés

## LA PRISE EN CHARGE DU VÉGÉTARIEN A L'OFFICINE

### Les besoins : la femme enceinte et allaitante végétalienne

Un régime végétalien peut être poursuivi au cours de la grossesse et ne présente pas de risques pour la maman ou le fœtus s'il est bien mené et équilibré.

L'allaitement est recommandé jusqu'au 6<sup>e</sup> mois post-partum minimum et jusqu'à 2 ans selon la demande. Lorsque l'alimentation de la femme allaitante est optimale, le lait maternel est adéquat sur le plan nutritionnel afin de soutenir la croissance et le développement du nourrisson.

	Besoins	Commentaires
LIPIDES	DHA : 250 mg EPA : 250 mg	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Augmenter l'apport en ALA</li> <li>✓ Atteindre un ratio omega 6/ omega 3 autour de 4 / 1</li> <li>✓ 2 portions quotidiennes d'aliments riches en oméga-3 afin de répondre aux besoins</li> <li>✓ <b>Supplémentation recommandée</b> en DHA à raison de <b>100 à 200 mg /jour</b></li> </ul>
PROTÉINES	1,1-1,2 g/kg/j	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Augmenter les apports en légumineuses et céréales</li> <li>✓ <b>Diversifier les différentes sources de protéines sur quelques jours</b> afin d'assurer un apport optimal de tous les acides aminés essentiels</li> </ul>
VITAMINE B12	Voir fiche «Vitamine B12 »	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Totalement absente des végétaux =&gt; <b>supplémentation obligatoire</b></li> </ul>
VITAMINE D	15 - 25 µg/j (600 - 1 000 UI/j)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Deux types de vitamine D : D3 (cholécalférol) d'origine animale et D2 (ergocalciférol) d'origine végétale</li> <li>✓ La vitamine D alimentaire est quasiment absente des aliments végétaliens</li> <li>✓ la D2 et la D3 semblent avoir une efficacité équivalente à faible dose, mais à forte dose, la D2 serait moins efficace que la D3</li> <li>✓ <b>Supplémentation recommandée</b> si exposition au soleil insuffisante</li> </ul>
CALCIUM	1200 - 1500 mg/j	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Privilégier les légumes crucifères, faibles en oxalates, pour un apport élevé en calcium</li> <li>✓ La cuisson vapeur et à l'eau réduisent la teneur en oxalates</li> <li>✓ Consommer des eaux minérales riches en calcium</li> <li>✓ Assurer les apports en vitamine D</li> <li>✓ Supplémentation rarement nécessaire</li> </ul>
FER	33 mg/j	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Au 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> trimestres de la grossesse, il y a une augmentation du volume sanguin maternel et du transport du fer vers le placenta et le fœtus, ce qui entraîne un besoin accru en fer</li> <li>✓ Consommer des aliments riches en fer avec des aliments riches en <b>vitamine C</b> et autres acides organiques</li> <li>✓ Consommer les aliments riches en fer à <b>distance du thé ou café</b> (tanins)</li> <li>✓ Supplémentation en cas de carence avérée</li> </ul>
ZINC	15 - 20 mg/j	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Consommer des aliments riches en zinc avec des aliments riches en <b>vitamine C</b> et autres acides organiques</li> <li>✓ La <b>cuisson, le trempage, la germination ou la fermentation</b> réduisent la teneur en phytates des aliments et augmente la biodisponibilité du zinc</li> <li>✓ Supplémentation en cas de carence avérée</li> </ul>
IODE	200 µg/j	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Le <b>sel iodé</b> seul ne couvre pas les besoins en iode</li> <li>✓ Les algues ont des teneurs variables en iode</li> <li>✓ <b>Supplémentation recommandée</b> si consommation faible d'algues et sel</li> </ul>

Source : Delbrouck J. - Le patient végétalien : Prise en charge à l'officine et conseils associés



## LA PRISE EN CHARGE DU VÉGÉTARIEN A L'OFFICINE

### Les besoins : la femme enceinte et allaitante végétalienne

Mises en garde : L'ANSES souligne l'importance de ne pas cumuler les sources de vitamines et minéraux sans suivi biologique régulier

#### Supplémentation au cours de la grossesse et l'allaitement

Nutriment	Dosage	Commentaire
Acide folique	400 µg/j	<b>Systématique *</b>
Vitamine D	800 – 1000 UI/j	Conseillé
Calcium	0 - 1000 mg/j	
Fer	0 - 30 mg/j	Conseillé
Iode	100 - 200 µg/j	Conseillé
DHA	0 – 250 mg/j	Conseillé
Vitamine B12	Voir fiche « Vitamine B12 »	<b>Systématique</b>

\* A débiter 1 mois avant la conception et poursuivi durant le 1<sup>er</sup> trimestre

#### Compléments alimentaires adaptés à la grossesse et l'allaitement

Nom commercial	Grossesse	Allaitement	Végétalien
SOLGAR® Prénatal nutriments	✓	✓	✓
VEG 1	✓	✓	✓
VEGGIEPHARM® VJ-Pharm Grossesse	✓	Possible	✓
SYNERGIA® Sérénité grossesse	✓	✓	X**
MATERNOV® Maternov supplémentation grossesse	✓	Possible	X**
NUTERGIA® Ergynatal	✓	✓	X**
PILEJE® Feminabiane conception	✓	✓	X**
IPRAD® Gestarelle G3+ grossesse	✓	✓	X**
EFFIK® Gynefam supra grossesse	✓	X	X**
EFFIK® Gynefam supra allaitement	X	✓	X**
LERO® Nataliance	✓	✓	X**
CCD® Oligobs grossesse	✓	X	X**
CCD® Oligobs allaitement	X	✓	X**

\*\* Contiennent de la gélatine bovine ou de poisson, du cholecalciférol d'origine animale, huile de poisson

# LA PRISE EN CHARGE DU VÉGÉTARIEN A L'OFFICINE

## Les besoins : le nourrisson végétalien

Plusieurs études ont montré que les régimes végétariens, y compris végétaliens, qui sont nutritionnellement adéquats sont appropriés pour une utilisation pendant la petite enfance, l'enfance et l'adolescence et favorisent une croissance normale.

### ALLAITEMENT EXCLUSIF



L'allaitement maternel exclusif est recommandé pendant les 6 premiers mois après la naissance Et il est recommandé que l'allaitement se poursuive jusqu'à l'âge de 12 mois au moins.

🔍 Des études ont montré que le lait des mères végétariennes est nutritionnellement adéquat et permet une croissance normale au cours des 6 premiers mois de la vie.

### LAITS INFANTILES



Si l'allaitement exclusif n'est pas possible, des préparations pour nourrissons à base de protéines végétales sont une bonne alternative.

🔍 Des laits infantiles à base de protéines de riz enrichis notamment en lysine, en thréonine et en tryptophane ou des préparations pour nourrissons à base de soja enrichis en méthionine après 6 mois permettent à l'enfant de grandir de la même manière que les enfants recevant une préparation pour nourrissons à base de protéines de lait de vache.

⚠️ **Proscrire les boissons végétales inadaptées (qu'elles soient à base de soja, de céréales, d'oléagineux, etc.)**

## SUPPLÉMENTATION CHEZ LE NOURRISSON

✓ **VITAMINE D** : Tous les nourrissons, végétaliens ou non, devraient compléter 400 - 2000 UI/jour de vitamine D tout au long de leur première année de vie pour prévenir le rachitisme et les carences en vitamine D plus tard dans la vie.

✓ **VITAMINE B12** : Supplémentation si statut maternel insuffisant, nourrissons qui ne sont plus allaités ou ne reçoivent plus de préparations pour nourrissons

Vitamine D	
Age	Doses recommandées
Nourrissons allaités	1000 – 1200 UI/jour
Enfants < 18 mois nourris par préparations pour nourrissons enrichis	600 – 800 UI/jour
Enfants < 18 mois nourris par préparations pour nourrissons non enrichis	1000 – 1200 UI/jour

### La vitamine B12 chez les nourrissons de moins de 6 mois

En cas d'allaitement maternel :

Pas de complémentation nécessaire si la mère est complétementée.

En cas d'allaitement artificiel :

Pas de complémentation nécessaire car les apports en vitamine B12 sont suffisants via les préparations infantiles.

Source : Delbrouck J. - Le patient végétalien : Prise en charge à l'officine et conseils associés

## LA PRISE EN CHARGE DU VÉGÉTARIEN A L'OFFICINE

### Les besoins : de la diversification à l'adolescent végétalien

Plusieurs études ont montré que les régimes végétariens, y compris végétaliens, qui sont nutritionnellement adéquats sont appropriés pour une utilisation pendant la petite enfance, l'enfance et l'adolescence et favorisent une croissance normale.

De manière générale, l'apport en nutriments est suffisant chez les enfants végétaliens afin de satisfaire les besoins. Toutefois une attention particulière devrait être portée sur :

- ✓ **LIPIDES** : Privilégier un ratio omega 6 / omega 3 satisfaisant afin d'assurer un apport suffisant en DHA : consommer 1 à 2 portions d'aliments riches en omega 3, notamment via les huiles végétales
- ✓ **PROTEINES** : Diversifier un maximum les sources de protéines
- ✓ **FER** : Consommer des aliments riches en fer avec des aliments riches en vitamine C (par exemple quelques gouttes de jus de citron) dès la diversification
- ✓ **ZINC** : Consommer des aliments riches en zinc, limiter la teneur en fibres lors des repas riches en zinc
- ✓ **CALCIUM** : Consommer 3 portions d'aliments riches en calcium et pauvres en oxalates par jour ; boire des eaux riches en calcium
- ✓ **IODE** : Dès 12 mois, veiller à introduire du sel iodé à raison de 2 à 5 g aux repas

#### La supplémentation recommandée:

- **VITAMINE D** : 2 prises unitaires de 80 000 – 100 000 UI en hiver Ou 1 prise unitaire de 200 000 UI en hiver
- **IODE** : supplémentation selon l'apport en iode notamment via le sel iodé
- **VITAMINE B12** : supplémentation obligatoire

Doses de vitamine B12 conseillées	De 6 à 24 mois	De 2 à 12 ans	12 ans et plus
Trois fois par jour	0,25 µg	0,5 µg	1 µg
Une fois par jour	2,50 – 5,0 µg	5,0 – 12,5 µg	10 – 25 µg
Une fois par semaine	500 µg	1000 µg	2000 µg
Deux fois par mois	1000 µg	2000 µg	5000 µg
Dose d'attaque (puis dose d'entretien)	250 µg/jour pendant 1 mois	500 µg/jour pendant 1 mois	1000 µg/j pendant 1 mois, puis 1000µg / semaine pendant 1 mois

- ± **DHA** : 70 mg de 6 mois à 3 ans ; 125 mg de 3 à 9 ans ; 250 mg au-delà de 9 ans
- ± **CALCIUM** : doses selon les apports alimentaires

## LA PRISE EN CHARGE DU VÉGÉTARIEN A L'OFFICINE

### Les besoins : le sportif végétalien

Besoins	Commentaires
<b>LIPIDES</b> 1 à 1,5 g/kg/j DHA : 250 mg EPA : 250 mg	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ DHA et EPA (série oméga-3) sont synthétisés dans l'organisme à partir de l'ALA =&gt; <b>Augmenter l'apport en ALA avec un apport conseillé de 2 – 4 g/j</b></li> <li>✓ Atteindre un ratio oméga 6/ oméga 3 autour de 4 / 1</li> <li>✓ Supplémentation en DHA issu de microalgues conseillée</li> </ul>
<b>PROTÉINES</b> 1,5 à 2 g/kg/j	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Augmentation des apports</b> pour favoriser la récupération, l'adaptation à l'effort et l'anabolisme</li> <li>✓ Les céréales sont déficitaires en lysine et les légumineuses sont déficitaires en cystéine et méthionine</li> <li>✓ <b>Diversifier les différentes sources de protéines sur quelques jours</b> afin d'assurer un apport optimal de tous les acides aminés essentiels</li> <li>✓ Porter une attention particulière sur les <b>BCAA</b> (leucine, de l'isoleucine et de la valine) qui composent près d'1/3 des acides aminés au niveau musculaire</li> <li>✓ <b>Supplémentation possible</b> en protéines en poudre végétalienne</li> </ul>
<b>VITAMINE B12</b> Voir fiche «Vitamine B12 »	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Totalement absente des végétaux =&gt; <b>supplémentation obligatoire</b></li> </ul>
<b>VITAMINE D</b> 15 - 25 µg/j (600 - 1 000 UI/j)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Deux types de vitamine D : D3 (cholécalférol) d'origine animale et D2 (ergocalciférol) d'origine végétale</li> <li>✓ La vitamine D alimentaire est quasiment absente des aliments végétaliens</li> <li>✓ la D2 et la D3 semblent avoir une efficacité équivalente à faible dose, mais à forte dose, la D2 serait moins efficace que la D3</li> <li>✓ <b>Supplémentation recommandée</b> si exposition au soleil insuffisante</li> </ul>
<b>CALCIUM</b> 1200 - 1500 mg/j	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Privilégier les légumes crucifères, faibles en oxalates, pour un apport élevé en calcium</li> <li>✓ La cuisson vapeur et à l'eau réduisent la teneur en oxalates</li> <li>✓ Consommer des eaux minérales riches en calcium</li> <li>✓ Assurer les apports en vitamine D</li> <li>✓ Supplémentation rarement nécessaire</li> </ul>
<b>FER</b> H : 14 mg/j F : 33 mg/j	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Consommer des aliments riches en fer avec des aliments riches en <b>vitamine C</b> et autres acides organiques</li> <li>✓ Consommer les aliments riches en fer à <b>distance du thé ou café</b> (tanins)</li> <li>✓ Supplémentation en cas de carence avérée</li> </ul>
<b>ZINC</b> H : 16,5 mg/j F : 12 mg/j	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Consommer des aliments riches en zinc avec des aliments riches en <b>vitamine C</b> et autres acides organiques</li> <li>✓ La <b>cuisson, le trempage, la germination ou la fermentation</b> réduisent la teneur en phytates des aliments et augmente la biodisponibilité du zinc</li> <li>✓ Supplémentation en cas de carence avérée</li> </ul>
<b>IODE</b> 150 µg/j	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Le sel iodé seul ne couvre pas les besoins en iode</li> <li>✓ Les algues ont des teneurs variables en iode</li> <li>✓ <b>Supplémentation recommandée</b> si consommation faible d'algues et sel</li> </ul>

#### ± Supplémentation en :

- **Créatine** : amélioration des performances physiques, de l'hypertrophie musculaire et de la force maximale
- **β-alanine** : amélioration des performances d'exercice à haute intensité en tamponnant l'excès de protons, piégeant les radicaux libres, chélatant métaux de transition et en réduisant la fatigue
- **Taurine** : contre-balance l'inhibition d'absorption de taurine par la β-alanine

Source : Delbrouck J. - Le patient végétalien : Prise en charge à l'officine et conseils associés

## LA PRISE EN CHARGE DU VÉGÉTARIEN A L'OFFICINE

### Les besoins : le senior végétalien

	Besoins	Commentaires
LIPIDES	DHA : 200 mg	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ DHA et EPA (série oméga-3) sont synthétisés dans l'organisme à partir de l'ALA =&gt; <b>Augmenter l'apport en ALA avec un apport conseillé de 2 – 4 g/j</b></li> <li>✓ Atteindre un ratio oméga 6/ oméga 3 autour de 4 / 1</li> <li>✓ Supplémentation en DHA issu de microalgues conseillée</li> </ul>
PROTÉINES	1 - 2 g/kg/j	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Les céréales sont déficitaires en lysine et les légumineuses sont déficitaires en cystéine et méthionine</li> <li>✓ <b>Diversifier les différentes sources de protéines sur quelques jours</b> afin d'assurer un apport optimal de tous les acides aminés essentiels</li> </ul>
VITAMINE B12	Voir fiche «Vitamine B12 »	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Totalement absente des végétaux =&gt; <b>supplémentation obligatoire</b></li> </ul>
VITAMINE D	1500 UI/j	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Deux types de vitamine D : D3 (cholécalférol) d'origine animale et D2 (ergocalciferol) d'origine végétale</li> <li>✓ La vitamine D alimentaire est quasiment absente des aliments végétaliens</li> <li>✓ la D2 et la D3 semblent avoir une efficacité équivalente à faible dose, mais à forte dose, la D2 serait moins efficace que la D3</li> <li>✓ <b>Supplémentation recommandée</b> si exposition au soleil insuffisante</li> </ul>
CALCIUM	1200 mg/j	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Privilégier les légumes crucifères, faibles en oxalates, pour un apport élevé en calcium</li> <li>✓ La cuisson vapeur et à l'eau réduisent la teneur en oxalates</li> <li>✓ Consommer des eaux minérales riches en calcium</li> <li>✓ Assurer les apports en vitamine D</li> <li>✓ Supplémentation rarement nécessaire</li> </ul>
FER	H : 14 mg/j F : 33 mg/j	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Consommer des aliments riches en fer avec des aliments riches en <b>vitamine C</b> et autres acides organiques</li> <li>✓ Consommer les aliments riches en fer <b>à distance du thé ou café</b> (tanins)</li> <li>✓ Supplémentation en cas de carence avérée</li> </ul>
ZINC	H : 16,5 mg/j F : 12 mg/j	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Consommer des aliments riches en zinc avec des aliments riches en <b>vitamine C</b> et autres acides organiques</li> <li>✓ La <b>cuisson, le trempage, la germination ou la fermentation</b> réduisent la teneur en phytates des aliments et augmente la biodisponibilité du zinc</li> <li>✓ Supplémentation en cas de carence avérée</li> </ul>
IODE	150 µg/j	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Le sel iodé seul ne couvre pas les besoins en iode</li> <li>✓ Les algues ont des teneurs variables en iode</li> <li>✓ <b>Supplémentation recommandée</b> si consommation faible d'algues et sel</li> </ul>

### Particularités liées au vieillissement

- Veiller à un apport suffisant de **protéines** pour limiter la perte musculaire fréquente chez le sujet âgé
- Veiller à un apport suffisant en **calcium** et **vitamine D** en prévention de l'ostéoporose

# LA PRISE EN CHARGE DU VÉGÉTARIEN A L'OFFICINE

## La supplémentation médicamenteuse

Liste non exhaustive

Molécule	Médicament	Forme galénique	Dosage	Végétalien ?
<b>FER</b>				
<b>Sodium férédétate</b>	FERROSTRANE 0,68 %®	Sirop	34 mg/5ml	✓
<b>Fumarate ferreux</b>	FUMAFER®	Comprimé pelliculé	66 mg	✓
<b>Sulfate ferreux et acide ascorbique</b>	FERO-GRAD VITAMINE C®	Comprimé enrobé	500 mg	Contient du lactose
<b>Ascorbate ferreux</b>	ASCOFER®	Gélule	33 mg	Contient de la gélatine
<b>Sulfate ferreux</b>	TARDYFERON®	Comprimé enrobé	50 mg	✓
		Comprimé pelliculé	80 mg	✓
<b>Acide folique et sulfate ferreux</b>	TARDYFERON B9®	Comprimé pelliculé	0,35 mg / 50 mg	✓
<b>CALCIUM</b>				
<b>Carbonate de calcium</b>	OROCAL®	Comprimé à sucer	500 mg	✓
	CACIT®	Comprimé effervescent	1000 mg ou 500mg	✓
	CALCIDOSE®	Suspension buvable en sachet	500 mg	✓
	CALCIPRAT®	Comprimé à sucer	1g ; 750 mg ; 500 mg	Contient du lactose
	CALTRATE®	Comprimé pelliculé	600mg	
<b>Carbonate de calcium + cholécalficérol</b>	OROCAL VITAMINE D3®	Comprimé à sucer	500mg/200UI 500mg/400UI	La D3 est d'origine animale ¹ Contient de la Gélatine
		Comprimé à croquer	500mg/1000UI	
	DENSICAL VITAMINE D3®	Comprimé à croquer/sucer	500mg/400UI	
	CACIT VITAMINE D3®	Granulés effervescents en sachet ¹	1000mg/880UI	
		Comprimé à croquer/sucer	500mg/1000UI 500mg/440UI	
	CALCIDOSE VITAMINE D3®	Poudre pour solution buvable en sachet	500mg/400 UI 500mg/800 UI	
<b>ZINC</b>				
<b>Zinc gluconate</b>	GRANIONS DE ZINC®	Solution buvable en ampoule	15 mg/2ml	✓
	OLIGOSOL ZINC®	Solution buvable en ampoule	67,4 µg/2ml	✓
	RUBOZINC®	Gélule	15 mg	Contient de la gélatine et du lactose
	EFFIZINC®	Gélule	15 mg	Contient de la gélatine
<b>VITAMINE B9</b>				
<b>Acide folique</b>	SPECIAFOLDINE®	Comprimé	0,4 mg 5 mg	✓
<b>VITAMINE B12</b>				
<b>Cyanocobalamine</b>	DELAGRANGE®	Solution buvable	1.000 µg/2ml	✓
	GERDA®	Solution buvable	1.000 µg/4ml	✓
		Comprimé sécable	250 µg	Contient du lactose
<b>VITAMINE D</b>				
<b>Vitamine D3 cholécalficérol</b>	ADRIGYL®	Solution buvable en gouttes	10.000UI/ml	La D3 est d'origine animale ¹ Contient de la gélatine
	DEDROGYL®	Solution buvable en gouttes	15mg/100ml	
	ROCALTROL®	Capsule molle ¹	0,25µg	
	UVEDOSE®	Solution buvable	100.000UI/2ml	
	ZYMA D®	Solution buvable en goutte	10.000UI/ml	
		Solution buvable en ampoule	200.000/2ml 80.000UI/2ml	
<b>Vitamine D2 ergocalciférol</b>	STÉROGYL®	Solution buvable en ampoule	600.000UI/1,5ml	✓
		Solution buvable en gouttes	2.000.000/100ml	✓

Source : Delbrouck J. - Le patient végétalien : Prise en charge à l'officine et conseils associés

# LA PRISE EN CHARGE DU VÉGÉTARIEN A L'OFFICINE

## Les compléments alimentaires

Liste non exhaustive

CA	GALÉNIQUE	VGL	Enfant
<b>COMPLEXES MULTIVITAMINÉS</b>			
VEG1	Comprimé à croquer	✓	✓
ORFITO® Essentiel vegan	Comprimé à croquer	✓	X
SOLGAR® Solamins Multiminéraux	Comprimé	✓	X
VEGGIEPHARM® VJ-pharm provegane	Comprimé + capsule	✓	X
BIOCYTE® Multivit Bio	Comprimé	✓	X
<b>COMPLEXES VITAMINES ENFANTS</b>			
SOLGAR® Kangavites Multivitaminés & Minéraux	Comprimé à croquer	✓	✓
<b>COMPLEXES VITAMINES GROSSESSE ET ALLAITEMENT</b>			
SOLGAR® Prénatal Nutrients	Comprimé	✓	X
VEGGIEPHARM® VJ-pharm grossesse	Comprimé + capsule	✓	X
<b>COMPLEXES VITAMINES SENIORS</b>			
SOLGAR® VM-Prime Adultes de plus de 50 ans	Comprimé	✓	X
<b>VITAMINE B12</b>			
SOLGAR® Vitamine B12 500 µg	Gélule	✓	X
SOLGAR® Vitamine B12 1000 µg	Gélule	✓	X
SOLGAR® Vitamine B12 liquide avec Vitamines B	Suspension buvable	✓	X
<b>VITAMINE D</b>			
SOLGAR® Vitamine D3 vegan	Capsule	✓	X
PILEJE® D3 Biane Spray 1000 UI	Spray sublingual	✓	✓
FORTE PHARMA® Vitamine D3	Compte goutte	✓	✓
BIOCYTE® Vitamine D3 Bio	Comprimé	✓	X
SANTE VERTE® Vit D3	Spray buccal	✓	✓
GRANIONS® Vitamine D3 végétale	Goutte, Spray buccal, comprimé	✓	✓
<b>CALCIUM</b>			
SOLGAR® Calcium Magnésium plus Zinc	Comprimé	✓	X
<b>IODE (extrait d'algues)</b>			
NUTERGIA® Oligomax iode	Suspension buvable	✓	X
ARKOGELULES® Fucus	Gélule	✓	
SOLGAR® kelp	Comprimé	✓	
<b>FER</b>			
SOLGAR® Gentle Iron	Gélule	✓	X
PILEJE® Feminabiane Fer	Gélule	✓	X
NAT&FORM® Fer liposomal	Gélule	✓	X
BIOCYTE® Fe Fer liposomal	Gélule	✓	X
GRANIONS® Fer	Gélule	✓	X
NHCO® Fer	Gélule	✓	X
NUTERGIA® Oligomax Fer	Suspension buvable	✓	✓
<b>ZINC</b>			
SOLGAR® Zinc Picolinate	Comprimé	✓	
PILEJE® Forzinc	Comprimé	✓	X
NAT&FORM® Zinc liposomal	Gélule	✓	X
BIOCYTE® Zn Zinc liposomal	Gélule	✓	X
GRANIONS® Zinc	Gélule	✓	X
NHCO® Zinc	Gélule	✓	X
NUTERGIA® Oligomax Zinc	Suspension buvable	✓	> 10 ans
<b>SELENIUM</b>			
SOLGAR® Sélénium	Comprimé	✓	X
GRANIONS® Sélénium	Ampoule ou Gélule	✓	X

Source : Delbrouck J. - Le patient végétalien : Prise en charge à l'officine et conseils associés

## VII. CONCLUSION

Selon la littérature, les régimes végétariens et végétaliens peuvent subvenir aux besoins de la population, et ce, à tous les âges de la vie. Certains nutriments seront toutefois à surveiller, notamment la vitamine B12 qui nécessite une supplémentation systématique puisqu'absente des végétaux. D'autres nutriments, tels que la vitamine D, le calcium, le fer, l'iode, le zinc, les omega-3 et les protéines sont également à risque. Toutefois, les apports peuvent être suffisant lorsque le régime végétal est bien conduit, planifié et diversifié. Pour ces nutriments, la supplémentation n'est pas systématique et est à adapter selon les apports.

Afin de conseiller efficacement sur la mise en œuvre d'un régime végétarien ou végétalien, les professionnels de santé doivent avoir une connaissance adéquate sur les différents types de régimes végétaux ainsi que les nutriments à risque pour faciliter des recommandations saines.

Les fiches établies dans cette thèse ont pour vocation d'aider à la prise en charge, au suivi et au conseil des personnes végétaliennes. Elles permettent notamment d'avoir sous la main quelques points clés concernant les nutriments à risque, les besoins selon les âges et une liste non exhaustive des suppléments adaptés au régime végétalien.



## VIII. ANNEXES

*Annexe 1 : Doses journalières maximales autorisées selon l'Arrêté du 9 mai 2006 relatif aux nutriments pouvant être employés dans la fabrication des compléments alimentaires (59)*

<u>DOSES JOURNALIÈRES MAXIMALES</u>	
<b>1. Vitamines</b>	<b>2. Minéraux</b>
Vitamine A : 800 µg.	Calcium : 800 mg.
Vitamine D : 5 µg.	Magnésium : 300 mg.
Vitamine E : 30 mg (mg ET).	Fer : 14 mg.
Vitamine K : 25 µg.	Cuivre : 2 000 µg.
Vitamine B1 : 4,2 mg.	Iode : 150 µg.
Vitamine B2 : 4,8 mg.	Zinc : 15 mg.
Niacine :	Manganèse : 3,5 mg.
* Nicotinamide : 54 mg.	Sodium : quantum satis en fonction de la quantité apportée par les anions.
* Acide nicotinique : 8 mg (mg NE).	Potassium : 80 mg.
Acide pantothénique : 18 mg.	Sélénium : 50 µg.
Vitamine B6 : 2 mg.	Chrome : 25 µg.
Folates : 200 µg.	Molybdène : 150 µg.
Vitamine B12 : 3 µg.	Fluor : 0 mg.
Biotine : 450 µg.	Chlore : quantum satis en fonction de la quantité apportée par les cations.
Vitamine C : 180 mg.	Phosphore : 450 mg.

<b>SUBSTANCES VITAMINIQUES ET MINÉRALES POUVANT ÊTRE UTILISÉES POUR LA FABRICATION DE COMPLÉMENTS ALIMENTAIRES</b>	
<b>A. - Substances vitaminiques</b>	
1. Vitamine A	a) Rétinol. b) Acétate de rétinol. c) Palmitate de rétinol. d) Bêta-carotène.
2. Vitamine D	a) Cholécalférol. b) Ergocalciférol.
3. Vitamine E	a) D-alpha-tocophérol. b) DL-alpha-tocophérol. c) Acétate de D-alpha-tocophérol. d) Acétate de DL-alpha-tocophérol. e) Succinate acide de D-alpha-tocophérol.
4. Vitamine K	a) Phylloquinone (phytoménadione).
5. Vitamine B1	a) Chlorhydrate de thiamine. b) Mononitrate de thiamine.
6. Vitamine B2	a) Riboflavine. b) Riboflavine-5'-phosphate de sodium.
7. Niacine	a) Acide nicotinique. b) Nicotinamide.
8. Acide pantothénique	a) D-pantothénate de calcium. b) D-pantothénate de sodium. c) Dexpantothénol.
9. Vitamine B6	a) Chlorhydrate de pyridoxine. b) Pyridoxine-5'-phosphate.
10. Folates	a) Acide ptéroylmonoglutamique. b) L-méthylfolate de calcium.
11. Vitamine B12	a) Cyanocobalamine. b) Hydroxocobalamine.
12. Biotine	a) D-biotine.
13. Vitamine C	a) Acide L-ascorbique. b) L-ascorbate de sodium. c) L-ascorbate de calcium. d) L-ascorbate de potassium. e) L-ascorbyl 6-palmitate.
<b>B. - Substances minérales</b>	

Carbonate de calcium.	Acétate de zinc.
Chlorure de calcium.	Chlorure de zinc.
Sels de calcium de l'acide citrique.	Citrate de zinc.
Gluconate de calcium.	Gluconate de zinc.
Glycérophosphate de calcium.	Lactate de zinc.
Lactate de calcium.	Oxyde de zinc.
Sels de calcium de l'acide orthophosphorique.	Carbonate de zinc.
Hydroxyde de calcium.	Sulfate de zinc.
Oxyde de calcium.	Carbonate de manganèse.
Acétate de magnésium.	Chlorure de manganèse.
Carbonate de magnésium.	Citrate de manganèse.
Chlorure de magnésium.	Gluconate de manganèse.
Sels de magnésium de l'acide citrique.	Glycérophosphate de manganèse.
Gluconate de magnésium.	Sulfate de manganèse.
Glycérophosphate de magnésium.	Bicarbonate de sodium.
Sels de magnésium de l'acide orthophosphorique.	Carbonate de sodium.
Lactate de magnésium.	Chlorure de sodium.
Hydroxyde de magnésium.	Citrate de sodium.
Oxyde de magnésium.	Gluconate de sodium.
Sulfate de magnésium.	Lactate de sodium.
Carbonate ferreux.	Hydroxyde de sodium.
Citrate ferreux.	Sels de sodium de l'acide orthophosphorique.
Citrate ferrique d'ammonium.	Bicarbonate de potassium.
Gluconate ferreux.	Carbonate de potassium.
Fumarate ferreux.	Chlorure de potassium.
Diphosphate ferrique de sodium.	Citrate de potassium.
Lactate ferreux.	Gluconate de potassium.
Sulfate ferreux.	Glycérophosphate de potassium.
Diphosphate ferrique (pyrophosphate ferrique).	Lactate de potassium.
Saccharate ferrique.	Hydroxyde de potassium.
Fer élémentaire	Sels de potassium de l'acide orthophosphorique.
Bisglycinate ferreux.	Sélénate de sodium.
Carbonate de cuivre.	Hydrogénosélénite de sodium.
Citrate de cuivre.	Sélénite de sodium.
Gluconate de cuivre.	Chlorure de chrome (III).
Sulfate de cuivre.	Sulfate de chrome (III).
Complexe cuivre-lysine.	Molybdate d'ammoniaque [molybdène (VI)].
Iodure de sodium.	Molybdate de sodium [molybdène (VI)].
Iodate de sodium.	Fluorure de potassium.
Iodure de potassium.	Fluorure de sodium.
Iodate de potassium.	

## IX. BIBLIOGRAPHIE

1. Melina V, Craig W, Levin S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *J Acad Nutr Diet*. déc 2016;116(12):1970-80.
2. Amit M. Les régimes végétariens chez les enfants et les adolescents. *Paediatr Child Health*. 2010;15(5):309-14.
3. Col M. Prise en charge des patients végétaliens à l'officine. :166.
4. Hanna LA, Carabine F, Hall M, Craig R, Hanna A. Veganism: Are future pharmacists ready to provide advice? *Curr Pharm Teach Learn*. 1 mai 2021;13(5):512-9.
5. Mathieu S, Dorard G. Végétarisme, végétalisme, véganisme : aspects motivationnels et psychologiques associés à l'alimentation sélective. *Presse Médicale*. 1 sept 2016;45(9):726-33.
6. Radnitz C, Beezhold B, DiMatteo J. Investigation of lifestyle choices of individuals following a vegan diet for health and ethical reasons. *Appetite*. juill 2015;90:31-6.
7. INCA 3 [Internet]. [cité 4 juill 2022]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2014SA0234Ra.pdf>
8. Combien de véganes ? | Fédération végane [Internet]. [cité 4 juill 2022]. Disponible sur: <https://www.federationvegane.fr/documentation/combien-de-veganes/>
9. Degand C. Alimentation végétarienne : impact sur la santé et conseil officinal. Aix Marseille Université; 2018.
10. Clarys P, Deliens T, Huybrechts I, Deriemaeker P, Vanaelst B, De Keyzer W, et al. Comparison of nutritional quality of the vegan, vegetarian, semi-vegetarian, pesco-vegetarian and omnivorous diet. *Nutrients*. 24 mars 2014;6(3):1318-32.
11. Bakaloudi DR, Halloran A, Rippin HL, Oikonomidou AC, Dardavesis TI, Williams J, et al. Intake and adequacy of the vegan diet. A systematic review of the evidence. *Clin Nutr*. 1 mai 2021;40(5):3503-21.
12. Neufingerl N, Eilander A. Nutrient Intake and Status in Adults Consuming Plant-Based Diets Compared to Meat-Eaters: A Systematic Review. *Nutrients*. 23 déc 2021;14(1):29.
13. 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):E767.
14. Lane KE, Wilson M, Hellon TG, Davies IG. Bioavailability and conversion of plant based sources of omega-3 fatty acids - a scoping review to update supplementation options for vegetarians and vegans. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2022;62(18):4982-97.
15. Saunders AV, Davis BC, Garg ML. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and vegetarian diets. *Med J Aust*. 19 août 2013;199(S4):S22-26.
16. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. [cité 21 août 2022]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/accueil>
17. Pinto AM, Sanders TAB, Kendall AC, Nicolaou A, Gray R, Al-Khatib H, et al. A comparison of heart rate variability, n-3 PUFA status and lipid mediator profile in age- and BMI-matched middle-aged vegans and omnivores. *Br J Nutr*. mars 2017;117(5):669-85.

18. Mariotti F, Gardner CD. Dietary Protein and Amino Acids in Vegetarian Diets-A Review. *Nutrients*. 4 nov 2019;11(11):E2661.
19. Pawlak R, Parrott SJ, Raj S, Cullum-Dugan D, Lucus D. How prevalent is vitamin B(12) deficiency among vegetarians? *Nutr Rev*. févr 2013;71(2):110-7.
20. Watanabe F. Vitamin B12 sources and bioavailability. *Exp Biol Med* Maywood NJ. nov 2007;232(10):1266-74.
21. Sobczyńska-Malefora A, Delvin E, McCaddon A, Ahmadi KR, Harrington DJ. Vitamin B12 status in health and disease: a critical review. Diagnosis of deficiency and insufficiency - clinical and laboratory pitfalls. *Crit Rev Clin Lab Sci*. sept 2021;58(6):399-429.
22. Mazouri S. Déficit en vitamine B12. HUG, Hôpitaux Universitaires Genève [Internet]. 2017; Disponible sur: [https://www.hug.ch/sites/hde/files/structures/medecine\\_de\\_premier\\_recours/Strategies/strategie\\_vit\\_b12.pdf](https://www.hug.ch/sites/hde/files/structures/medecine_de_premier_recours/Strategies/strategie_vit_b12.pdf)
23. Fédération végane [Internet]. [cité 20 août 2022]. Disponible sur: <https://www.societevegane.fr/>
24. Hsu E. Plant-based diets and bone health: sorting through the evidence. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. août 2020;27(4):248-52.
25. Bisiau M. Véganisme : Carences et conseils nutritionnels, Le rôle du pharmacien d'officine dans le suivi d'un régime végan. Université de Lille; 2018.
26. Hansen TH, Madsen MTB, Jørgensen NR, Cohen AS, Hansen T, Vestergaard H, et al. Bone turnover, calcium homeostasis, and vitamin D status in Danish vegans. *Eur J Clin Nutr*. juill 2018;72(7):1046-54.
27. Weikert C, Trefflich I, Menzel J, Obeid R, Longree A, Dierkes J, et al. Vitamin and Mineral Status in a Vegan Diet. *Dtsch Arzteblatt Int*. 31 août 2020;117(35-36):575-82.
28. Henjum S, Groufh-Jacobsen S, Stea TH, Tonheim LE, Almendingen K. Iron Status of Vegans, Vegetarians and Pescatarians in Norway. *Biomolecules*. 18 mars 2021;11(3):454.
29. Pawlak R, Berger J, Hines I. Iron Status of Vegetarian Adults: A Review of Literature. *Am J Lifestyle Med*. 1 nov 2018;12(6):486-98.
30. Saper RB, Rash R. Zinc: an essential micronutrient. *Am Fam Physician*. 1 mai 2009;79(9):768-72.
31. Livingstone C. Zinc: physiology, deficiency, and parenteral nutrition. *Nutr Clin Pract Off Publ Am Soc Parenter Enter Nutr*. juin 2015;30(3):371-82.
32. Foster M, Samman S. Vegetarian diets across the lifecycle: impact on zinc intake and status. *Adv Food Nutr Res*. 2015;74:93-131.
33. Eveleigh ER, Coneyworth LJ, Avery A, Welham SJM. Vegans, Vegetarians, and Omnivores: How Does Dietary Choice Influence Iodine Intake? A Systematic Review. *Nutrients*. 29 mai 2020;12(6):1606.
34. Fallon N, Dillon SA. Low Intakes of Iodine and Selenium Amongst Vegan and Vegetarian Women Highlight a Potential Nutritional Vulnerability. *Front Nutr*. 2020;7:72.
35. Groufh-Jacobsen S, Hess SY, Aakre I, Folven Gjengedal EL, Blandhoel Pettersen K, Henjum S. Vegans, Vegetarians and Pescatarians Are at Risk of Iodine Deficiency in Norway. *Nutrients*. 20 nov 2020;12(11):E3555.
36. de Bortoli MC, Cozzolino SMF. Zinc and selenium nutritional status in vegetarians. *Biol Trace Elem Res*. mars 2009;127(3):228-33.

37. Sobiecki JG. Vegetarianism and colorectal cancer risk in a low-selenium environment: effect modification by selenium status? A possible factor contributing to the null results in British vegetarians. *Eur J Nutr.* août 2017;56(5):1819-32.
38. Triggiani V, Tafaro E, Giagulli VA, Sabbà C, Resta F, Licchelli B, et al. Role of iodine, selenium and other micronutrients in thyroid function and disorders. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets.* sept 2009;9(3):277-94.
39. Joulie C. Les régimes végétariens, végétaliens et végans : risques et bénéfices pour la santé, accompagnement officinal = Vegetarian and vegan diet : risks and benefits to health, officinal accompaniment [Internet]. Limoges; 2019 [cité 8 févr 2022]. Disponible sur: <http://aurore.unilim.fr/ori-oai-search/notice/view/unilim-ori-105786>
40. Koeder C, Perez-Cueto FJA. Vegan nutrition: a preliminary guide for health professionals. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 12 août 2022;1-38.
41. [vegan-pratique.fr](http://vegan-pratique.fr) [Internet]. *Vegan Pratique.* [cité 25 sept 2022]. Disponible sur: <https://vegan-pratique.fr/>
42. Sebastiani G, Herranz Barbero A, Borrás-Novell C, Alsina Casanova M, Aldecoa-Bilbao V, Andreu-Fernández V, et al. The Effects of Vegetarian and Vegan Diet during Pregnancy on the Health of Mothers and Offspring. *Nutrients.* mars 2019;11(3):557.
43. Baroni L, Goggi S, Battaglino R, Berveglieri M, Fasan I, Filippin D, et al. Vegan Nutrition for Mothers and Children: Practical Tools for Healthcare Providers. *Nutrients.* janv 2019;11(1):5.
44. Rogerson D. Vegan diets: practical advice for athletes and exercisers. *J Int Soc Sports Nutr.* 13 sept 2017;14(1):36.
45. Sutter DO, Bender N. Nutrient status and growth in vegan children. *Nutr Res.* 1 juill 2021;91:13-25.
46. Craig WJ, Mangels AR, Fresán U, Marsh K, Miles FL, Saunders AV, et al. The Safe and Effective Use of Plant-Based Diets with Guidelines for Health Professionals. *Nutrients.* 19 nov 2021;13(11):4144.
47. Lemale J, Mas E, Jung C, Bellaiche M, Tounian P, French-speaking Pediatric Hepatology, Gastroenterology and Nutrition Group (GFHGNP). Vegan diet in children and adolescents. Recommendations from the French-speaking Pediatric Hepatology, Gastroenterology and Nutrition Group (GFHGNP). *Arch Pediatr Organe Off Soc Francaise Pediatr.* oct 2019;26(7):442-50.
48. Mangels AR. Bone nutrients for vegetarians. *Am J Clin Nutr.* juill 2014;100 Suppl 1:469S-75S.
49. Végéclic [Internet]. *Végéclic.* [cité 25 sept 2022]. Disponible sur: <https://vegeclic.com/>
50. Müller P. Vegan Diet in Young Children. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser.* 2020;93:103-10.
51. Fuhrman J, Ferreri DM. Fueling the vegetarian (vegan) athlete. *Curr Sports Med Rep.* août 2010;9(4):233-41.
52. Kiely ME. Risks and benefits of vegan and vegetarian diets in children. *Proc Nutr Soc.* mai 2021;80(2):159-64.
53. Schürmann S, Kersting M, Alexy U. Vegetarian diets in children: a systematic review. *Eur J Nutr.* août 2017;56(5):1797-817.
54. Lemale J, Mas E, Jung C, Bellaiche M, Tounian P, French-speaking Pediatric

Hepatology, Gastroenterology and Nutrition Group (GFHGNP). Vegan diet in children and adolescents. Recommendations from the French-speaking Pediatric Hepatology, Gastroenterology and Nutrition Group (GFHGNP). Arch Pediatr Organe Off Soc Francaise Pediatr. oct 2019;26(7):442-50.

55. Karcz K, Królak-Olejniak B. Vegan or vegetarian diet and breast milk composition – a systematic review. Crit Rev Food Sci Nutr. 12 avr 2021;61(7):1081-98.

56. Boutros GH, Landry-Duval MA, Garzon M, Karelis AD. Is a vegan diet detrimental to endurance and muscle strength? Eur J Clin Nutr. nov 2020;74(11):1550-5.

57. Lynch H, Johnston C, Wharton C. Plant-Based Diets: Considerations for Environmental Impact, Protein Quality, and Exercise Performance. Nutrients. 1 déc 2018;10(12):E1841.

58. Casteran S. Impact d'un régime végétarien chez la femme enceinte et allaitante: prise en charge à l'officine. :93.

59. Arrêté du 9 mai 2006 relatif aux nutriments pouvant être employés dans la fabrication des compléments alimentaires - Légifrance [Internet]. [cité 10 oct 2022]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGITEXT000023980839/>

**Titre et résumé en Anglais :**

## **THE VEGAN PATIENT: CARE AT THE PHARMACY AND ASSOCIATED ADVICE**

Vegetarianism is a diet excluding animal-based foods. Because of this exclusion, there is a risk of deficiencies in certain nutrients which are mainly found in animal-based products. This risk concerns in particular proteins, omega 3, vitamin B12, iron, zinc, vitamin D, calcium, iodine and selenium. Many studies on the subject have reported that a plant-based diet can meet daily needs, regardless of age or physiological situation. The only nutrient completely absent from a plant-based diet, and which requires mandatory supplementation, is vitamin B12.

As a healthcare professional, it is important to be able to provide reliable and safe information for our vegetarian and vegan patients. This thesis provides advice sheets on risky nutrients and available supplements to support patients over the counter.



**AUTEUR** : Jena DELBROUCK

**TITRE** : Le patient végétalien, prise en charge à l'officine et conseils associés

**DIRECTEUR DE THESE** : Lise LEFEVRE

**LIEU ET DATE DE SOUTENANCE** : Toulouse, 9 décembre 2022

---

### **RESUME en français**

Le végétarisme est un régime alimentaire excluant des aliments d'origine animale. Du fait de cette exclusion, il existe un risque de carence en certains nutriments principalement retrouvés dans les produits d'origine animale. Ce risque concerne notamment les protéines, les oméga 3, la vitamine B12, le fer, le zinc, la vitamine D, le calcium, l'iode et le sélénium. De nombreuses études sur le sujet ont rapporté qu'une alimentation végétale peut subvenir aux besoins quotidiens, et ce quel que soit l'âge ou la situation physiologique. Le seul nutriment totalement absent lors d'une alimentation végétale, et qui nécessite une supplémentation obligatoire est la vitamine B12.

En tant que professionnel de santé, il est important de pouvoir fournir une information fiable et sûre pour nos patients végétariens et végétaliens. Cette thèse met à disposition des fiches d'aide au conseil concernant les nutriments à risque et les suppléments disponibles afin d'accompagner les patients au comptoir.

---

**Titre et résumé en Anglais : voir au recto de la dernière page de la thèse**

---

**DISCIPLINE administrative** : Pharmacie

---

**MOTS-CLES** : végétarisme, vegan, végétalisme, nutrition végétale, nutriments, vitamine B12

---

### **INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :**

Université Toulouse III - Paul Sabatier

UFR de santé - Département des Sciences Pharmaceutiques

35, Chemin des Maraichers

31 400 TOULOUSE