



**Conseil
Supérieur de la Santé**

ALIMENTATION VÉGÉTARIENNE

**AVRIL 2021
CSS N° 9445**



.be

DROITS D'AUTEUR

Service public Fédéral de la Santé publique, de la Sécurité
de la Chaîne alimentaire et de l'Environnement

Conseil Supérieur de la Santé

Place Victor Horta 40 bte 10
B-1060 Bruxelles

Tél.: 02/524 97 97

E-mail: info.hgr-css@health.belgium.be

Tous droits d'auteur réservés.

Veillez citer cette publication de la façon suivante:

Conseil Supérieur de la Santé. Alimentation végétarienne.
Bruxelles: CSS; 2021. Avis n° 9445.

La version intégrale de l'avis peut être téléchargés à partir
de la page web: www.css-hgr.be

Cette publication ne peut être vendue

AVIS DU CONSEIL SUPERIEUR DE LA SANTE N° 9445

Alimentation végétarienne

In this scientific advisory report, which offers guidance to public health policy-makers, the Superior Health Council of Belgium provides recommendations for the Belgian population whose food profile is essentially or totally restricted to plant foods.

This report aims at providing infants, children, pregnant woman, nursing mothers and seniors with specific recommendations that allow them to avoid nutritional deficiencies or toxic risks related to their food choices.

Version validée par le Collège de
Avril - 2021

RESUME

Evolution

La consommation individuelle moyenne de viande diminue en Belgique depuis plusieurs années. Une tendance moindre semble se dessiner pour les laitages. Cette évolution connaît des raisons diverses, notamment écologiques, philosophiques, économiques, etc. Un nombre croissant de personnes supprime même totalement certains produits alimentaires d'origine animale et se tournent vers l'une ou l'autre forme de végétarisme. Il existe différentes modalités d'alimentation dite « végétarienne » qui s'étendent du (pesco-)lacto-ovo végétarisme au véganisme.

Conséquences

Ces changements de comportement vers une forme de végétarisme présentent des avantages environnementaux (réduction de l'empreinte carbone, biodiversité, etc.). Ils peuvent également exercer **des effets sanitaires favorables** en réduisant la survenue de certaines affections (obésité, diabète, maladies cardio-vasculaires, certains cancers) mais **exposent aussi à des risques prévisibles et donc potentiellement évitables de carence en nutriments essentiels ou d'excès en facteurs toxiques.**

Objectif de l'avis

Le présent avis du CSS vise précisément à informer et attirer l'attention des consommateurs dont le profil alimentaire est essentiellement ou totalement restreint aux aliments végétaux. Il ne vise donc pas à porter de jugement concernant le végétarisme mais bien à accompagner dans leur choix les personnes qui ont opté pour l'une ou l'autre de ses formes. Objectivement, en leur permettant d'éviter des carences en nutriments essentiels tout en les préservant d'une surexposition à des substances toxiques présentes dans les aliments. Les conseils varient selon le type de régime (supprime-t-on uniquement la viande et/ou le poisson ou aussi les œufs et/ou les produits laitiers, etc.), l'âge des personnes concernées (enfants, adultes, etc.)

et les situations physiologiques spécifiques correspondantes (croissance, grossesse, allaitement, etc.). Les effets favorables d'une alimentation végétarienne sont évoqués mais n'ont pas fait l'objet d'une analyse détaillée dans cet avis.

Nutriments à surveiller

Les composants nutritionnels à tenir sous contrôle en raison d'un déficit possible sont les protéines, certains acides gras, la vitamine D et le calcium, la vitamine B12 ainsi que le fer, le zinc et l'iode.

La qualité des protéines végétales est inférieure à celle des protéines animales. Afin de fournir tous les acides aminés essentiels en quantité suffisante, il est important de varier les apports en légumineuses, en céréales ainsi qu'en graines oléagineuses.

Concernant les lipides, ici aussi leur apport quantitatif peut être considéré comme habituellement suffisant mais au plan qualitatif, les apports en acides gras insaturés de la famille oméga-3 à longue chaîne (EPA et DHA) sont généralement bas, voire insuffisants surtout pour les personnes qui ne consomment ni poisson ni œufs. Une consommation quotidienne d'huiles bien choisies (colza, noix, etc.) apporte le LNA à partir duquel l'organisme pourra synthétiser du EPA et DHA. Les lacto-végétariens doivent être attentifs à ne pas exagérer la consommation de beurre et de fromages s'additionnant aux burgers végétaux, aux dérivés de coco et aux produits frits, riches en graisses saturées indésirables.

L'apport en glucides ne constitue pas en soi un problème mais la quantité de fibres inhérentes aux végétaux peut induire une moindre disponibilité des éléments minéraux, surtout chez les très jeunes enfants. Ce point est donc à considérer (voir infra). Comme conseillé pour la population générale, l'apport en sucres ajoutés, quelles que soient leur origine et leur forme, doit être modéré.

L'apport de vitamine D et de calcium représente un problème de santé publique général auquel s'exposent davantage encore les personnes qui ne consomment aucun laitage. Il leur est donc fortement conseillé de consommer des produits enrichis, de varier les sources de fruits oléagineux et de choisir des boissons (eaux notamment) riches en calcium.

La vitamine B12 pose un problème particulier en ce sens que sa seule source nutritionnellement efficace est d'origine animale. Les personnes véganes sont donc réellement en danger de carence si elles ne consomment pas d'aliments enrichis ou ne prennent pas des compléments alimentaires ciblés.

L'alimentation végétarienne s'accompagne parfois d'assaisonnement excessif, notamment en sodium (sel), dès lors l'usage alternatif d'herbes aromatiques et d'épices doit être gardé en mémoire.

Comme la viande, le poisson et dans une moindre mesure les œufs, constituent les sources majeures de fer, les profils alimentaires exempts de ces apports sont donc à risque de déficit, voire de carence. En outre, ce risque est accentué par plusieurs composants des végétaux (acide oxalique, phytates, tanins) qui se lient au fer et réduisent son absorption digestive. Les situations de besoins accrus telles que la croissance ou la grossesse sont ainsi les plus problématiques. Une consommation de graines oléagineuses, légumineuses, céréales complètes et fruits à coques constitue des apports importants à favoriser et à associer de

préférence à des aliments riches en vitamine C. La problématique similaire pour le **zinc** s'apparente également pour sa solution à celle du fer.

L'iode pose une difficulté chez les végétariens qui peut être résolue par la consommation de **sel iodé**. **Les algues marines** ont des teneurs iodées très variables et apportent souvent des **métaux lourds indésirables** (voir infra).

Une alimentation à base de végétaux présente de nombreux avantages pour la santé. Un mode alimentaire végétarien varié et complétement lorsque nécessaire, peut fournir tous les nutriments nécessaires tout au long du cycle de vie. Cependant, plus une alimentation est exempte d'aliments (dits interdits) et plus, en outre, elle se restreint (en se fixant sur des aliments préférés), plus le risque de déficit nutritionnel augmente. Les personnes qui ont éliminé tout aliment d'origine animale (donc y compris le poisson, les œufs, le lait, etc.) et leurs dérivés (huiles de poisson, fromages, etc.) et qui concentrent leurs choix sur une gamme limitée de végétaux sélectionnés sans prendre de compléments alimentaires, sont à risques élevés de carence, surtout en période de croissance rapide (nourrissons, adolescence, grossesse).

Situations particulières par groupe d'âge

Les besoins nutritionnels relatifs des **nourrissons et enfants en bas âge**, rapportés au poids corporel, sont les plus élevés de toute l'existence. Cet âge est aussi le plus sensible à tout déficit, même partiel, car les retards physique ou intellectuel précoces ne seront jamais totalement comblés par d'éventuelles tentatives de rattrapage ultérieures. Cet âge n'est donc pas compatible avec des modalités alimentaires limitées en quantités (trop peu de calories, trop peu de protéines, etc.) ni restreintes en qualité (oubli des vitamines, insuffisance d'acides aminés ou de lipides essentiels, etc.). L'allaitement maternel permet une croissance et un développement harmonieux du nourrisson. Le sevrage puis le passage progressif à la diversification devront se faire avec une aide diététique pour guider le choix des substituts lactés et des sources d'éléments indispensables (lipides oméga-3, vitamines B12 et D, etc.). **La vigilance reste de mise jusqu'à la fin de l'adolescence. Une alimentation de type végétarienne stricte n'est pas recommandée chez les enfants en bas âge.** En effet, elle est difficile à équilibrer (nécessité de combiner judicieusement des aliments nutritionnellement complémentaires), complexe à mener (limitations des capacités du nourrisson à consommer de grands volumes d'aliments), contraignante dans son suivi (nécessité de surveiller certains paramètres nutritionnels sanguins).

Pour des raisons similaires, **le mode végétarienne n'est pas recommandé chez la femme enceinte et allaitante** qui consacre une bonne part de son énergie et de ses nutriments au bon développement d'un fœtus ou à la croissance optimale d'un nourrisson. En outre, l'ensemble des conseils de complémentation (fer, zinc, iode, etc.) concernent les femmes avec un régime restreint [(lacto)-(ovo)-(pesco)- végétariens] davantage encore que la population omnivore correspondante.

Dès lors qu'une alimentation de type végétarienne serait choisie, qu'il s'agisse de nourrissons/enfants en bas âge (< 3 ans), de femmes enceintes ou allaitantes, un encadrement strict s'avère

indispensable et sera assuré par des professionnels de la santé (médecins, diététiciens) familiers et avertis du véganisme

Pour l'enfant d'âge scolaire et l'adolescent, comme toujours, l'ensemble des nutriments doit rester en ligne de mire. La quantité de protéines recommandée dans une alimentation à base de végétaux est plus élevée que dans une alimentation omnivore, pour compenser le fait que les protéines végétales sont de moindre qualité, contiennent trop peu certains acides aminés essentiels. Tel que mentionné ci-dessus, il est recommandé de varier sa consommation de protéines végétales (légumineuses, céréales, etc.). Pour les sujets ayant supprimé tout laitage, l'apport de calcium doit trouver sa source dans des végétaux choisis et des aliments et boissons enrichis qu'il convient cependant de consommer en suffisance ! Indépendamment du mode alimentaire, un complément de vitamine D (200 - 400 UI/jour) est à prévoir d'office. Comme mentionné ci-dessus, un déficit en fer peut survenir. Les sources alimentaires peuvent ne pas suffire, notamment en période pubertaire (règles chez les filles, masse musculaire croissante chez les garçons). Des compléments sont alors préconisés.

Les besoins indispensables en iode risquent de ne pas être couverts lorsque les laitages et les poissons ne font plus partie des habitudes alimentaires et que dès lors l'iode émane uniquement du sel iodé (notamment dans le pain qui en contient). Les algues sont déconseillées en raison de leur contamination en arsenic

On ne saurait trop insister sur l'obligation de veiller à un apport suffisant de vitamine B12. Celle-ci est uniquement présente dans les aliments d'origine animale ainsi que dans les produits nommément enrichis.

Pour les **personnes dans la force de l'âge**, une alimentation végétarienne suffit d'ordinaire à assurer les besoins du plus grand nombre, même si les nutriments 'sensibles' cités ci-dessus sont davantage à risque de déficit, tandis que d'autres (graisses saturées, saccharose, sodium) seraient enclins à être consommés en excès. Pour les personnes véganes une complémentation en vitamine B12 est nécessaire (par le biais d'aliments enrichis et/ou de compléments alimentaires). Certains aliments, lorsqu'ils sont consommés très fréquemment exposent quant à eux à des contaminants indésirables (par ex. l'arsenic dans les algues, le riz).

Les **personnes âgées** mangent souvent moins, leur appétit et leur activité physique se réduisant. Parallèlement leur digestion devient moins efficace et l'absorption des nutriments peut en être affectée. Les nutriments à risque (évoqués ci-dessus) le restent et exigent surveillance.

Risques de surexposition

Quelques éléments d'attention, inhérents au végétarisme mais également pertinents pour un mode alimentaire omnivore, méritent d'être signalés :

Pour limiter l'exposition aux **pesticides**, il est préférable de choisir des végétaux issus de l'agriculture biologique ou raisonnée et de bien laver et éventuellement éplucher les fruits et légumes avant consommation. Ces conseils s'appliquent en particulier aux enfants qui constituent un groupe vulnérable.

Les légumineuses contiennent par essence des **substances antinutritionnelles** comme les **inhibiteurs de la trypsine et des lectines** : elles doivent subir un traitement thermique approprié ou pour le moins susceptible de neutraliser ou minimiser leurs effets indésirables. **L'eau de trempage et de cuisson des légumineuses doit être écartée. Faut de ces précautions d'usage ou de fabrication, la consommation de légumineuses crues est déconseillée.**

Par définition, les **phyto-oestrogènes** sont présents dans certains végétaux et on leur prête des effets de perturbateurs endocriniens. **Ce point est débattu** et mérite davantage de recherche.

Les produits végétaux contiennent de **l'acide phytique** qui se lie et forme des complexes avec les minéraux alimentaires. Un régime très riche en phytates peut causer des problèmes de disponibilité des minéraux. Des prétraitements technologiques spécifiques, tels que la fermentation du pain complet, peuvent résoudre ce problème.

L'acrylamide se forme pendant la cuisson des aliments par une réaction entre protéines et glucides. Les aliments végétaux sont concernés en premier lieu. Des procédés adaptés permettent de réduire la formation.

L'arsenic est un contaminant fréquent et parfois abondant du riz et des algues, type Hijiki. L'eau de trempage ou de cuisson des préparations doit être jetée car une certaine quantité de ces substances passe dans l'eau. Les métaux lourds se retrouvent aussi en quantités parfois importantes dans les produits de la mer. Les pesco-végétariens sont les personnes les plus concernées, mais également les enfants et les femmes enceintes.

Les **mycotoxines** peuvent être présentes dans les denrées à risque que sont les céréales et les fruits oléagineux mais aussi, et dans une mesure moindre, tous les fruits et légumes. Le niveau d'exposition du consommateur peut être réduit par l'industrie par la sélection des matières premières et l'utilisation de moyens technologiques ciblés.

Enfin un **risque microbiologique** est à souligner dans les épices et les herbes aromatiques (bactéries) ainsi que dans les baies rouges, notamment (virus).

Pour le végétarisme ainsi que pour tout autre mode alimentaire, une règle d'or s'applique, à savoir varier les choix le plus possible : élargir l'éventail des types de végétaux, diversifier les sources d'approvisionnement, alterner les combinaisons entre produits. Cette pratique permet de tempérer les risques de surexposition à des contaminants indésirables tout en facilitant l'approche d'un équilibre nutritionnel et la garantie d'une couverture nutritionnelle complète.

Mots clés et MeSH descriptor terms¹

MeSH terms*	Keywords	Sleutelwoorden	Mots clés	Schlüsselwörter
Vegetarians	Vegetarian	Vegetariër	Végétarien	Vegetarier
	Lacto-ovo-vegetarian	Lacto-ovo-vegetariër	Lacto-ovo-végétarien	Lacto-Ovo-Vegetarier
	Ovo-vegetarian	Ovo-vegetariër	Ovo-végétarien	Ovo-Vegetarier
	Lacto-vegetarian	Lacto-vegetariër	Lacto-végétarien	Lacto-Vegetarier
Diet, Vegan	Vegan	Veganist	Végétalien	Veganer
		Vegan	Vegan	Vegan
/	Pesco-vegetarian	Pesco-vegetariër	Pesco-végétarien	Pesco-Vegetarier
/	Semi-vegetarian	Semi-vegetariër	Semi-végétarien	Semi-Vegetarier
		Flexitarian	Flexitariër	Flexitarien
Dietary Proteins	Proteins	Eiwitten	Protéines	EiweiÙe
Fatty Acids, Omega-3	Fatty Acids, Omega-3	Omega-3 vetzuren	Acides gras omega-3	Omega-3-Fettsäuren
Dietary fiber	Dietary fiber	Voedingsvezels	Fibres alimentaires	Ballaststoffe
Minerals	Minerals	Mineralen	Minéraux	Mineralien
Calcium	Calcium	Calcium	Calcium	Calcium
Sodium	Sodium	Natrium	Sodium	Natrium
Trace elements	Trace elements	Sporenelementen	Oligo-éléments	Spurenelemente
Iron	Iron	IJzer	Fer	Eisen
Zinc	Zinc	Zink	Zinc	Zink
Iodine	Iodine	Jodium	Iode	Jod
Vitamins	Vitamins	Vitaminen	Vitamines	Vitamine
Vitamin D	Vitamin D	Vitamine D	Vitamine D	Vitamin D
Vitamin B12	Vitamin B12	Vitamine B12	Vitamine B12	Vitamin B12
Adults	Adults	Volwassenen	Adultes	Erwachsene
Adolescents	Adolescents	Adolescenten	Adolescents	Jugendliche
Child	Child	Kind	Enfant	Kind
Infant	Infant	Zuigeling	Nourrisson	Säugling
Pregnant Women	Pregnant woman	Zwangere vrouw	Femme enceinte	Schwangere Frau
Breast Feeding	Breast feeding	Lacterende vrouw	Femme allaitante	Stillende Mutter
Aged	Aged	Ouderen	Personnes âgées	Senioren
Infant Food	Infant Food	Zuigelingenvoeding	Préparations pour nourrissons	Säuglingsnahrung

¹ Le Conseil tient à préciser que les termes MeSH et mots-clés sont utilisés à des fins de référencement et de définition aisés du scope de l'avis. Pour de plus amples informations, voir le chapitre II. Méthodologie.

<i>Soy Foods</i>	<i>Soy</i>	<i>Soja</i>	<i>Soja</i>	<i>Soja</i>
<i>Microalgae</i>	<i>Algae</i>	<i>Algen</i>	<i>Algues</i>	<i>Algen</i>
	<i>Microalgae</i>	<i>Microalgen</i>	<i>Microalgues</i>	<i>Microalgen</i>
<i>Food Safety</i>	<i>Food Safety</i>	<i>Voedselveiligheid</i>	<i>Sécurité alimentaire</i>	<i>Nahrungssicherheit</i>
<i>Food contamination</i>	<i>Contamination</i>	<i>Contaminatie</i>	<i>Contamination</i>	<i>Verunreinigung</i>
<i>/</i>	<i>Anti-nutritional factor</i>	<i>Antinutriënten</i>	<i>Facteurs antinutritionnels</i>	<i>Antinutritive Faktoren</i>
<i>Phytoestrogens</i>	<i>Phytoestrogens</i>	<i>Fyto-oestrogenen</i>	<i>Phyto-oestrogènes</i>	<i>Phytoöstrogene</i>
<i>Phytic Acid</i>	<i>Phytic acid</i>	<i>Fytinezuur</i>	<i>Acide phytique</i>	<i>Phytinsäure</i>
<i>Mycotoxins</i>	<i>Mycotoxins</i>	<i>Mycotoxines</i>	<i>Mycotoxines</i>	<i>Mykotoxine</i>
<i>Plants, toxic</i>	<i>Plant toxins</i>	<i>Plantentoxines</i>	<i>Toxines végétales</i>	<i>Pflanzentoxine</i>
<i>Agrochemicals</i>	<i>Agrochemicals</i>	<i>Gewasbeschermingsmiddelen</i>	<i>Substances phytopharmaceutiques</i>	<i>Pflanzenschutzmittel</i>
<i>Acrylamide</i>	<i>Acrylamide</i>	<i>Acrylamide</i>	<i>Acrylamide</i>	<i>Acrylamid</i>
<i>Metals, Heavy</i>	<i>Heavy metals</i>	<i>Zware metalen</i>	<i>Métaux lourds</i>	<i>Schwermetalle</i>
<i>Arsenic</i>	<i>Arsenic</i>	<i>Arseen</i>	<i>Arsenic</i>	<i>Arsen</i>
<i>Mercury</i>	<i>Mercury</i>	<i>Kwik</i>	<i>Mercure</i>	<i>Quecksilber</i>

MeSH (Medical Subject Headings) is the NLM (National Library of Medicine) controlled vocabulary thesaurus used for indexing articles for PubMed <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh>.

TABLE DES MATIERES

ABREVIATIONS ET SYMBOLES.....	13
I. PREMICES	16
II. METHODOLOGIE.....	19
III. NUTRIMENTS A SURVEILLER.....	20
1. PROTEINES.....	20
1.1 Introduction.....	20
1.2 Apport journalier recommandé.....	22
1.3 Principales sources alimentaires et apport usuel.....	24
1.4 Recommandations pratiques	25
1.5 Références	28
2. LIPIDES.....	30
2.1 Introduction.....	30
2.2 Apport journalier recommandé.....	30
2.3 Principales sources alimentaires et apport usuel.....	31
2.4 Recommandations pratiques	33
2.5 Références	34
3. GLUCIDES ET FIBRES ALIMENTAIRES	35
3.1 Introduction.....	35
3.2 Apport journalier recommandé.....	35
3.3 Principales sources alimentaires et apport usuel.....	36
3.4 Recommandations pratiques	37
3.5 Références	38
4. VITAMINE D ET CALCIUM	39
4.1 Vitamine D	39
4.1.1 Introduction.....	39
4.1.2 Apport journalier recommandé	40
4.1.3 Apport maximal tolérable	40
4.1.4 Synthèse endogène, principales sources alimentaires et apport usuel.....	40
4.1.5 Recommandations pratiques	43
4.2 Calcium	44
4.2.1 Introduction.....	44
4.2.2 Apport journalier recommandé	44
4.2.3 Principales sources alimentaires et apport usuel.....	45

4.2.4	Recommandations pratiques	50
4.3	Références	51
5.	VITAMINE B12	53
5.1	Introduction.....	53
5.2	Apport adéquat	53
5.3	Principales sources alimentaires et apport usuel.....	54
5.4	Recommandations pratiques	56
5.5	Références	57
6.	MINERAUX ET OLIGO-ELEMENTS	58
6.1	Introduction générale.....	58
6.2	Sodium.....	58
6.2.1.	Introduction.....	58
6.2.2.	Apport journalier recommandé	58
6.2.3.	Apport maximal tolérable	59
6.2.4.	Principales sources alimentaires et apport usuel.....	59
6.2.5.	Recommandations pratiques	Erreur ! Signet non défini.
6.3	Fer.....	60
6.3.1.	Introduction.....	60
6.3.2.	Apport journalier recommandé	61
6.3.3	Apport maximal tolérable	62
6.3.4	Principales sources alimentaires	62
6.3.5	Recommandations pratiques	65
6.4	Zinc	66
6.4.1.	Introduction.....	66
6.4.2.	Apport journalier recommandé	66
6.4.3	Apport maximal tolérable	67
6.4.4.	Principales sources alimentaires	67
6.4.5	Recommandations pratiques	69
6.5	Iode.....	70
6.5.1.	Introduction.....	70
6.5.2.	Apport adéquat	70
6.5.3	Apport maximal tolérable et toxiques éventuels.....	71
6.5.4	Principales sources alimentaires et apport usuel.....	71
6.5.5	Recommandations pratiques	73

6.6	Références	74
IV.	BENEFICES DU VEGETARISME ET SES RISQUES PLUS PARTICULIERS.....	76
IV-A.	AVANTAGES DU VEGETARISME	76
IV-B.	RISQUES PLUS PARTICULIERS ASSOCIES AU VEGETARISME	79
1.	GENERALITES	79
2.	SUBSTANCES INDESIRABLES NATURELLES.....	79
2.1	Facteurs antinutritionnels	80
2.2	Perturbateurs endocriniens.....	80
2.3	Acide phytique.....	82
2.4	Mycotoxines	83
2.5	Toxines végétales inhérentes	86
2.6	Toxines marines et d'eau douce.....	88
2.7	Lignes directrices pratiques pour réduire les risques.....	90
3.	RESIDUS DE SUBSTANCES PHYTOPHARMACEUTIQUES.....	91
4.	CONTAMINANTS LIES AUX PROCESSUS DE TRANSFORMATION	94
4.1	Acrylamide.....	94
4.2	MCPD ou monochloropropanediols.....	96
4.3	HAP ou hydrocarbures aromatiques polycycliques.....	96
5.	CONTAMINANTS DE L'ENVIRONNEMENT	97
5.1	POP ou Polluants organiques persistants.....	97
5.1.1	Dioxines et PCB de type dioxine	97
5.1.2	Retardateurs de flamme.....	98
5.1.2.1	Hexabromocyclododécane (HBCDD).....	98
5.1.2.2	Polybromodiphényléthers (PBDE).....	99
5.1.3	Composés alkyls perfluorés.....	99
5.2.	Métaux lourds	100
5.2.1	Arsenic	100
5.2.2.	Cadmium	101
5.2.3	Mercure	102
5.2.4.	Plomb.....	104
5.2.5	Autres	104
6.	RISQUES MICROBIOLOGIQUES	105
7.	CONCLUSION GENERALE EN MATIERE DE RISQUES	107
8.	REFERENCES	109

V.	BESOINS PARTICULIERS PAR GROUPE D'AGE SPECIFIQUE	116
1.	LA FEMME ENCEINTE ET LA MERE ALLAITANTE	116
1.1	Introduction.....	116
1.2	Apports en macronutriments, pourcentage de l'apport énergétique total, et teneur potentielle en contaminants environnementaux	117
1.2.1.	Apports en glucides et protéines	117
1.2.2.	Contaminants potentiels des régimes végétariens et végétans chez la femme enceinte et allaitante.....	118
1.2.3.	Apports en graisses	119
1.2.4.	Arsenic et mercure comme contaminants	120
1.3	Apports en micronutriments	121
1.4	Conclusions et recommandations pratiques.....	123
1.5	Références	126
2.	LES NOURRISSONS ET LES ENFANTS EN BAS AGE NON ALLAITES (0-3 ANS)	130
2.1	Introduction.....	130
2.2	Les macronutriments à risque de carence	133
2.2.1.	Protéines.....	133
2.2.2.	Acides gras poly-insaturés à longues chaînes de type oméga-3 : EPA et DHA.....	133
2.3	Les minéraux, oligo-éléments et vitamines à risque de carence	133
2.3.1.	Calcium	133
2.3.2.	Fer.....	134
2.3.3.	Zinc	134
2.3.4.	Iode.....	134
2.3.5.	Vitamine D.....	135
2.3.6.	Vitamine B12	135
2.4	Risques d'apports excessifs	135
2.4.1.	Fibres alimentaires	135
2.5	Conclusions et recommandations pratiques.....	136
2.6	Références	140
3.	L'ENFANT DE PLUS DE 4 ANS ET L'ADOLESCENT	144
3.1	Introduction.....	144
3.2	Apports en macronutriments	145
3.2.1.	Protéines.....	145
3.2.2.	Acides gras essentiels à longue chaîne (DHA)	146
3.3	Apports en minéraux, oligo-éléments et vitamines	146

3.3.1. Calcium et vitamine D.....	146
3.3.2. Iode.....	147
3.3.3. Fer.....	147
3.3.4. Vitamine B12	148
3.3.5. Zinc	148
3.4 Les algues et micro-algues.....	149
3.5 Conclusions et recommandations pratiques.....	150
3.6 Références.....	151
4. LES PERSONNES AGEES.....	153
4.1 Introduction.....	153
4.2 Définition du groupe ‘personnes âgées’	153
4.3 Changements physiologiques et adaptations nécessaires de l’alimentation chez les personnes âgées.....	153
4.4 Aperçu des principaux nutriments à risque chez les personnes végétariennes/végans âgées	154
4.4.1. Protéines.....	154
4.4.2. Fer.....	155
4.4.3. Zinc	155
4.4.4. Calcium	155
4.4.5. Vitamine D	156
4.4.6. Vitamine B12	156
4.4.7. Iode.....	156
4.4.8. Acides gras oméga-3.....	157
4.5 Risques d’apports excessifs	157
4.6 Conclusions et recommandations pratiques.....	158
4.7 Références.....	159
VI. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS GENERALES	160
1. CONCLUSION	160
2. RECOMMANDATIONS.....	161
VII. COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL	164

ABREVIATIONS ET SYMBOLES

AAP	<i>American Academy of Pediatrics</i>
ADA	<i>American dietetic association</i>
ADN	Acide desoxyribonucléique
AET	Apport énergétique total
AFG1	Aflatoxine G1
AFG2	Aflatoxine G2
AFB1	Aflatoxine B1
AFB2	Aflatoxine B2
AFM1	Aflatoxine M1
AFSCA	Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire
AFSSA	Agence française de sécurité sanitaire des aliments ; actuellement ANSES
AFSSAPS	Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé
AGPI	Acides gras poly-insaturés
AGPI-LC	Acides gras poly-insaturés à longue chaîne
AGS	Acides gras saturés
AJR	Apport journalier recommandé
AL	Acide linoléique - <i>Linoleic acid</i> (LA)
AMT	Apport maximal tolérable – <i>Tolerable upper intake level</i> (UL)
AND	<i>Academy of Nutrition and Dietetics</i>
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
AR	Arrêté Royal
As	Arsenic
ATSDR	<i>Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Georgia, USA</i>
BfR	<i>Bundesinstitut für Risicobewertung</i>
BMD	<i>Bone mineral density</i>
BMD	<i>Benchmark dose</i>
BMDL10	<i>Benchmark dose lower confidence limit</i>
BPA	Bisphénol A
CIRC	Centre international de recherche sur le cancer
CSS	Conseil supérieur de la santé
DON	Déoxynivalénol
DDT	Dichlorodiphényltrichloroéthane
DHA	<i>Docosahexaenoic acid</i> – acide docosahexaénoïque
DIAAS	<i>Digestible indispensable amino acid score</i>
DJA	Dose journalière acceptable
DL-PCB	<i>Dioxin-like PCB</i>
EA	<i>Ergot alkaloids</i>
ECDC	<i>European centre for disease prevention and control</i>
EFSA	<i>European Food Safety Authority</i>
EPA	<i>United States environmental protection agency</i>
EPA	<i>Eicosapentaenoic acid</i> – acide eicosapentaénoïque
EPIC	<i>European prospective investigation into cancer and nutrition</i>
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FDA	<i>United States food and drug administration</i>
FB1	Fumonisine B1
FB2	Fumonisine B2

GAP	<i>Good agricultural practice</i>
GE	Glycidylesters
GFHGNP	Groupe francophone d'hépatologie-gastroentérologie et nutrition pédiatriques
GHP	<i>Good hygiene practice</i>
GMP	<i>Good manufacturing practice</i>
β-HCG	<i>Human chorionic gonadotropin</i> - Gonadotrophine chorionique humaine, sous unité bêta
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HBCDD	Hexabromocyclododécane
HCl	Acide chlorhydrique
HT-2	Toxine HT-2 (mycotoxine appartenant au groupe des trichothécènes)
IARC	<i>International agency for research on cancer</i>
ILSI	<i>International life sciences institute</i>
IOM	Institute of medicine
LA	<i>Linoleic acid</i> – acide linoléique
LB	<i>Lower bound level</i>
LDL	<i>Low density lipoprotein</i>
LNA	<i>α-linolenic acid</i> – acide α-linolénique
LMR	Limite maximale de résidus
MB	<i>Middle bound level</i>
MCPD	Monochloropropanediols
MOE	<i>Margin of exposure</i>
MUFA	<i>Mono unsaturated fatty acids</i> – Acides gras monoinsaturés
n-3	Oméga-3
NTP	<i>National toxicology program</i>
OMS	Organisation mondiale de la santé – <i>World Health Organization (WHO)</i>
ONE	Office de la naissance et de l'enfance
OTA	Ochratoxine A
P95	Percentile 95
P97.5	Percentile 97.5
PA	Alcaloïdes pyrrolizidiniques – <i>pyrrolizidine alkaloids</i>
PAL	<i>Physical activity level</i>
PBDE	Polybromodiphényléthers
pc	Poids corporel
PCB	Polychlorobiphényles
PCDD	<i>Polychlorinated dibenzodioxins</i>
PCDF	<i>Polychlorinated dibenzofurans</i>
PDCAAS	<i>Protein digestibility-corrected amino acid score</i>
PFASs	Substances perfluoroalkylées
PFHxS	Acide perfluorohexane sulfonique
PFNA	Acide perfluorononanoïque
PFOA	Acide perfluorooctanoïque
PFOS	Acide perfluorooctanesulfonique
POP	<i>Persistent organic pollutants</i> - Polluants organiques persistents
PTWI	<i>Provisional tolerable weekly intake</i>
PUFA	<i>Poly unsaturated fatty acids</i> – Acides gras polyinsaturés
RASFF	<i>Rapid alert system for food and feed</i>
SciCom	Comité scientifique de l'AFSCA
T-2	Toxine T-2 (mycotoxine appartenant au groupe des trichothécènes)
T	Trimestre

TDI	<i>Tolerable daily intake</i> – Dose journalière tolérable
TDS	<i>Total diet study</i>
TEE	<i>Total energy expenditure</i> – Dépense énergétique totale
TEQ	<i>Toxic equivalency Factor</i> – Facteur d'équivalence toxique
TWI	<i>Tolerable weekly intake</i> - Dose hebdomadaire tolérable
UB	<i>Upper bound level</i>
UE	Union européenne
UHT	Ultra-haute température
UI	Unités internationales
USDA	<i>United States department of agriculture</i>
VHB	Virus de l'hépatite B
VTEC	<i>Escherichia coli</i> productrices de véro(cyto)toxines
ZEA	Zéaralénone

I. PREMICES

Les comportements alimentaires changent en fonction de critères complexes, essentiellement basés sur l'offre et la demande. Par le passé, c'est davantage l'offre (disponibilité alimentaire saisonnière et conservation, coût des denrées et de leur acheminement, progrès des technologies et essor des produits manufacturés, etc.) qui a conditionné les comportements et inculqué des habitudes, même si ils ont parfois été limités ou interdits pour des raisons religieuses. Les contraintes d'offre restent d'actualité pour les populations qui vivent en précarité alimentaire. Dans les sociétés nanties, l'offre abondante a dans un premier temps poussé les individus à des comportements individuels orientés sur le bien-être personnel et le plaisir (gastronomie, hédonisme). Cependant, la pléthore a aussi entraîné de la surconsommation et ses dérivés sanitaires (obésité, diabète, hypertension, cancer, etc.). Ce problème de santé publique a suscité une remise en cause de pratiques nutritionnelles mal équilibrées. La demande a repris le pas sur l'offre. Une réflexion à la recherche d'une alimentation « saine » a conduit certains à revenir à des modes de consommation ancestraux (régimes peu sodés, nourriture des cueilleurs plutôt que des chasseurs ou des éleveurs, etc.). Dans la même veine, d'autres ont exploré le bien-fondé des régimes sélectifs (sans viande, sans lait, sans céréales, sans gluten, etc.).

A cette dimension individuelle est récemment venue s'ajouter une dimension planétaire, liée à l'expansion démographique galopante et la croissance industrielle effrénée. La menace de famine globale s'est vue alourdie par l'appauvrissement des sols et des mers, l'extension de l'empreinte carbone par l'usage des énergies fossiles et l'élevage intensif. Une nouvelle relation à l'environnement, au mode de nourriture s'est avérée indispensable pour que les humains continuent à vivre en harmonie avec la planète qui les nourrit et les héberge (développement durable). Cette prise de conscience progressive prend de l'ampleur aujourd'hui : ménager sa propre santé autant que celle de la Terre s'érige maintenant en principe éthique pour une large frange de la société. Ce phénomène explique une tendance croissante (qui peut aussi être vue comme un paradoxe) : dans les pays riches, les bien-nourris rejettent les aliments décriés que bien des habitants mal-nourris de pays pauvres rêvent de consommer. Depuis plus d'un siècle la part moyenne de pain et des pommes de terre, notamment se réduit dans l'assiette de l'Européen. La même évolution se poursuit depuis deux décennies pour la viande, le poisson et le lait. Un pourcentage croissant de la population tend aujourd'hui à supprimer tout, ou partie de sa consommation d'aliments d'origine animale. Les motivations ne sont pas exclusivement environnementales mais souvent tout autant, sinon davantage, motivées par un souci de ménager sa santé. Les scandales sanitaires (dioxines, viande de cheval, contaminants des œufs, etc.), les publications internationales (OMS, etc.) et diverses mises en garde (antibiotiques, pesticides, métaux lourds, etc.) ont conduit la population à se méfier de certaines productions agricoles de masse et de l'industrie alimentaire en général. La mouvance « bio » est essentiellement basée sur une revendication d'aliments « propres ». A cela s'ajoute la recherche d'une alimentation « saine » qui contribue à une bonne forme physique, maintient un poids idéal, permet de réduire le risque de certains cancers (colon, sein) et de maladies cardiovasculaires, renforce le sentiment de bien-être, voire les capacités individuelles. Alors que ces effets recherchés ne se vérifient pas pour tous, ces nouvelles habitudes, surtout lorsqu'elles

deviennent drastiques, ne sont toutefois pas totalement dénuées de risque. Une alimentation restreinte expose plus au danger de carence/toxicité qu'une alimentation diversifiée. Et plus les sources sont limitées, plus le danger grandit.

En revanche, l'établissement d'un équilibre harmonieux au sein même de restrictions volontaires et conscientes permet d'éviter leurs inconvénients et certains risques sanitaires.

Le présent document vise expressément à informer :

- Les professionnels de la santé ;
- Les personnes et familles qui choisissent de manger selon un mode dit « végétarien », soit partiellement restreint, voire totalement privé, de diverses sources alimentaires animales.

Afin de faciliter la lecture et l'accessibilité de cet avis scientifique au second groupe cible, un résumé pratique a été élaboré.

Une information ne peut cependant pas être fournie à titre individuel : chaque sujet, homme ou femme, jeune ou vieux, sain ou malade, etc. exige des besoins nutritionnels propres quel que soit son mode alimentaire. Si cette exigence vaut pour tous, une attention particulière (voire un suivi personnel) est d'autant plus nécessaire que les choix alimentaires se restreignent davantage. En outre, au sein même des différentes modalités dites « végétariennes » (voir définitions plus précises dans le tableau 1), il existe encore des variantes telles qu'on peut estimer qu'une personne qui ne consomme de la viande que 2 ou 3 fois par mois sans aucune autre source alimentaire animale s'apparente plus à un régime végétarien qu'un sujet qui consomme régulièrement des œufs, du lait et du poisson, etc.

Pour des raisons de clarté didactique, le document est organisé et rédigé d'après une classification bien connue des modes alimentaires (voir tableau 1). Par ailleurs, certains besoins nutritionnels (fer, calcium, eau, etc.) sont plus marqués dans des groupes d'âge spécifiques qui ont été retenus pour composer les chapitres (voir tableau 2). Il en est de même pour les risques toxiques auxquels les catégories d'individus peuvent être diversement exposées (grossesse et allaitement, par exemple). Il convient dès lors à chacun de lire l'information, non pas comme des recommandations ubiquitaires, mais davantage en cherchant la pertinence des remarques qui pourraient s'appliquer à ses propres habitudes alimentaires et ses comportements de consommation personnels.

Se nourrir pour rencontrer les besoins du corps (et de l'esprit !) est une tâche à deux composantes qui implique la recherche d'un équilibre interactif constant. L'une (se nourrir) est l'alimentation, avec ses habitudes et ses choix. L'autre (rencontrer les besoins) émerge de l'individu avec ses spécificités, notamment génétiques et physiologiques (activités, vieillissement, etc.). Cette seconde composante est trop variable individuellement pour être définie à l'échelle du groupe, a fortiori d'une société dans son ensemble.

Une restriction sélective portant, en tout ou en partie, sur les produits d'origine animale permet d'identifier des champs d'avantages et de risques nutritionnels précis auxquels le « végétarien » s'expose.

La partie de cet avis consacrée aux risques est plus détaillée que celle concernant les avantages qui font l'objet de nombreuses publications utiles à consulter par ailleurs. Ce choix

conscient permet aussi d'informer les personnes concernées sur des points sensibles à garder en mémoire, voire à surveiller afin d'éviter tout ennui de santé.

Les grands principes à connaître, et partant, les composants nutritionnels à tenir sous contrôle dans un choix alimentaire végétarien au sens large, sont donc nombreux. Ils peuvent selon les uns, conduire à des carences, selon les autres, à des excès néfastes. Une fois ces obstacles franchis, le bénéfice recherché est à portée de main, voire de fourchette.

Tableau 1 : Définitions des différentes modalités d'alimentation dite « végétarienne »

<p>Végétarien : En pratique, le végétarien est le plus souvent lacto-ovo-végétarien.</p> <ul style="list-style-type: none">- Lacto-ovo-végétarien : Supprime toute denrée issue d'animaux morts : la viande, la volaille, le poisson, les crustacés, les mollusques et produits dérivés comme la gélatine, la présure. Consomme les oeufs, le lait et les produits dérivés.- Ovo-végétarien : Supprime la viande, la volaille, le poisson, les crustacés, les mollusques, le lait et les produits dérivés. Consomme les oeufs.- Lacto-végétarien : Supprime la viande, la volaille, le poisson, les crustacés, les mollusques, les oeufs et dérivés. Consomme le lait et les produits dérivés. <p>Végan (ou végétalien) :</p> <ul style="list-style-type: none">- Supprime tous les aliments issus du règne animal (viande, volaille, poisson, crustacés, mollusques, oeufs, lait et produits dérivés, parfois miel).- Bien qu'il s'agisse aussi d'une philosophie de vie, le terme « végan » sera ici utilisé dans le sens « végétalien » pour éviter toute erreur typographique, dès lors que les choix alimentaires sont identiques. <p>Autres :</p> <ul style="list-style-type: none">- Semi-végétarien (ou fléxitarien) : Consomme occasionnellement de la viande, de la volaille et du poisson. Consomme les oeufs, le lait et les produits dérivés.- Pesco-végétarien : Supprime la viande, la volaille et dérivés. Consomme le poisson, les crustacés, les mollusques, les oeufs, le lait et les produits dérivés.
--

Tableau 2 : Groupes d'âge spécifiques retenus

La femme enceinte et la mère allaitante
Le nourrisson et l'enfant en bas âge non allaités (0 – 3 ans)
L'enfant de plus de 4 ans et l'adolescent
La personne âgée

II. METHODOLOGIE

Après analyse du sujet, le Collège et le groupe de travail permanent en charge du domaine Nutrition, alimentation et santé y compris sécurité alimentaire (NASSA) ont identifié les expertises nécessaires.

Un groupe de travail *ad hoc* a donc été constitué au sein du groupe de travail permanent NASSA. Les expertises suivantes y étaient représentées : sciences de l'alimentation, pédiatrie, gastroentérologie pédiatrique, médecine préventive, santé publique, *public health nutrition*, épidémiologie, diététique, alimentation et santé.

Les experts du groupe de travail *ad hoc* ont rempli une déclaration générale et *ad hoc* d'intérêts et la Commission de déontologie a évalué le risque potentiel de conflits d'intérêts.

L'avis est basé sur une revue de la littérature scientifique pertinente, provenant tant de journaux scientifiques que de rapports d'organisations nationales et internationales compétentes en la matière (*peer-reviewed*). La littérature a été parcourue de façon systématique à la recherche de nouvelles informations sur le sujet, avec une attention particulière pour les revues systématiques et les méta-analyses. En l'absence de données incontestables, l'avis est basé sur l'opinion des experts et une attitude prudente (basée sur le principe de précaution) a été adoptée.

Après approbation de l'avis par le groupe de travail *ad hoc* et par le groupe de travail permanent en charge du domaine NASSA, le Collège a validé l'avis en dernier ressort.

III. NUTRIMENTS A SURVEILLER

1. **PROTEINES**

1.1 Introduction

Les protéines assurent de nombreux rôles au sein de la cellule. La structure de la cellule elle-même comporte nombre de protéines de soutien (cytosquelette). D'autres protéines (enzymes) exercent une fonction dynamique dans le métabolisme cellulaire, c'est-à-dire la synthèse et la dégradation des constituants nécessaires à la vie de la cellule. Enfin, la combinaison de ces deux rôles permet à la cellule d'exercer sa fonction spécifique qu'elle joue dans l'organisme (myosine dans le myocyte ou cellule du muscle, hormones dans les glandes endocrines, etc.).

Les protéines sont composées d'acides aminés, libérés lors de leur catabolisme. Ces éléments constitutifs sont alors réutilisés pour entrer soit dans la composition d'autres protéines en voie de synthèse, soit pour entrer dans le métabolisme énergétique. C'est dire leur importance lors de la croissance mais aussi pour le maintien de l'intégrité cellulaire. Certains acides aminés (il en existe 20 différents au total) ne peuvent être synthétisés par l'organisme humain : ils sont dits essentiels et sont la phénylalanine, l'histidine, l'isoleucine, la leucine, la lysine, la méthionine, la thréonine, le tryptophane et la valine (CSS, 2016).

La qualité des protéines alimentaires est un élément crucial et exprimée par la valeur biologique. Le PDCAAS² (*Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score*) de l'OMS constituait jusqu'à présent la meilleure mesure pour déterminer la valeur biologique d'une protéine (CSS, 2016). Ce score prend en compte le profil en acides aminés limitants comparé aux besoins d'un enfant de 4 ans et d'un facteur de digestibilité et d'assimilation intestinale (voir tableau 3). Le score de digestibilité (*DIAAS - Digestible Indispensable Amino Acid Score*) représente une approche plus récente et plus précise mais son emploi n'est pas commode (CSS, 2016 ; FAO, 2011 ; van Koningsbruggen, 2013).

² Le **PDCAAS** d'une protéine est calculé comme étant la teneur en acide aminé essentiel limitant dans la protéine (exprimée en mg par g de protéine), divisée par le besoin en cet acide aminé chez les enfants jusqu'à 4 ans (également exprimé en mg par g de protéine), multipliée par la digestibilité de la protéine (exprimée en proportion de la protéine ingérée et absorbée par l'intestin) (CSS, 2016).

Tableau 3. Valeur nutritionnelle des protéines selon les scores PDCAAS et DIAAS³

Aliment	PDCAAS en % par rapport à la protéine de l'œuf	DIAAS
Oeuf dur	100 ^{1, 2, 14}	113 ¹⁴
Lait maternel	95 ^{3, 4}	
Lait de vache	91 ^{3, 4}	114 ⁶
Lait de vache entier		132 ⁷
Lactosérum concentré	104 ^{3, 4}	109 ⁸
Isolat de protéines de lactosérum		125 ⁷
Concentré de protéines de lait		118 ⁸
Caseine	100 ^{1, 2} ou 77 ^{3, 4}	
Boeuf	92 ¹ ou 80 ^{3, 4}	111 ^{9, 15}
Filet de poitrine de poulet	100 ¹⁴	108 ^{6, 14}
Soja	91 - 92 ^{1, 2} ou 74 ^{3, 4}	
Protéines de soja		91,5 ⁶
Concentré de protéines de soja		90 ¹⁰
Tofu		52
Froment	42 ¹	40 ⁹
Germes de blé		80 ¹³
Protéines de riz	83 ³	
Concentré de protéines de riz		37 ¹⁰
Riz bouilli		59 ⁶
Flocons d'avoine		54 ¹²
Orge		47 ⁹
Seigle		48 ⁹
Céréales petit déjeuner à base de maïs		10 ⁶
Légumineuses	31 - 58 ¹	
Concentré de protéines de petits pois		91,5 ⁶
Pois chiches		83 ⁶
Petits pois bouillis		58 ⁶
Lentilles		55 ¹¹
Fèves		51 ¹¹
Colza		70 ⁹
Graines de tournesol		67 ¹¹
Cacahuètes grillées		43 ¹⁰
Amandes		40 ⁶
Quinoa	83 ^{3, 4} 64 - 90 ⁵	

Sources : ¹ HGR, 2016; ² FAO, 1989; ³ Schasteen, 2011; ⁴ Phillips, 2009; ⁵ Cervantes-Pahm et al, 2014; ⁶ Philips et al, 2017; ⁷ FAO, 2011; ⁸ Mathai et al, 2017; ⁹ Ertl et al, 2016; ¹⁰ Rutherford et al, 2015; ¹¹ Marinangeli & House, 2017 ; ¹² Abellila et al, 2017 ; ¹³ Brestensky et al, 2019 ; ¹⁴ Marinangeli & House, 2017 ; ¹⁵ Hodgkinson et al, 2018.

Les végétaux sont pour la plupart riches en fibres et leurs protéines sont de ce fait moins accessibles à la digestion, et donc moins absorbées que les protéines animales (Agnoli et al,

³ **DIAAS** - *Digestible Indispensable Amino Acid Score*: DIAAS% = 100 x [(mg d'acide aminé indispensable digestible dans 1 g de protéine alimentaire)/(mg du même acide aminé essentiel dans 1 g de protéine de référence)]. Le score le plus bas (l'acide aminé limitant) fixe la valeur du score DIAAS (FAO, 2011; van Koningsbruggen, 2013).

Le prétraitement de l'aliment peut entraîner une différence importante. Exemples : la valeur de l'œuf, cuit dur ne s'applique pas à l'œuf cru ; les petits pois et, par extension, les légumineuses ont une valeur variable en fonction du traitement technologique qui peut notamment éliminer des facteurs antinutritionnels sont éliminés par pré-traitement.

2017 ; van Koningsbruggen, 2013). Ces teneurs fortes en fibres augmentent aussi le volume des repas et induisent une sensation de satiété rapide. Ce point est souvent vu comme un avantage dans la prévention de l'obésité, mais peut s'avérer préjudiciable en période de croissance, de grossesse et d'allaitement et peut amener les personnes âgées à consommer trop peu d'énergie. En outre, l'atrophie gastrique, fréquente chez ces derniers peut engendrer des ennuis supplémentaires (Melina et al, 2016). Dans le même ordre d'idée et sur le plan pratique, il est nécessaire de bien cuire les légumes secs afin de neutraliser l'effet délétère de certaines glycoprotéines abondantes dans le règne végétal, comme les lectines et autres toxiques apparentés. Cette pratique facilite aussi la digestion de ces végétaux (CSS, 2016 ; Agnoli et al, 2017).

1.2 Apport journalier recommandé

L'apport journalier protéique recommandé pour un adulte et une personne âgée est de minimum 0,83 g/kg de poids corporel. Lors de la croissance, de la grossesse et de la lactation, ces apports doivent être plus importants. Afin d'assurer une bonne utilisation des protéines consommées, il convient de consommer suffisamment d'énergie (glucides et lipides) et aussi d'effectuer suffisamment d'exercice physique. Les besoins en protéines sont également plus élevés chez les garçons durant la puberté suite au développement plus important de leur masse musculaire (CSS, 2016).

Chez les végétariens et végétariens, il est conseillé d'augmenter respectivement de 20 % ou 30 % l'apport protéique quotidien parce que les protéines végétales sont de valeur biologique moindre (voir infra). Selon certains auteurs, un apport de 1 à 1,2 g/kg de poids corporel est nécessaire pour les lacto-ovo-végétariens et 1,3 g pour les végétariens (CSS, 2016 ; Agnoli et al, 2017 ; Melina et al, 2016).

Ci-dessous (tableaux 4 et 5), les besoins moyens en acides aminés essentiels et en protéines par tranche d'âge.

Tableau 4 : Besoins moyens en acides aminés essentiels par tranche d'âge, en mg/ kg poids corporel/ jour

Acides aminés essentiels	Age en années					
	0,5	1 - 2	3 - 10	11 - 14	15 - 18	Adultes
Histidine	22	15	12	12	11	10
Isoleucine	36	27	23	22	21	20
Leucine	73	54	44	44	42	39
Lysine	64	45	35	35	33	30
Méthionine + cystéine	31	22	18	17	16	15
Phénylalanine + tyrosine	59	40	30	30	28	25
Thréonine	34	23	18	18	17	15
Tryptophane	9,5	6,4	4,8	4,8	4,5	4
Valine	49	36	29	29	28	26

Source : CSS, 2016.

Tableau 5 : Recommandations en protéines

	Femme (62,1 kg)	Homme (74,6 kg)
AJR pour l'adulte (0,83 g/kg de poids)	> 52 g/j (= 10 portions de 5 g de protéines)	62 g/j (= 12 portions de 5 g de protéines)
AJR x 1,2 (lacto-ovo-végétarisme)	62 g/j (= 12 portions de 5 g de protéines)	74 g/j (= 15 portions de 5 g de protéines)
AJR x 1,3 (végan)	68 g/j (= 14 portions de 5 g de protéines)	81 g/j (= 20 portions de 5 g de protéines)

Source : CSS, 2016.

AJR: Apport journalier recommandé.

Concernant l'apport protéique maximal tolérable, il est évalué à 25 % de l'apport énergétique total (AET) de l'adulte. Pour le nourrisson et l'enfant en bas-âge (maximum 2 ans), il est préférable de se limiter à 8 à 12 % de l'AET (CSS, 2016).

1.3 Principales sources alimentaires et apport usuel

Pour la population belge générale (âgée de 3 à 64 ans), les aliments suivants constituent les sources les plus importantes en protéines (De Ridder et al, 2016) :

- les viandes, préparations de viandes et substituts végétariens,
- les céréales et produits céréaliers,
- les produits laitiers et les substituts de produits laitiers.

Dans une moindre mesure (De Ridder et al, 2016) :

- le poisson, les coquillages et les crustacés,
- les œufs,
- les légumes, les pommes de terre et autres tubercules.

Pour la population végétarienne, l'enquête nationale belge de consommation alimentaire de 2014 ne donne pas d'information spécifique sur les prises alimentaires des végétariens ou végans. L'enquête européenne EPIC signale que leur consommation protéique est dans l'ensemble suffisante (Appleby, 2011 ; Spencer et al, 2010).

Dans la population belge générale, les apports protéiques moyens sont suffisants, car ils oscillent entre 14,8 et 15,8 % de l'énergie consommée selon les groupes d'âge. Les protéines animales représentent 60 % environ de cet apport (Enquête nationale de consommation alimentaire 2014 - 2015 : De Ridder et al, 2016). Les apports quantitatifs en protéines semblent également suffisants chez les végétariens et même les végans (Appleby, 2011). Par contre, se passer de protéines animales sans compensation spécifique peut conduire à une carence en acides aminés essentiels ayant comme conséquence, notamment un retard de croissance, une fonte musculaire et un déficit immunitaire. Ce risque est particulièrement latent chez les végans stricts, moins chez les lacto-, ovo-, et pesco-végétariens. Les groupes à haut risque sont les personnes ayant des besoins accrus en acides aminés, soit les individus encore en croissance, les femmes enceintes et allaitantes.

1.4 Recommandations pratiques

Les protéines animales présentent des valeurs biologiques élevées et leur consommation permet de couvrir les besoins en acides aminés (cf. 1.1, 3^{ème} §). Les protéines végétales présentent des valeurs biologiques moindres, même si certaines, comme celles du soja et du quinoa, approchent les valeurs des protéines animales.

La qualité protéique des boissons à base de soja (et aussi souvent la quantité protéique) est supérieure à celle d'autres boissons végétales (dérivées du riz, céréales ou noix). C'est pourquoi, du point de vue diététique une préférence est souvent donnée aux dérivés du soja comme substituts du lait.

Les acides aminés essentiels présents en faibles quantités (appelés « limitants ») dans les protéines végétales sont la méthionine (entre autres dans les légumineuses) et la lysine (notamment dans les céréales). Des combinaisons de diverses protéines peuvent améliorer cette situation déficitaire, voire la résoudre. Chez les lacto-, ovo-, pesco-végétariens, la consommation combinée de protéines végétales et de lait(ages), oeuf ou poisson donne un profil d'acides aminés satisfaisant. Chez les végétariens, ce sont diverses associations bien pensées entre protéines végétales qui permettent d'arriver au même résultat. Une combinaison de légumineuses et de céréales consommée lors des différents repas de la journée est la manière la plus courante d'atteindre le but souhaité. D'après l'*Academy of Nutrition and Dietetics*, cette complémentarité des protéines au sein du même repas n'est pas nécessaire pour l'adulte en bonne santé, s'il consomme les différentes sources de protéines végétales au cours de la journée et s'il a des apports caloriques adéquats (Melina et al, 2016). Ces recommandations plus souples prennent en considération la contribution du pool d'acides aminés essentiels de l'organisme. Cette réserve fournit des acides aminés libres qui peuvent être utilisés pour compléter les protéines provenant de l'alimentation (Mangels R, 2011). En absence de données probantes de la littérature durant les périodes de croissance, de grossesse et d'allaitement, c'est autant que possible au cours du même repas que ces associations de protéines végétales restent préconisées (voir les possibilités au schéma 1).

Pour le nourrisson, seul l'allaitement ou un substitut équilibré et adapté à l'âge de l'enfant peut convenir à son développement. Une attention particulière doit être portée aux enfants, adolescents, femmes enceintes et allaitantes en raison de leurs besoins protéiques accrus, de même pour les personnes âgées en raison de leurs capacités digestives et métaboliques réduites. C'est pourquoi il est recommandé à ces groupes à risque de prendre conseil et de s'informer. Il est rappelé de se référer à ce propos au chapitre V. du présent document.

D'après le règlement européen n° 1924/2006 portant sur les allégations nutritionnelles et de santé, une denrée alimentaire est considérée comme source de protéines si celles-ci en constituent au moins 12 % de la valeur énergétique (UE, 2007).

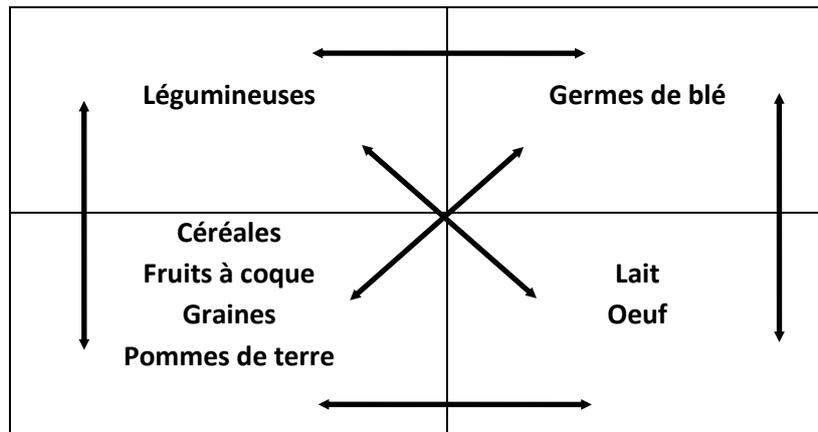
Des sources de protéines végétales sont :

- les légumineuses (haricots bruns/rouges/blancs, flageolets, pois cassés, pois chiches, lentilles, fèves, etc.) ;
- les céréales (pain, pâtes, flocons de céréales, germes de blé, avoine, orge, riz, etc.) et le quinoa ;
- les produits issus du soja (tofu, tempeh, boissons ou yaourt de soja et substituts de viande à base de soja) ;
- les mycoprotéines (Quorn®) ;
- diverses variétés de fruits oléagineux et de graines ;
- des préparations prêtes-à-l'emploi qui répondent aux critères suivants :
 - o *Substituts de viande* (Voedingscentrum, 2019 ; VIGeZ, 2012):
 - o protéines > 10 g/100 g du poids total,
 - o lipides ou matières grasses < protéines et < 10 g/100 g du poids total,
 - o graisses saturées : maximum 1/3 des lipides totaux et < 5 g/100 g,
 - o teneur en fer : minimum 0,8 mg/100 g,
 - o vitamine B12 : minimum 0,24 µg/100 g,
 - o sel : maximum 1,1 g sel/100 g.
 - o *Substituts du lait et de produits laitiers* (NUBEL, 2017 ; VIGeZ, 2012) :

Seuls les boissons et yaourts à base de soja ont une teneur protéique suffisante. Les produits enrichis en calcium et en vitamine B12 doivent être prioritaires. Pour les jeunes enfants, des produits plus ciblés sont recommandés (voir recommandations par groupes d'âge au chapitre V.). Les boissons à base de céréales (avoine, riz, etc.) ou de fruits à coque (amande, noisette, coco, etc.) ne contiennent que (très) peu de protéines et ont un profil en acides aminés inadapté ; elles ne conviennent donc pas comme substitut du lait pour les jeunes enfants.

Il est conseillé de consulter les diverses combinaisons possibles entre protéines dans le schéma 1 et au tableau 6 repris ci-dessous. Comme signalé plus haut, pour l'adulte en bonne santé il s'agit de combinaisons lors des différents repas de la journée ; pour les périodes de croissance, de grossesse et d'allaitement, autant que possible au cours du même repas. En outre, il faut toujours veiller à consommer suffisamment d'énergie afin d'éviter le catabolisme des protéines endogènes (Mangels et al, 2011).

Schema 1. Combinaisons considérées comme appropriées



Sources : VIGeZ, 2012 ; De Ridder, 2000.

Quand le ou les composants d'une même case (selon) sont combinés avec le ou les composants d'une autre case (quelle qu'elle soit, mais ce en quantités appropriées), on peut considérer que la combinaison obtenue est susceptible de se substituer au profil aminé de la viande, et donc de la remplacer en tant qu'aliment.

Tableau 6 : Quantités équivalentes pour 5g de protéines (calcul selon NUBEL, 2017) et scores DIAAS

<p>a. DIAAS > 100 % : protéines excellentes ou de grande qualité biologique 20 g fromage à pâte dure 1 oeuf (petit 40g) 63 g fromage blanc frais (entier) 114 g yaourt maigre 128 g yaourt entier 147 ml lait, entier ou demi-écrémé</p> <p>b. DIAAS 75 – 100 % : protéines de bonne qualité mais non optimale 26 g tempeh 27 g burger végétarien au soja 36 g substitut de viande aux mycoprotéines (Quorn®) 37 g tofu 37 g quinoa (sec)(= 92 g cuit) 119 g alternative au yaourt à base de soja, nature 161 ml boisson au soja Ca+, nature</p>	<p>c. DIAAS < 75 % ou protéines suboptimales <i>(à utiliser en combinaison voir schéma 1)</i> 19 g germes de blé 23 g seitan 20 g graines de courge 25 g graines de tournesol 25 g pistaches, noix de cajou 33 g noix de grenoble, noisettes, noix du brésil 37 g flocons d'avoine 40 g céréales petit déjeuner (flocons de blé entier) 43 g pain complet ou multicéréales 46 g pain gris (50 % complet) 49 g burger végétarien sans soja 60 g légumineuse moyenne (cuit) 60 g pain blanc 92 g pâtes (complètes) (cuites) 192 g riz (complet) (cuit)</p>
--	--

1.5 Références

- Abellila J, Liu Y, Stein HH. Digestible indispensable amino acid score (DIAAS) and protein digestibility corrected amino acid score (PDCAAS) in oat protein concentrate measured in 20- to 30-kilogram pigs. *J S Food Agriculture* 2017;98:410-14.
- Agnoli C, Baroni L, Bertini I, Ciappellano S, Fabbri A, Papa M et al. Position paper on vegetarian diets from the working group of the Italian Society of Human Nutrition. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2017;27:1037-52.
- Appleby P. Uit de Epic studie : Lessen voor vegetariërs en veganisten. *Tijdschrift voor Voeding en Diëtetiek* jaargang 2011;37:4-8.
- Brestensky M, Nitrayova S, Patras P. Wheat germ and their protein quality for human nutrition. *Nutri Food Sci Int J* 2019;8:5.
- Cervantes-Pahm SK, Liu Yanhong, Stein HH. (2014). Digestible indispensable amino acid score and digestible amino acids in eight cereal grains. *British Journal of Nutrition* 2014;111: 1663-72.
- CSS - Conseil supérieur de la santé. Recommandations nutritionnelles pour la Belgique - 2016. Bruxelles: CSS; 2016. Avis n° 9285.
- De Ridder D, Hebbelinck M, Notte-De Ruyter A, Rottiers R, Verschraegen M, De Koninck K et al. Standpuntbepaling vegetarische voeding. Vlaamse Beroepsvereniging van Diëtisten (V.B.V.D.). *Tijdschrift voor Voeding & Diëtetiek* 2000; jaargang 26 nr.3, mei-juni.
- De Ridder K, Lebacqz T, Ost C, Teppers E, Brocatus L et al. Enquête de Consommation Alimentaire 2014-2015. Rapport 4: La consommation alimentaire. Bruxelles: WIV-ISP, 2016.
- Ertl P, Knaus W, Zollitsch W. Een benadering om eiwitkwaliteit op te nemen bij het beoordelen van de netto bijdrage van vee aan menselijke voedselvoorziening. *Dier* 2016;10:1883-89.
- FAO – Food and Agriculture Organization. Protein quality evaluation: Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation. Volume 51 van FAO food and nutrition paper, Bethesda, Md., USA; 1989.
- FAO – Food and Agriculture Organization. Dietary protein quality evaluation in human Nutrition. Report of an FAO Expert Consultation. FAO food and nutrition paper 92; 2011.
- Hodgkinson SM, Montoya CA, Scholten PT, Rutherford SM, Moughan PJ. Cooking conditions affect the true ileal digestible amino acid content and digestible indispensable amino acid score (DIAAS) of bovine meat as determined in pigs. *J Nutr* 2018;148:156-69.
- Mangels R, Messina V, Messina M. *The Dietitian's Guide to Vegetarian Diets*, 3rd ed. Sudbury, MA. Jones and Bartlett Learning; 2011.
- Marinangeli CPF, House JD. Potential impact of the digestible indispensable amino acid score as a measure of protein quality on dietary regulations and health. *Nutrition Rev* 2017; 75:658-67.
- Mathai JK, Liu Y, Stein HH. Values for digestible indispensable amino acid scores (DIAAS) for some dairy and plant proteins may better describe protein quality than values calculated using the concept for protein digestibility-corrected amino acid scores (PDCAAS). *British Journal of Nutrition* 2017;117:490-99.

- Melina V, Craig W, Levin S. Position paper of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *J Acad Nutr Diet* 2016;116:1970-80.
- NUBEL. Table belge de composition des aliments - 6^{ème} édition. Bruxelles: Nubel asbl, 2017.
Available from: URL:<<http://www.nubel.com/fr/table-de-composition-des-aliments.html>>.
- Philips SM. Current Concepts and Unresolved Questions in Dietary Protein Requirements and Supplements in Adults. *Front Nutrition* 2017;13:404-9.
- Phillips SM, Tang JE, Moore DR. The role of milk- and soy-based protein in support of muscle protein synthesis and muscle protein accretion in young and elderly persons. *J Am Coll Nutr* 2009;28:343-54.
- Rutherford SM, Fanning AC., Miller BJ, Moghan PJ. Protein digestibility-corrected amino acid scores and digestible indispensable amino acid scores differentially describe protein quality in growing male rats. *J Nutrition* 2015;145:372-9.
- Schasteen CS. Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Scores (PDCAAS) for Soy Protein Isolates and Concentrate: Criteria for Evaluation. *J Agric Food Chem* 2011;59:12707-12.
- Spencer EA, Key TJ, Appleby PN, Dahm CC, Keogh RH, Fentiman IS et al. Meat, poultry and fish and risk of colorectal cancer: pooled analysis of data from the UK dietary cohort consortium. *Cancer Causes Control* 2010;21:1417-25.
Available from: URL:< <http://www.epic-oxford.org/epic-oxford-publications/>>.
- UE – Union européenne. Règlement (CE) n°1924/2006 du Parlement Européen et du Conseil du 20 décembre 2006 concernant les allégations nutritionnelles et de santé portant sur les denrées alimentaires. JO L12/3 du 18 janvier 2007.
- van Koningsbruggen W. FAO beveelt DIAAS aan voor het bepalen van eiwitkwaliteit. *Voedingsmagazine* 2013;1:8-12.
- Mangels R, Messina V, Messina M. *The Dietitian's Guide to Vegetarian Diets*, 3rd ed. Sudbury (MA): Jones and Bartlett Learning; 2010.
- VIGeZ - Vlaams Instituut Gezond Leven. *Bewust eten, kiezen, kopen en klaarmaken*. Acco uitgeverij; 2012.
- Voedingscentrum: eerlijk over eten. 2019. Available from: URL:<<http://www.voedingscentrum.nl/encyclopedie/vleesvervangers.aspx.8>>.

2. LIPIDES

2.1 Introduction

Les lipides (ou graisses) sont des macronutriments qui occupent une place majeure dans l'organisme par leurs différents rôles. Ils contribuent à un apport important en énergie (1 g de lipides = 9 kcal), favorisent l'absorption des vitamines liposolubles (A, D, E, K), entrent dans la composition de certaines hormones, ont un rôle de stockage de l'énergie (sous forme de triglycérides dans le tissu adipeux) et un rôle structurel (sous forme de phospholipides dans les membranes cellulaires) (CSS, 2016 ; ANSES, 2017).

Les différentes classes de lipides, définies selon leur structure chimique, sont les triglycérides, les phospholipides, les sphingolipides et les esters de cholestérol. Les triglycérides sont la source principale d'acides gras. On distingue trois types d'acides gras : les acides gras saturés, les acides gras monoinsaturés et les acides gras polyinsaturés (CSS, 2016 ; ANSES, 2017).

Parmi les acides gras polyinsaturés, deux sont essentiels : l'acide linoléique (LA) oméga-6 et l'acide alpha linoléique (LNA) oméga-3. Ces deux acides gras essentiels, ne pouvant pas être synthétisés par l'organisme humain, doivent être totalement apportés par l'alimentation. Par ailleurs, deux acides gras oméga-3 sont également qualifiés comme indispensables ou semi-essentiels : l'acide eicosapentaénoïque (EPA) et l'acide docosahexaénoïque (DHA). Ces EPA et DHA peuvent être synthétisés dans l'organisme par bioconversion à partir du LNA, mais en très faible quantité ; cette bioconversion varie selon le sexe, l'âge, l'état de santé et est réduite, entre autres, lors d'un apport élevé en LA. C'est pourquoi ils doivent être apportés par l'alimentation.

Les acides gras oméga-3 sont des constituants des membranes cellulaires et des précurseurs d'eicosanoïdes (prostaglandines, prostacyclines, leucotriènes, thromboxanes). Ils interviennent dans la croissance et le développement, le système cardiovasculaire, la réponse inflammatoire, l'immunité et les fonctions cognitives.

2.2 Apport journalier recommandé

Un équilibre adéquat entre acides gras comportant une majorité d'acides gras insaturés (monoinsaturés et polyinsaturés dont oméga-6 et oméga-3) est indispensable pour une bonne santé, et inclut aussi mais sans excès des acides gras saturés. Le CSS a émis des recommandations nutritionnelles à ce sujet (voir tableau 7) (CSS, 2016).

Tableau 7 : recommandations nutritionnelles pour les adultes : lipides

	% Besoins énergétiques	Hommes (g/jour)*	Femmes (g/jour)*
Lipides totaux	> 20 < 30 - 35 %	> 55 < 83 - 97	> 44 < 66 - 77
AGS	< 10 %	< 28	< 22
AGS athérogènes	<= 8 %	<= 22	<= 18
MUFA**	10 - 20 %	28 - 55	22 - 44
PUFA**	5 - 10 %	14 - 28	11 - 22
Oméga-6	4 - 8 %	11 - 22	8,8 - 18
LA	4 %	11	8,8
Oméga-3	1 - 2 %	2,8 - 5,6	2,2 - 4,4
LNA	1 %	2,8	2,2
EPA + DHA		0,250 - 0,500	0,250 - 0,500
Acides gras trans d'origine industrielle	Le plus faible possible	Le plus faible possible	Le plus faible possible
Cholestérol		< 300 mg	< 300 mg

Source : CSS, 2016.

* Sur la base de besoins énergétiques quotidiens de 2500 kcal pour les hommes et de 2000 kcal pour les femmes.

** Les MUFA et PUFA doivent représenter au moins les deux tiers de l'apport lipidique total.

Il convient de préciser qu'en cas d'alimentation à prédominance végétale, un rapport LA/LNA n'excédant pas 4:1 est recommandé pour permettre une conversion optimale tant des oméga-3 que des oméga-6 (Melina et al, 2016 ; Burns-Whitmore et al, 2019).

2.3 Principales sources alimentaires et apport usuel

Selon l'enquête de consommation alimentaire menée en Belgique, l'apport moyen de la population générale en oméga-6 est conforme aux recommandations, ce qui n'est pas le cas pour les oméga-3 dont l'apport est insuffisant (0,7 % des apports énergétiques au lieu de 1 à 2 %) (Lebacqz et al, 2016).

En ce qui concerne les végétariens et les végétans, les études montrent des résultats contrastés concernant l'apport et le statut biologique en LNA, qui peut être suffisant ou au contraire excédentaire. Cependant, plusieurs études montrent à la fois des apports alimentaires et des statuts biologiques en EPA et DHA inférieurs à ceux des omnivores, du fait principalement de la suppression du poisson. Cette constatation est même aggravée chez les végétans (Agnoli et al, 2017 ; Melina et al, 2016). Ces statuts réduits en EPA et DHA pourraient avoir des répercussions sur la santé, mais l'impact clinique chez les végétariens et les végétans n'est pas

connu (Melina et al, 2016 ; Saunders et al, 2013).

Plusieurs études montrent que le végétarisme a un impact positif sur la santé cardiovasculaire et que les oméga-3 végétaux et marins sont associés à un risque coronarien réduit de 9 % (Pilis et al, 2014 ; Gobbo et al, 2016). En revanche, pendant les périodes de croissance, un statut faible en DHA pourrait poser problème, du fait de son importance dans le développement, notamment neurologique (rétine, système nerveux, etc.) (Saunders et al, 2013).

Dans une alimentation à prédominance végétale :

- Les apports en graisses saturées sont généralement satisfaisants et inférieurs à ceux des consommateurs de viandes et produits dérivés (Sobiecki et al, 2016). Les excès peuvent parfois apparaître lors d'une consommation élevée de fromage, produits à base de fromage, de burgers végétaux affichant une teneur élevée en graisses, d'aliments frits, de biscuits et de graisses tropicales (coco, palme (CSS, 2013)).
- Les apports en graisses insaturées de la famille oméga-6 sont généralement plus élevés que chez les omnivores, principalement en LA. Ce fait tient à la consommation importante de graines et fruits oléagineux, d'huiles et de végétaux.
- Les apports en graisses insaturées de la famille oméga-3 (LNA, EPA, DHA) sont généralement insuffisants. L'absence de consommation de poissons, de fruits de mer et d'œufs entraîne un apport moindre en EPA et DHA.
- Un rapport LA/LNA élevé risque d'inhiber, voire de bloquer, la synthèse endogène de EPA et DHA (Melina et al, 2016).

2.4 Recommandations pratiques

Chez les pesco-végétariens, la consommation régulière de poissons gras dont la teneur dépasse 2 % de lipides (sardine, maquereau, saumon, etc.) et/ou d'huile de poisson permet d'apporter les EPA et DHA en quantités suffisantes (ANSES, 2010).

Chez les ovo-végétariens, la consommation régulière d'œufs issus de la filière oméga-3 permet d'apporter les EPA et DHA en quantité intéressante (100 à 220 mg/100g), mais cette seule consommation ne permet pas d'atteindre les recommandations du CSS.

Chez les lacto-végétariens et les végétariens, l'apport en EPA et DHA est quasi inexistant (Melina et al, 2016). Le LNA doit être apporté par une consommation quotidienne suffisante d'huiles riches en oméga-3 (colza, cameline, soja, noix, chanvre) ou de sauces à base de ces huiles, de noix de Grenoble, de graines de chia ou de graines de lin moulues. L'organisme pourra synthétiser du EPA, à condition de ne pas consommer en excès des huiles, graines ou fruits oléagineux très riches en LA (carthame, tournesol, maïs, pépins de raisin, etc.) qui freinent cette bioconversion (Agnoli et al, 2017 ; Melina et al, 2016). Les sources de graisses monoinsaturées peuvent être privilégiées (olive, arachide, amande, noisette, avocat, etc.) afin d'éviter l'excès de LA.

La synthèse de DHA étant très faible, une complémentation est nécessaire. Une partie du DHA pourra être reconvertie en EPA.

Les quantités minimales pour atteindre les recommandations journalières en LNA chez l'adulte (2,2 à 2,8 g, selon le tableau 1), peuvent être au choix :

- 1 c.à soupe rase d'huile de cameline (27 – 35 % LNA) ou de lin (54 % LNA), à froid ou légèrement chauffée, mais non cuite, et à conserver au réfrigérateur à l'abri de la lumière durant un maximum de 3 mois (Morin, 2015),
- 2 c.à soupe d'huile de colza (8 – 10 % LNA), de noix (9 – 15 % LNA), de chanvre (14 – 18 % LNA) ou de soja (4 – 10 % LNA),
- 2 c.à soupe rases ou 15 g de graines de lin moulues ou de graines de chia (sans les dépasser pour des raisons de sécurité alimentaire) (EFSA, 2019a ; EFSA, 2019b),
- 30 g de noix de Grenoble.

Les matières grasses à tartiner contenant des acides gras oméga-3 peuvent compléter d'autres sources mais à elles seules, elles ne suffisent pas à couvrir les apports recommandés.

Différents groupes à risque méritent une attention particulière en ce qui concerne les apports en oméga-3 (voir chapitre V. Les besoins particuliers par groupe d'âge spécifique).

2.5 Références

- Agnoli C, Baroni L, Bertini I, Ciappellano S, Fabbri A, Papa M et al. Position paper on vegetarian diets from the working group of the Italian Society of Human Nutrition. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2017;27:1037-52.
- ANSES - Agence Nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Manger du poisson? Pourquoi? Comment? Available from: URL:<<https://www.anses.fr/fr/content/manger-du-poisson-pourquoi-comment>>.
- ANSES - Agence Nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Les lipides. Available from: URL:<<https://www.anses.fr/fr/content/les-lipides>>.
- Burns-Whitmore B, Froyen E, Heskey C, Parker T, San Pablo G. Alpha-Linolenic and Linoleic Fatty Acids in the Vegan Diet: Do They Require Dietary Reference Intake/Adequate Intake Special Consideration? *Nutrients* 2019;11:2365.
- CSS – Conseil supérieur de la santé. La problématique des acides gras saturés athérogènes et de l'huile de palme. Bruxelles: CSS; 2013. Avis n° 8464.
- CSS - Conseil supérieur de la santé. Recommandations nutritionnelles pour la Belgique - 2016. Bruxelles: CSS; 2016. Avis n° 9285.
- Craddock JC, Neale EP, Probst YC, Peoples GE. Algal supplementation of vegetarian eating patterns improves plasma and serum docosahexaenoic acid concentrations and omega-3 indices: a systematic literature review. *J Hum Nutr Diet* 2017;30:693-99.
- EFSA – European Food Safety Authority. Evaluation of the health risks related to the presence of cyanogenic glycosides in foods other than raw apricot kernels. *EFSA Journal* 2019a;17:5662.
- EFSA – European Food Safety Authority. Safety of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) as a novel food for extended uses pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. *EFSA Journal* 2019b; 17:5657.
- Gobbo LC, Imamura F, Aslibekyan S, Marklund M, Virtanen J, Wennberg M et al. ω -3 Polyunsaturated Fatty Acid Biomarkers and Coronary Heart Disease: Pooling Project of 19 Cohort Studies. *JAMA Intern Med* 2016;176:1155-66.
- Lebacqz T, De Ridder K, Ost, C, Teppers, E, Brocatus, L. Rapport 4: La consommation alimentaire. Résumé des principaux résultats. Dans: Teppers E, Tafforeau J, editors. *Enquête de Consommation Alimentaire 2014-2015*. WIV-ISP: Bruxelles; 2016.
- Melina V, Craig W, Levin S. Position paper of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *J Acad Nutr Diet* 2016;116:1970-80.
- Morin O. Caractéristiques des huiles de lin et de chanvre. *OCL* 2015;22:D608.
- Pilis W, Stec K, Zych M, Pilis A. Health benefits and risk associated with adopting a vegetarian diet. *Rocz Panstw Zakl Hig* 2014;65:9-14.
- Saunders AV, Davis BC, Garg ML. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and vegetarian diets. *Med J Aust*. 2013;199:S22-6.
- Sobiecki JG, Appleby PN, Bradburry KE, Key TJ. High compliance with dietary recommendations in a cohort of meat eaters, fish eaters, vegetarians, and vegans: results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition–Oxford Study. *Nutrition res* 2016;35:464-77.

3. GLUCIDES ET FIBRES ALIMENTAIRES

3.1 Introduction

Le mot glucide est en nutrition un terme générique qui englobe les sucres, les amidons et les fibres présents dans l'alimentation. On les sépare en 3 groupes importants : les mono et disaccharides (sucres ou glucides simples), les oligosaccharides (de 3 à 9 unités saccharidiques) et les polysaccharides (10 unités et plus) (CSS, 2016). Les sucres simples englobent les sucres ajoutés et les sucres naturellement présents dans les fruits, les légumes et les laitages.

Dans la plupart des groupes d'âge, la source énergétique majeure de l'alimentation sont les glucides. Au plan nutritionnel, on fait une différence entre 2 catégories, à savoir les glucides à effet glycémique (qui comprennent notamment les sucres ajoutés) et les fibres alimentaires (EFSA, 2010). Nous entendons par sucres ajoutés les sucres ajoutés lors de la fabrication ou la préparation des aliments : sucre quelle que soit son origine (betterave, canne à sucre, coco, etc.), sirops (agave, érable, maïs, blé, glucose, fructose), concentrés de fruits, miel, etc. Ils revêtent principalement un rôle hédonique, tout en contribuant à l'apport énergétique. Leur consommation excessive contribue à élever l'apport énergétique total avec des conséquences potentielles sur le poids en cas de déséquilibre de la balance énergétique. Les fibres alimentaires sont définies par la Commission européenne comme étant des 'polymères glucidiques composés de 3 unités au moins, qui ne peuvent être absorbés ou digérés dans l'intestin grêle et qui appartiennent à l'une des catégories suivantes : des glucides comestibles obtenus de substances alimentaires par effet d'un traitement physique, enzymatique ou chimique et qui présentent des avantages physiologiques scientifiquement reconnus; des polymères glucidiques d'origine synthétique qui possèdent des effets physiologiques bénéfiques scientifiquement reconnus (UE, 2011). Leur consommation en quantités élevées réduit les risques cardiovasculaires en influençant le LDL cholestérol et la tension artérielle diastolique (Hartley et al, 2016). En outre, certaines fibres, non à proprement parlé nutritionnelles (comme la cellulose), sont faiblement fermentées et leur potentiel hygroscopique contribue à faciliter le transit digestif (CSS, 2016).

3.2 Apport journalier recommandé

Dans son avis émis en 2016, le CSS recommande que les enfants de plus d'un an, les adolescents et les adultes couvrent de 50 à 55 % de leurs apports sous forme de glucides et que ceux-ci proviennent pour leur majorité d'aliments riches en fibres et en micronutriments tels les céréales complètes, les pommes de terre, les légumineuses, les légumes et les fruits, et enfin que les sucres ajoutés ne dépassent pas 10 % de l'apport énergétique total (CSS, 2016).

Concernant l'apport en fibres, le CSS s'en réfère à l'avis de l'EFSA qui se base essentiellement sur l'effet digestif fonctionnel des fibres. Une prise quotidienne de 25 g chez l'adulte permet une défécation normale et une consommation plus forte peut s'envisager dans un cadre de prévention cardiovasculaire ou de diabète de type 2 (EFSA, 2010). Pour les enfants, l'avis est

dérivé par calcul des recommandations adultes, tenant compte également d'un apport énergétique total suffisant : 10 g/j entre 1 et 3 ans, 14 g/j entre 4 et 6, 16 g/j entre 7 et 10, 19 g/j entre 11 et 14, et 21 g/j entre 15 et 17 ans (EFSA, 2010).

3.3 Principales sources alimentaires et apport usuel

Les sources majeures de glucides sous forme de glucose et de fructose sont les fruits, les baies, les jus de fruit et certains légumes. Les sucres ajoutés, les sodas et friandises sont riches en saccharose. Le lactose provient exclusivement du lait et des produits laitiers. Les sources d'amidon sont le pain, les pommes de terre, les céréales et les légumineuses. Les sources de fibres sont des céréales complètes et dérivés, les légumes, les fruits et pommes de terre mais aussi les fruits à coque et graines (EFSA, 2010).

L'enquête de consommation alimentaire menée en 2014 - 2015 parmi 3 461 belges âgés de 3 à 64 ans se basent sur deux questionnaires de 24 h (non consécutives) et une liste de fréquence de produits consommés. Il en ressort que les glucides apportent 44 % de l'énergie et que seul 17 % de la population répond aux recommandations du CSS. La prise quotidienne moyenne de fibres s'élève à 18 g/j et 16 % des personnes atteignent les 25 g/j conseillés. Les sources principales de glucides sont les céréales et produits dérivés (37 %) suivi par les boissons non-alcooliques, le sucre et les confiseries, les cakes et biscuits sucrés (10 % chacun). Cette enquête ne permet pas d'identifier les sources de fibres (De Ridder et al, 2016). Lors d'une enquête portant sur 465 enfants (0,5 à 3 ans) les consommations d'aliments ont été colligées pendant 4 jours consécutifs et les résultats indiquent que l'apport correspond approximativement aux quantités conseillées. L'apport moyen se situait bien en dessous de la valeur cible mais 93 % des 2 à 3 ans et 84 % des 1 à 2 ans atteignaient les 15 g/j recommandés. Les sources majeures de glucides se trouvaient dans le lait, les légumes et les fruits pour les plus jeunes et dans le lait et les biscuits pour les plus âgés. La prise de fibres émanait essentiellement des fruits et légumes (jusqu'à 55 % selon les groupes), suivi par les pommes de terre (jusqu'à 18 % selon les groupes) (Huysentruyt et al, 2016). Des résultats similaires sont signalés dans une étude portant sur 663 enfants flamands âgés de 2,5 à 6,5 ans dont les consommations de 3 jours ont été notées : la prise moyenne de fibres atteignait 13,9 g/j pour les garçons et 12,9 g/j pour les filles ce qui situait 70 % des garçons et 81 % des filles sous le seuil conseillé. Les sources majeures de fibres se situaient dans le pain et les céréales petit-déjeuner (30 %), les fruits (18 %) et les céréales (16 %) (Lin et al, 2011).

Différences entre omnivores et végétariens/végans :

Une étude belge de fréquence de consommation incluant 1 475 participants (âgés de 20 à 60 ans dont 75 % de femmes) **montre un profil de consommation de fibres meilleur pour les végétariens comparé aux omnivores**. La prise de fibres se chiffrait à 27 g/j chez les omnivores, à 41 g/j chez les végétans, à 34 g/j chez les végétariens, à 33 g/j chez les pesco-végétariens. Les groupes ne se différenciaient pas par leurs consommations totales de glucides ou de sucres ajoutés (Clarys et al, 2014).

Ces résultats sont comparables à une étude belge restreinte portant sur 69 personnes végétariennes suivies durant 3 jours et comparées à des sujets omnivores appariés. La prise de fibres était significativement plus élevée chez les végétariens (29 vs 17 g/j) avec cette fois une différence de la prise totale de glucides (287 vs 255 g/j) (Clarys et al, 2013)

Une large étude nord-américaine (Etats-Unis et Canada) basée sur des questionnaires de fréquence de consommation menée chez 71 751 participants (âgés de plus de 30 ans) montre une plus forte consommation de fibres chez les végétariens/végans (omnivores 30 g/j, pescovégétariens 37 g/j, lacto-ovo-végétariens 37 g/j et végétariens 47 g/j). La prise médiane de glucides et de sucres ajoutés ne variait pas entre ces groupes, hormis pour les végétariens dont la prise de glucides était plus élevée (309 g/j vs 267 g/j chez les omnivores) (Rizzo et al, 2013).

Des résultats similaires sont signalés par une étude européenne suivant la même méthodologie et portant sur 30 251 sujets âgés de 30 à 90 ans. La consommation de fibres s'avérait plus élevée, tant chez les hommes que les femmes, dans le groupe végétarien ou végétarien que chez les omnivores. La consommation de sucres (ajoutés ou non, les auteurs n'ayant pu faire la distinction) ne différait pas mais la part de l'énergie glucidique s'avérait plus élevée, notamment en raison d'une plus forte consommation d'amidon chez les végétariens (Sobiecki et al, 2016).

Une revue extensive de la littérature concernant les enfants végétariens/végans montre que leur consommation de fibres est systématiquement plus élevée que chez les enfants omnivores alors que leurs consommations glucidiques totales ne diffèrent pas. (Schürmann et al, 2017).

3.4 Recommandations pratiques

La consommation de fibres de la population belge est trop faible. Une alimentation végétarienne ou végétarienne a un impact favorable sur la prise de fibres sans qu'il n'y ait d'effet sur l'apport énergétique provenant des glucides. En revanche, un apport très élevé de fibres peut interférer avec l'absorption digestive des minéraux (cf. chapitre 6).

Pour éviter les excès de sucres ajoutés, il convient de consommer avec parcimonie des boissons sucrées (limonades, nectars, sodas), des confiseries et chocolats.

Les aliments contenant des sucres naturellement présents doivent être favorisés.

3.5 Références

- Clarys P, Deriemaker P, Huybrechts I, Hebbelinck M, Mullie P. Dietary pattern analysis: a comparison between matched vegetarian and omnivorous subjects. *Nutr J* 2013;12:82.
- Clarys P, Deliens T, Huybrechts I, Deriemaker P, Vanaelst B, De Keyzer W et al. Comparison of nutritional quality of the vegan, vegetarian semi-vegetarian, pescovegetarian and omnivorous diet. *Nutrients* 2014;6:1318-32.
- CSS - Conseil supérieur de la santé. Recommandations nutritionnelles pour la Belgique - 2016. Bruxelles: CSS; 2016. Avis n° 9285.
- De Ridder K, Bel S, Brocatus L, Lebacqz T, Ost C & Teppers E. Résumé des résultats.2014-2015. Dans: Tafforeau J (éd.) Enquête de consommation alimentaire. WIV-ISP, Bruxelles, 2016.
- EFSA – European Food Safety Authority. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA Journal* 2010;8:1462.
- Hartley L, May MD, Loveman E, Colquitt JL, Rees K. Dietary fibre for the primary prevention of cardiovascular disease. *Cochrane Database of Syst Rev* 2016; Art.1 No.: CD011472.
- Huysentruyt K, Laire D, Van Avondt T, De Schepper J, Vandenplas Y. Energy and macronutrient intakes and adherence to dietary guidelines of infants and toddlers in Belgium. *Eur J Nutr* 2016;55:1595-604.
- Lin Y, Bolca S, Vandevijvere S, De Keyzer W, Van Oyen H, Van Camp J et al. Dietary sources of fiber intake and its association with socio-economic factors among Flemish preschool children. *Int J Mol Sci* 2011;12:1836-53.
- Rizzo NS, Jaceldo-Siegl K, Sabate J, Fraser GE. Nutrient profiles of vegetarian and nonvegetarian dietary patterns. *J Acad Nutr Diet* 2013 ;113:1610-9.
- Schürmann S, Kersting M, Alexy U. Vegetarian diets in children: a systematic review. *Eur J Nutr* 2017;56:1797-1817.
- Sobiecki JG, Appleby PN, Bradbury KE, Key TJ. High compliance with dietary recommendations in a cohort of meat eaters, fish eaters, vegetarians, and vegans: results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Oxford study. *Nutr Res* 2016;36:464-77.
- UE – Union européenne. Règlement (UE) n° 1169/2011 du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2011 concernant l'information des consommateurs sur les denrées alimentaires. JO L 304 du 22 novembre 2011. p.18-63.

4. VITAMINE D ET CALCIUM

4.1 Vitamine D

4.1.1 Introduction

La vitamine D est une vitamine liposoluble et une pro-hormone qui dans sa forme active (1,25-dihydroxy-calciférol) intervient dans l'assimilation intestinale du calcium et du phosphore ainsi que dans la formation du squelette. **La vitamine D est essentielle pour la croissance osseuse, la fonction musculaire et la conduction nerveuse.** En l'absence de vitamine D, seul 15 % du calcium disponible est utilisé. La vitamine D influence la synthèse d'interleukines et de cytokines et, à ce titre, le **système immunitaire** (De Ronne et al, 2013 ; Hochberg et al, 2002 ; CSS, 2016).

Les sources de vitamine D sont doubles : la vitamine D2 (ergocalciférol) synthétisée par les champignons et levures et la vitamine D3 (cholécalficérol) synthétisée par l'être humain (ou l'animal) sous l'effet des rayons ultra-violet B (rayonnement solaire) (CSS, 2016 ; EFSA, 2015).

La cause principale du déficit en vitamine D est une exposition insuffisante aux UV. Les groupes à risque sont les nourrissons, les enfants, les personnes âgées et les femmes enceintes. **Des carences donnent lieu à des crampes musculaires (tétanie), un retard de croissance, des anomalies osseuses et un risque accru de fracture, notamment chez la personne âgée (hanche).**

Bien que les études ne soient pas nombreuses ni unanimes, on considère que le risque d'une minéralisation osseuse moindre et d'une densité osseuse diminuée est plus grand chez les végétariens. Chez ces derniers, un os de moindre qualité peut non seulement résulter d'un statut nutritionnel moindre en vitamine D, mais aussi en protéines, en calcium et en vitamine B12 au cours de l'enfance et de l'adolescence, des périodes de forte croissance (Tong et al, 2020 ; Burckhardt, 2016 ; Ambroskiewicz et al, 2018 ; Appleby et al, 2007).

Un lien est aussi établi entre déficit en vitamine D et certaines maladies chroniques, comme les affections cardiovasculaires, le diabète et le cancer colo-rectal. Mais la causalité reste à démontrer. Le surpoids et l'obésité sont des fléaux mondiaux eux aussi souvent couplés au déficit vitaminique D. Ici aussi, les liens de causalité entre surpoids et métabolisme, stockage et élimination de vitamines sont peu clairs (De Ronne & De Schepper, 2013 ; Hochberg et al, 2002 ; CSS, 2016).

4.1.2 Apport journalier recommandé

Pour un adulte, cet apport devrait selon le CSS (CSS, 2016) se situer entre 10 et 15 µg/j (1 µg vitamine D3 = 40 unités internationales).

Tableau 8 : Apport journalier recommandé pour la vitamine D

Age	Sexe	Vitamine D3, µg/jour
0 - 6 mois	H/F	10
7 - 12 mois	H/F	10
1 - 3 ans	H/F	10
4 - 6 ans	H/F	10
7 - 10 ans	H/F	10
11 - 14 ans	H/F	10 - 15
15 - 18 ans	H/F	10 - 15
Adultes (19 - 70 ans)	H/F	10 - 15
Plus de 70 ans	H/F	20
Grossesse	F	20
Allaitement	F	20

Source : CSS, 2016.

Dans l'ancien système d'unité, 40 unités internationales correspondent à 1 µg de vitamine D.

4.1.3 Apport maximal tolérable

L'apport maximal tolérable est selon le CSS de 25 µg ou 1 000 UI/j pour les enfants de 3 - 10 ans et de 50 µg ou 2 000 UI/j pour les adolescents et les adultes (11 ans et plus) (CSS, 2016). L'apport usuel pour la population belge âgée de 3 à 64 ans se situe en dessous de l'AMT. Mais lorsque l'on prend en compte les suppléments vitaminiques consommés, alors 1 % des hommes et 2 % des femmes dépassent cet AMT (Moyersoen & Teppers, 2016).

4.1.4 Synthèse endogène, principales sources alimentaires et apport usuel

Synthèse endogène :

Sous l'influence des UV-B, le corps humain assure la synthèse cutanée de vitamine D au départ du 7-dehydrocholestérol. Cette synthèse produit une pré-vitamine D3 qui est immédiatement transformée en vitamine D3. L'intensité lumineuse varie selon la localisation géographique (latitude et hauteur zénitale), l'heure de la journée et la filtration des rayons (pigmentation cutanée, crème solaire, couche nuageuse, etc.) (De Ronne & De Schepper, 2013 ; Hochberg et al, 2002). Une exposition du visage et des bras à la lumière du jour durant

15 minutes permet de synthétiser 3 000 UI. Un tel effet peut être obtenu en Belgique d'avril à fin octobre. Durant l'hiver ou lorsque l'ensoleillement faiblit, la population belge vit de ses réserves vitaminiques limitées et dépend alors surtout de la prise alimentaire, voire de compléments (Fewtrell et al, 2017 ; Weggemans et al, 2009). En raison des risques de kératose actinique et de cancer cutané, l'exposition solaire directe n'est pas conseillée et certainement pas chez le jeune enfant (De Ronne et al, 2013 ; Hochberg et al, 2002 ; CSS, 2016).

Principales sources alimentaires et apport usuel :

La vitamine D peut être apportée par des aliments d'origine animale (vitamine D3) et dans une moindre mesure d'origine végétale (vitamine D2). Cette dernière est moins bien convertie en principe actif dans l'organisme humain (Melina et al, 2016).

La vitamine D est naturellement présente dans les poissons gras, le jaune d'œuf, le beurre et dans une moindre mesure dans les produits laitiers entiers (Melina et al, 2016 ; De Ronne et al, 2013 ; Hochberg et al, 2002). Les margarines et les minarines sont fortifiées ; elles doivent contenir 2,5 à 3,0 U.I. de vitamine D2 ou D3 par gramme (AR du 2 oct. 1980). Le foie et les poissons gras sont les aliments les plus riches.

D'après l'étude de consommation alimentaire belge de 2014, les principales sources vitaminiques D sont la viande et les produits carnés, les matières grasses et les huiles, le lait et substituts, les poissons, crustacés et coquillages qui apportent respectivement 23, 21, 20 et 10 % (Moyersoen & Teppers, 2016). Outre les margarines et minarines, d'autres produits peuvent aussi être enrichis en vitamine D : certaines boissons végétales, céréales pour petit déjeuner et parfois le lait.

Des champignons traités aux UV peuvent aussi contenir des quantités substantielles de vitamine D2 et en moindre mesure de vitamine D3 (Moyersoen & Teppers, 2016 ; Keegan et al, 2013 ; Cardwell, 2018). Le lichen boréal contient de la vitamine D3.

L'apport moyen via l'alimentation se situe à 3,76 µg/j pour les Belges âgés de 3 à 64 ans. L'apport augmente progressivement avec l'âge (de 3,30 µg/j pour les 3 - 5 ans, à 4,04 µg/j pour les 40 - 64 ans). Si l'on tient compte des compléments alimentaires, l'apport moyen passe à 10,0 µg/j (Moyersoen & Teppers, 2016).

Les études semblables menées en Europe indiquent que l'apport moyen se situe entre 1,1 µg et 8,2 µg/j (EFSA, 2012). Les citoyens européens qui consomment des compléments voient leur apport vitaminique D3 osciller entre 3,1 et 23,5 µg/j (EFSA, 2012).

Le profil alimentaire végétarien qui évite, voire supprime tout aliment d'origine animale, ne peut formellement garantir un apport vitaminique D3 adéquat (Braegger et al, 2013 ; De Ronne & De Schepper, 2013 ; Hochberg et al, 2002). Les lacto-ovo-végétariens peuvent trouver de la vitamine D3 dans les margarines et minarines enrichies, certains laitages et le jaune d'œuf.

Pour les végans, les sources principales sont les produits enrichis comme les boissons à base de soja, céréales ou noix, et les margarines et minarines. Il convient de préciser que l'ajout de nutriments (« enrichissement ») aux aliments issus de l'agriculture biologique est permis lorsque la réglementation l'oblige comme pour la vitamine D dans les margarines et minarines. Différentes études européennes indiquent un apport bas pour les végétariens, voire très bas pour les végans (Sobiecki et al, 2016 ; Schüpbach et al, 2017 ; Elorinne et al, 2016 ; Allès et al, 2017).

4.1.5 Recommandations pratiques

Des apports vitaminiques complémentaires sont conseillés par le CSS, et ce pour toute la population (CSS, 2016).

Cette recommandation s'applique plus particulièrement aux adolescents (Hochberg et al, 2002), aux femmes enceintes et allaitantes (Clarys et al, 2014) et aux personnes âgées. Elle s'adresse avec encore plus d'insistance aux jeunes enfants de moins de 6 ans (De Ronne & De Schepper, 2013 ; Hochberg et al, 2002) sous forme de complément dosé à 10 µg (= 400 UI/jour).

Un apport vitaminique supplémentaire est possible en portant ses choix sur les sources suivantes :

- Sources animales :
 - o Lacto-ovo-végétarisme : jaune d'œuf et laitages entiers (dont fromages) ou produits dérivés (dont la consommation doit tenir compte de l'apport en acides gras saturés),
 - o Pesco-végétarisme, semi-végétarisme/flexitarisme : poisson gras ;
- Sources végétales : champignons traités aux UV avec une teneur accrue en vitamine D2 ;
- Produits enrichis (vitamine D2 et D3) : minarines et margarines, certaines boissons végétales, certaines céréales « petit déjeuner » et certains laits et laitages ;
- Exposition journalière du visage et des bras à la lumière du jour durant 15 minutes : permet de synthétiser 3 000 UI.

Lors du choix des aliments enrichis ou de compléments alimentaires, certains points méritent l'attention :

- o Tant la vitamine D2 que D3 est utilisée pour assurer l'enrichissement des denrées. La préférence devrait porter sur les produits enrichis en vitamine D3 qui est plus efficace (Melina et al, 2016 ; Hochberg et al, 2002 ; Tripkovic et al, 2012) ;
- o L'apport journalier conseillé en vitamine D3 se situe entre 10 et 15 µg/j pour les jeunes enfants, les adolescents et les adultes et passe à 20 µg/j pour les femmes enceintes ou allaitantes ainsi que les personnes âgées de plus de 70 ans (CSS, 2016) ;
- o En cas d'absence totale de produits d'origine animale (végans), la vitamine D3 peut être obtenue à partir du lichen boréal et, en moindre mesure, de champignons. La vitamine D2 peut être utilisée, mais elle est moins efficace.

4.2 Calcium

4.2.1 Introduction

Près de 99 % du calcium est déposé dans l'os et la denture sous forme d'hydroxyapatite, une structure qui en assure la robustesse et la rigidité. Le pourcent restant est présent dans le liquide extra-, intracellulaire et les membranes ce qui explique son rôle dans le système vasculaire, neuromusculaire et endocrine (Sobiecki et al, 2016 ; CSS, 2016 ; EFSA, 2015). Lorsque le calcium ne peut être fourni en quantités physiologiques (par exemple en cas d'apport alimentaire insuffisant, de malabsorption intestinale), du calcium osseux est libéré pour maintenir les taux sanguins à niveau. Ce phénomène peut conduire à une diminution de la densité osseuse, une ostéopénie et une ostéoporose et donc un risque accru de fracture osseuse. D'autres facteurs, comme le génotype, le niveau d'activité physique, l'apport en vitamine D, en protéines et en vitamine B12 jouent un rôle important dans la régulation du métabolisme osseux (EFSA, 2015).

Comme dit précédemment (voir 4.1 Vitamine D), le risque d'une fragilité osseuse plus grande est plus élevé chez les végétariens en raison d'un apport alimentaire qualitatif et quantitatif d'ordinaire plus faible en calcium, vitamine D, protéines et vitamine B12 (Tong et al, 2020 ; Burckhardt, 2016 ; Ambroskiewicz et al, 2018 ; Appleby et al, 2007).

4.2.2 Apport journalier recommandé

Pour l'adulte, l'apport journalier recommandé est de 950 mg par jour (CSS, 2016). Pour les autres groupes d'âge, le tableau 9 repris ci-dessous donne les valeurs préconisées.

Tableau 9 : Apport journalier recommandé pour le calcium

Age	Sexe	Ca (mg)
0 - 5 mois	H/F	400
6 - 11 mois	H/F	600
1 - 3 ans	H/F	450
4 - 6 ans	H/F	800
7 - 10 ans	H/F	800
11 - 14 ans	H	1150
	F	1150
15 - 18 ans	H	1150
	F	1150
Adultes	H	950
	F	950
Plus de 60 ans	H	950
	F	950
Grossesse	F	950
Allaitement	F	950

Source : CSS, 2016.

Pour les femmes enceintes et allaitantes, les mêmes recommandations sont émises parce que, durant ces périodes, les adaptations métaboliques de l'absorption intestinale et de l'élimination rénale du calcium permettent de répondre à l'augmentation des besoins (CSS, 2016 ; EFSA, 2015).

4.2.3 Principales sources alimentaires et apport usuel

Les sources majeures de calcium proviennent des **produits laitiers** (en Belgique ils représentent 49 % de l'apport calcique), les **boissons riches en calcium** (eau calcique, boissons végétales enrichies à base de soja, céréales, riz ou noix), les **céréales et dérivés**, les **légumes** (tels cresson, cresson de fontaine, chou chinois, fenouil et brocoli), les fruits **oléagineux**, (amandes, noisettes, noix et pistaches) et les **graines** (graines de sésame, de chia) (Braegger et al, 2013 ; *Vlaams Instituut Gezond Leven*, 2017; CSS, 2016 ; EFSA, 2015

; Teppers et al, 2016). Les omnivores et les lacto-ovo-végétariens peuvent les intégrer dans leur alimentation.

Tableau 10. Composition des sources de calcium dans notre alimentation (par 100 g)

Source alimentaire (par 100 g)	Calcium (mg)	Source alimentaire (par 100 g)	Calcium (mg)
Lait, demi-écrémé	120	Algues	883
Yaourt, demi-écrémé	157	Cresson alénois	250
Fromages, en moyenne	950	Choux chinois	125
Parmesan	1000	Noix	85
Emmenthal	960	Brocoli, cuit	76
Fromage frais, en moyenne	115	Cresson de fontaine	70
Fromage cottage	75	Fenouil, cru	37
Fromage de Bruxelles	64	Edamame en conserve	39
Crabe (en boîte)	220	Pois chiches cuits	72
Crevettes	150	Lentilles blondes cuites	32
Moules, cuites	149	Lentilles vertes cuites	37
Anchois, à l'huile, en boîte	138	Lentilles corail cuites	15
Sardines	20	Graines de lupin en conserve	51
Boissons végétales enrichies en calcium*	120	Haricots rouges cuits	68
Eau de source/eau minérale (par 100 ml)	1-59	Fèves de soja cuites	121
Eau de distribution	2 à 20	Pois cassés verts cuits	20
		Fèves blanches cuites	59
		Graines de lin	207
		Graines de pavot	115

Sources : CSS, 2016 ; NUBEL, 2018 ; NUBEL, 2019 pour les légumineuses ; NUBEL, 1997 et 1999 pour les graines.

*Boissons à base de, e.a., soja, noix, riz : avec ajout de calcium.

Pour les ovo-végétariens et végétariens, les produits laitiers sont bannis : seules restent les sources purement végétales (Fewtrell et al, 2017 ; Mangels, 2014 ; *Vlaams Instituut Gezond Leven*, 2017).

En moyenne, un tiers du calcium alimentaire est absorbé, le reste est éliminé par les fèces. Le degré d'assimilation du calcium varie en fonction de la qualité des aliments qui facilitent ou inhibent cette assimilation intestinale (variation de 5 à 50 %). Certains facteurs influencent aussi l'élimination calcique urinaire (excès de sel, de protéines, etc.) (Theobald, 2005 ; ILSI Europe, 1999).

Le calcium présent dans les produits laitiers (lait, yaourt, etc.) est bien assimilé en raison de la présence de vitamine D et de protéines. Le calcium des produits laitiers s'y trouve sous forme de phosphate, un sel facilement assimilable (de l'ordre de 30 %). Certaines substances d'origine végétale peuvent aussi y être ajoutées, tels des fructo-oligosaccharides ou de l'inuline qui facilitent aussi l'absorption calcique (Burckhardt, 2016 ; Knurick et al, 2015).

En présence d'acide oxalique ou d'acide phytique, le calcium des végétaux est moins facilement absorbé en raison de la formation associée de complexes insolubles.

Les aliments riches en acide oxalique sont les épinards, la rhubarbe, le thé, le cacao, les fruits à coque, le gombo et les légumineuses. A titre d'exemple, l'acide oxalique des épinards réduit à 5 % l'absorption du calcium qu'ils contiennent. En revanche, cette absorption passe à 50 % pour les légumes qui sont pauvres en acide oxalique, comme les brocolis, la roquette, le cresson de fontaine, la salade de pissenlit, les radis et le chou chinois. La consommation concomitante d'aliments riches en acide oxalique réduit l'absorption digestive du calcium de toute origine (Burckhardt, 2016 ; Knurick et al, 2015 ; Theobald, 2005).

L'acide phytique se retrouve principalement dans les céréales complètes, les légumineuses, et les fruits oléagineux et graines (EFSA, 2015). La quantité d'acide phytique peut être diminuée par la cuisson, la fermentation et la germination de ces graines. Les fèves de soja et produits dérivés forment une exception. Les fèves de soja contiennent des quantités substantielles d'oxalate et phytate, pourtant de 30 à 40 % de leur calcium est assimilé. Ainsi le calcium du tofu est absorbé à un taux comparable à celui du lait. Ceci n'est pas vrai pour d'autres fèves qui contiennent beaucoup de phytates et dont le calcium n'est assimilé qu'à 20 % environ (Burckhardt, 2016 ; Knurick et al, 2015 ; Theobald, 2005).

Certains aliments acidifiants influencent l'élimination urinaire du calcium, notamment une alimentation riche en protéines, en sel (sodium), en sulfates et en caféine. En revanche, une alimentation riche en potassium et aliments alcalinisants, via les légumes, les fruits et les tubercules, permet de diminuer l'élimination urinaire de calcium et l'action ostéoclastique squelettique (Burckhardt, 2016 ; Knurick et al, 2015 ; ILSI Europe, 1999). C'est pourquoi la densité osseuse ne faiblit pas chez les végétariens, même si leurs apports en protéines et en calcium sont réduits.

Lors de pratiques alimentaires très déficientes en calcium (risque en cas de véganisme), l'effet protecteur d'une alimentation alcalinisante s'atténue, voire disparaît totalement (Knurick et al, 2015).

Dans diverses boissons végétales, un ajout de calcium sous forme de phosphate calcique ou tricalcique, de citrate calcique ou tricalcique et de carbonate permet d'enrichir la boisson. Le calcium des boissons à base de soja est aussi bien assimilé que celui du lait quand il est ajouté sous forme de carbonate (Zhao et al, 2005). Mais lorsque le sel ajouté est du phosphate tricalcique, l'absorption ne dépasse pas 75 % de celle du lait (Heaney et al, 2007).

La biodisponibilité du calcium des eaux minérales équivaut à celle du lait de vache (Böhmer et al, 2000). La teneur absolue est cependant nettement plus basse, de l'ordre de 15 mg/100 ml contre 117 mg/100 ml pour le lait. Comme les sulfates augmentent la calciurie, les eaux peu sulfatées sont à préférer (< 200 mg/l). (Mangels, 2014).

D'autres facteurs jouant un rôle sur l'absorption du calcium sont le temps de transit intestinal, l'acidité gastrique, la teneur alimentaire totale en calcium, le statut vitaminique D, l'activité physique et l'âge (Burckhardt, 2016 ; Knurick et al, 2015 ; ILSI Europe). L'absorption est maximale chez le nourrisson (60 %) et diminue progressivement durant l'enfance à 45 % (entre 1 et 3 ans) pour tomber à 30 % (vers 6 ans) (EFSA, 2015). Chez les personnes âgées, l'absorption tend à diminuer en raison d'un statut vitaminique moindre.

D'autres éléments sont à prendre en compte et concernent la sécurité alimentaire. La présence possible d'isoflavones dans les dérivés du soja et d'arsenic dans les dérivés du riz est discutée au chapitre IV-B. Risques plus particuliers associés au végétarisme ; de même que les risques liés à la consommation d'algues.

Apport usuel et données de consommation

Dans l'enquête de 2014, il apparaît que l'apport en calcium via l'alimentation de la population belge avoisine 764 mg/jour pour le groupe d'âge de 18 - 39 ans et de 775 mg/j pour le groupe âgé de 40 à 64 ans (Teppers et al, 2016). La part de la population qui répond aux recommandations atteint 20 et 22 % dans les groupes respectifs.

L'apport des lacto-ovo-végétariens s'apparente, voire dépasse celui des omnivores et répond assez bien aux recommandations (Melina et al, 2016 ; Tucker, 2014 ; Knurick et al, 2015 ; Mangels, 2014 ; *Vlaams Instituut Gezond Leven*, 2017). L'étude de Clarys et coll. (Clarys et al, 2014) menée chez des adultes belges indique un apport de 1 199 mg/j chez les omnivores, de 1 465 mg/j sur une cohorte de 573 lacto-ovo-végétariens et de 738 mg/j pour une cohorte de 573 végétariens. Selon cette étude, les végétariens montrent un apport très inférieur aux recommandations de 950 mg/j. Cette tendance se confirme dans d'autres études européennes (Sobiecki et al, 2016 ; Schüpbach et al, 2017 ; Elorinne et al, 2016 ; Allès et al, 2015).

Les végétariens ont donc un apport calcique en moyenne plus bas et n'atteignent pas la recommandation. Ceci se traduit par une densité osseuse plus faible et un risque accru de fracture. L'étude EPIC-Oxford signale qu'en dessous d'un apport de 525 mg/j, le risque de fracture osseuse augmente chez les végétariens (Sobiecki et al, 2016).

Selon certaines études, il n'y a pas de différence de densité osseuse (BMD) entre omnivores et lacto-végétariens (Knurick et al, 2015 ; Mangels, 2014). Les déficits d'apport calcique chez les végétariens ne s'accompagneraient pas forcément de densité osseuse diminuée ou de risque fracturaire. C'est surtout chez les végétariens qui ont un apport calcique très faible que le risque est manifeste (Tucker, 2014 ; Knurick et al, 2015 ; Mangels, 2014). Des analyses plus récentes de l'étude prospective EPIC-Oxford (55 000 participants sur plus de 17 ans) démontrent qu'en comparaison avec les carnivores, les pesco-végétariens et les végétariens présentent un risque légèrement accru de fracture de la hanche. Pour les végétariens ce risque est plus élevé pour toutes les sortes de fractures ainsi que pour les fractures de la hanche, de la jambe et vertébrales (Tong et al, 2020).

4.2.4 Recommandations pratiques

Les lacto-(ovo)-végétariens peuvent facilement couvrir leurs besoins calciques, pourvu qu'ils consomment des produits laitiers en suffisance (3 - 4 portions).

Les végétariens et ovo-végétariens stricts ne peuvent compter que sur les sources calciques végétales et doivent donc veiller à choisir les sources alimentaires adéquates.

- Consommation quotidienne de 3 - 4 portions de boissons végétales enrichies, ou leurs produits dérivés. La préférence doit porter sur les produits enrichis à base de soja dont l'apport protéique qualitatif (et souvent quantitatif) est meilleur.
- Consommation quotidienne et suffisante d'autres sources végétales de calcium : légumes (brocoli, cresson, chou chinois, fenouil, etc.), légumineuses, certains fruits à coque (amandes, noisettes, pistaches, etc.) et graines (sésame, chia).
- Choix privilégié de légumes riches en calcium et pauvres en oxalates (< 5 mg/portion).
- Limitation des aliments riches en phytates (cf chapitre IV.B 2.3) et oxalates (oseille, épinards, rhubarbe).
- Consommation quotidienne d'au moins 1,5 litre d'une eau riche en calcium et pauvre en sulfates.
- Elimination de l'eau de trempage des légumineuses.
- Limitation des boissons caféinées et thés.

La recommandation d'une complémentation calcique ne doit pas être systématique. C'est seulement chez les personnes qui n'arrivent pas à atteindre l'apport journalier recommandé qu'un complément calcique faiblement dosé est à envisager (Mangels, 2014) (de plus amples informations dans les recommandations nutritionnelles pour la Belgique : CSS, 2016).

Le statut en vitamine D est également déterminant en ce qui concerne l'absorption calcique et doit logiquement être suivi. Si le besoin se manifeste, des compléments vitaminiques D peuvent être introduits (voir chapitre 4.1 Vitamine D).

Pour assurer leur apport calcique, les nourrissons dépendent totalement de l'allaitement maternel. Si l'enfant n'est pas allaité, le nourrisson mis au régime végétarien devra recevoir une alimentation spécifique basée sur le soja ou le riz (voir chapitre V.2 Nourrissons) assurant l'ensemble des besoins nutritionnels.

4.3 Références

- Allès B, Baudry J, Méjean C, Touvier M, Péneau S, Hercberg S et al. Comparison of Sociodemographic and Nutritional Characteristics between Self-Reported Vegetarians, Vegans, and Meat-Eaters from the NutriNet-Santé Study. *Nutrients* 2017;9:1023.
- Ambroskiewicz J, Chelchowska M, Szamotulska K, Rowicka G, Klemarczyk W, Strucinska M. Bone status and adipokine levels in children on vegetarian and omnivorous diets. *Clinical Nutrition* 2019;38:730-37.
- Appleby P, Roddam A, Allen N, Key T. Comparative fracture risk in vegetarians and nonvegetarians in EPIC-Oxford. *Eur J Clin Nutr* 2007;61:1400-06.
- Böhmer H, Müller H, Resch KL. Calcium supplementation with calcium-rich mineral waters : a systematic review and meta-analysis of bio-availability. *Osteoporos Int* 2000;11:938-43.
- Braegger C, Campoy C, Colomb V, Decsi T , Domellof M, Fewtrell M et al. Vitamin D in the Healthy European Paediatric Population. *JPGN* 2013;56:692-701.
- Burckhardt P. The role of low acid load in vegetarian diet on bone health: a narrative review. *Swiss Med Wkly* 2016;146:w14277.
- Cardwell G, Bornman JF, James AP, Black LJ. A review of mushrooms as a potential source of dietary vitamin D. *Nutrients* 2018;10:1498.
- Clarys P, Deliens T, Huybrechts I, Deriemaker P, Vanaelst B, De Keyzer W et al. Comparison of Nutritional Quality of the Vegan, Vegetarian, Semi-Vegetarian, Pesco-Vegetarian and Omnivorous Diet. *Nutrients* 2014;6:1318-32.
- CSS - Conseil supérieur de la santé. Recommandations nutritionnelles pour la Belgique - 2016. Bruxelles: CSS; 2016. Avis n° 9285.
- De Ronne N, Deschepper J. Vitamine D-supplétie bij de zuigeling en het jonge kind. *Kind en Gezin* 2013.
Available from: URL:<<https://www.kindengezin.be/img/vitamineDsuppletie130423.pdf>>.
- EFSA – European Food Safety Authority. Scientific Opinion on the Tolerable Upper Intake Level of vitamin D. *EFSA Journal* 2012;10:2813.
- EFSA – European Food Safety Authority. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for calcium. *EFSA Journal* 2015;13:1498.
- Elorinne A, Alfthan G, Erlund I, Kivimäki H, Paju A, Salminen I et al. Food and Nutrient Intake and Nutritional Status of Finnish Vegans and Non Vegetarians. *PLoS One* 2016;11:e0148235.
- Fewtrell M, Bronsky J, Campoy C, Domellof M, Embleton N, Fidler Mis N et al. Complementary Feeding: A Position Paper by the European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition (ESPGHAN) Committee on Nutrition. *JPGN* 2017;64:119-32.
- Heaney RP, Dowell MS, Rafferty K, Bierman J. Bioavailability of the calcium in fortified soy imitation milk, with some observations on method. *Am J Clin Nutr* 2000;71:1166-69.
- ILSI – International Life Sciences Institute. Calcium in Nutrition. ILSI Europe Concise Monograph Series. ILSI; 1999.
- Keegan RJ, Lu Z, Bogusz JM, Williams JE, Holick MF. Photobiology of vitamin D in mushrooms and its bioavailability in humans. *Dermatoendocrinol* 2013;5:165-76.

- Knurick JR, Johnston CS, Wherry SJ, Aguayo I. Comparison of Correlates of Bone Mineral Density in Individuals Adhering to Lacto-Ovo, Vegan, or Omnivore Diets: A Cross-Sectional Investigation. *Nutrients* 2015;7:3416-26.
- Mangels AR. Bone nutrients for vegetarians. *Am J Clin Nutr* 2014;100:469S–75S.
- Melina V, Craig W, Levin S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: vegetarian diets. *J Acad Nutr Diet* 2016;116:1970-80.
- Moyersoen I, Teppers E. Vitamine D. Dans: Bel S, Tafforeau J editors. Enquête de consommation alimentaire 2014-2015. Rapport 4. WIV-ISP, Bruxelles; 2016.
- NUBEL – Nutriments Belgique 2018, 2019.
- Royaume de Belgique. Arrêté Royal du 2 octobre 1980 relatif à la fabrication et à la mise dans le commerce de la margarine et des graisses comestibles. MB du 14 octobre 1980. p.11845.
- Schüpbach R, Wegmüller R, Berguerand C, Bui M, Herter-Aeberli I. Micronutrient status and intake in omnivores, vegetarians and vegans in Switzerland. *European Journal of Nutrition* 2017;56:283-93.
- Sobiecki JG, Appleby PN, Bradbury KE, Key TJ. High compliance with dietary recommendations in a cohort of meat eaters, fish eaters, vegetarians, and vegans: results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition–Oxford Study. *Nutr Res* 2016;36:464-77.
- Teppers E. Calcium. Dans: Bel S, Tafforeau J (ed.). Enquête de Consommation Alimentaire 2014-2015. Rapport 4. WIV-ISP, Bruxelles, 2016.
- Theobald HE. Dietary calcium and health. *British Nutrition Foundation: Nutrition Bulletin* 2005;30,237-77.
- Tong TYN, Appleby PN, Armstrong MEG, Fensom GK, Knuppel A, Papier K et al. Vegetarian and vegan diets and risks of total and site-specific fractures: results from the prospective EPIC-Oxford study. *BMC Medicine* 2020;18:353.
- Tripkovic L, Lambert H, Hart K, Smith CP, Bucca G, Penson S et al. Comparison of vitamin D2 and vitamin D3 supplementation in raising serum 25-hydroxyvitamin D status : a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2012;95:1357-64.
- Tucker KL. Vegetarian diets and bone status. *Am J Clin Nutr* 2014;100:329S-35S.
- Vlaams Instituut Gezond Leven. Voedingsdriehoek.
Available from: URL:<<https://www.gezondleven.be/themas/voeding>>.
- Weggemans RM, Schaafsma G, Kromhout D. Towards an adequate intake of vitamin D. An advisory report of the Health Council of the Netherlands. *European journal of clinical nutrition* 2009;63:1455-7.
- Ze'ev Hochberg, Bereket A, Davenport M, Delemarre-Van de Waal H, De Schepper J, Levine MA et al. Consensus Development for the Supplementation of Vitamin D in Childhood and Adolescence. *Horm Res* 2002;58:39–51.
- Zhao Y, Martin BR, Weaver CM. Calcium Bioavailability of Calcium Carbonate Fortified Soymilk Is Equivalent to Cow's Milk in Young Women. *J Nutr* 2005;135:2379-82.

5. VITAMINE B12

5.1 Introduction

La vitamine B12 (cobalamine) est un nutriment essentiel nécessaire à la synthèse de l'ADN et jouant un rôle dans l'intégrité de la myéline. La cobalamine provient de l'alimentation ; elle est présente dans les produits animaux, tels la viande, la volaille, le poisson, les crustacés, le lait, le fromage et les œufs. Les aliments végétaux (non enrichis) ne sont pas une source fiable de vitamine B12, et de ce fait l'alimentation végétane ou végétarienne prédispose au risque de carence (Hunt et al, 2014).

Les personnes en bonne santé trouvent l'essentiel de leur vitamine B12 dans l'alimentation, les taux d'absorption étant plus élevés en cas d'apports faibles et l'inverse en cas d'apports très élevés. Ceci explique les fortes variations relatives individuelles (Zeuschner et al, 2012). Par ailleurs, il semble que l'assimilation soit meilleure dans les aliments végétaux enrichis que via les suppléments (Russcher et al, 2011) .

La vitamine B12 est liée dans le sang à deux protéines : la transcobalamine et l'haptocorrine. Seuls 6 à 20 % de la concentration sanguine en vitamine B12 sont liés à la transcobalamine et peut donc interagir avec les récepteurs des cellules qui l'utilisent pour leurs besoins. Seule cette fraction est donc physiologiquement active et utile. L'autre part, liée à l'haptocorrine, est inactive et forme un complexe qui est capté par le foie avant d'être éliminé dans la bile (Wanatabe, 2007).

Les adultes possèdent une réserve hépatique conséquente (2 à 5 mg), de sorte qu'une carence ne se manifeste que lentement quand les apports deviennent marginaux ou insuffisants, ou lorsque l'absorption digestive devient insuffisante.

5.2 Apport adéquat

L'apport quotidien adéquat en vitamine B12 tel que conseillé par le CSS est résumé dans le tableau 11 (CSS, 2016). Cette quantité est facilement atteinte par une alimentation courante.

Tableau 11 : Apport adéquat pour la vitamine B12

Age	Sexe	Vitamine B12, µg/jour
0 - 6 mois	H/F	1,5
7 - 12 mois	H/F	1,5
1 - 3 ans	H/F	1,5
4 - 6 ans	H/F	1,5
7 - 10 ans	H/F	2,5
11 - 14 ans	H/F	3,5
15 - 18 ans	H/F	4,0
Adultes (19 - 70 ans)	H/F	4,0
Plus de 70 ans	H/F	4,5
Grossesse	F	4,5
Allaitement	F	5,0

Source ; CSS, 2016.

5.3 Principales sources alimentaires et apport usuel

La vitamine B12 ou cobalamine est exclusivement produite par les bactéries (entre autres dans le tube digestif des animaux) et entre ainsi dans la chaîne alimentaire. La vitamine B12 active se trouve donc seulement dans l'alimentation d'origine animale. Les méthodes analytiques anciennes basées sur des procédés microbiologiques mesurent non seulement la cobalamine mais aussi des analogues inactifs. Les méthodes récentes qui mesurent la vitamine B12 active ou cobalamine indiquent que les aliments végétaux en sont dépourvus (Russcher et al, 2011 ; Dagnelie, 2003)

Tableau 12 : Teneur en vitamine B12 dans diverses denrées alimentaires

Aliment	Teneur en µg par 100 g ou par 100 ml
Viande (1)	0,5 à 4 (les abats, comme par ex. le foie, ont des teneurs plus importantes, jusqu'à 70)
Lait (1)	0,3
Yaourt (1)	0,17 – 0,4
Fromage (1)	1 – 2
Oeuf (2)	0,9 – 1,4 (ou 0,9 µg/oeuf)
Boissons végétales enrichies	0,38

Sources : (1) Gille et al, 2015.
(2) Squires & Naber, 1992.

Dans diverses formes de soja fermenté (tempeh), thé japonais fermenté et champignons séchés (Shiitake), on détecte de la vitamine B12. La quantité est fort limitée et variable. Dès lors ces produits ne constituent pas des sources fiables de cette vitamine essentielle (Dagnelie, 2003 ; Wanatabe et al, 2014). Certaines algues qui se développent en symbiose avec des bactéries productrices de vitamine B12 constituent sans doute une source possible mais leur usage n'a pas été suffisamment étudié chez les humains. Le « Nori », une forme d'algue séchée utilisée dans la préparation de sushi, devrait théoriquement couvrir les besoins lors de la consommation de plusieurs feuilles par jour (Wanatabe et al, 2014). Cependant les risques liés à la consommation d'algues et notamment de « Nori » sont abordés au chapitre IV-B. Risques plus particuliers associés au végétarisme.

Prévalence de la carence en vitamine B12 chez des personnes suivant une alimentation végétarienne ou végane

Une alimentation de type végan et, dans une moindre mesure végétarien, exposent au risque de carence en vitamine B12. Une revue extensive de la littérature menée en 2014 (Pawlak et al, 2014) montre une prévalence de 45 % chez les nourrissons, de 0 – 33 % chez les enfants et adolescents, de 17 – 39 % chez les femmes enceintes, de 0 – 86 % chez les adultes et personnes âgées. Ces grandes variations dans les chiffres s'expliquent par la variété de profils et d'habitudes alimentaires au sein même du groupe végétarien. Les apports de laitages ou d'aliments enrichis varient sensiblement parmi ces consommateurs. Un groupe à risque particulier est celui des nourrissons allaités nés de mères carencées en vitamine B12. Ces nourrissons peuvent développer des signes de carences alors que les mères restent asymptomatiques (Zengin et al, 2009). Ce point mérite une attention particulière et une supplémentation systématique des mères véganes proposée dès lors qu'un allaitement serait entrepris.

5.4 Recommandations pratiques

Pour éviter une carence en vitamine B12 chez des personnes végétariennes, il est important de s'alimenter en choisissant des produits qui en constituent une source fiable.

Un apport alimentaire faible de vitamine B12, un problème d'absorption ou l'emploi de médicaments antiacides va amener plus rapidement une personne en situation de carence.

Le tableau 12 indique que la prise de 2 verres de lait et d'une portion de fromage ou la consommation d'un oeuf suffisent à couvrir le besoin en vitamine B12. Les végétariens qui ne consomment pas cette quantité minimale s'exposent au risque de carence en vitamine B12.

Une personne végane peut remplacer les produits laitiers par des boissons végétales enrichies en vitamine B12. Les végétariens qui ne consomment pas de produits enrichis mais des boissons à base de soja ou de céréales faites maison s'exposent certainement au risque de carence en vitamine B12 et doivent prendre des compléments alimentaires. Ce point mérite une attention particulière chez les **mères véganes allaitantes**. Les données manquent pour affirmer que la consommation de produits fermentés, de Shiitake séché ou d'algues telles que le « Nori » suffisent à éviter un déficit en vitamine B12 chez des personnes véganes (Rizzo et al, 2016).

5.5 Références

- Dagnelie P. Voeding en gezondheid-potentiële gezondheidsvoordelen en risico's van vegetarisme en beperkte vleesconsumptie in Nederland. *Ned Tijdschr Geneesk* 2003;147:1308-13.
- Gille D, Schmid A. Vitamin B12 in meat and dairy products. *Nutr Rev* 2015;73:106-15.
- Hunt A, Harrington D, Robinson S. Vitamin B 12 deficiency. *BMJ* 2014;349:g5226.
- Pawlak R, Lester S, Babatunde T. The prevalence of cobalamin deficiency among vegetarians assessed by serum vitamin B12: a review of the literature. *Eur J Clin Nutr* 2014; 68:541-8.
- Rizzo G, Lagana AS, Rapisarda AM, La Ferrera GM, Buscema M, Rossetti P et al. Vitamin B12 among vegetarians: status, assessment and supplementation. *Nutrients* 2016;8:767-90.
- Russcher H, Heil SG, Slobbe L, Lindemans J. Vitamine B12 deficiëntie. *Ned Tijdschr Geneesk* 2011;155:A3595V.
- Squires MW, Naber EC. Vitamin profiles of eggs as indicators of nutritional status in the laying hen: vitamin B12 study. *Poultsci* 1992;71:275-82.
- Wanatabe F. Vitamin B 12 sources and bioavailability. *Exp Biol Med* 2007;232:1266-74.
- Wanatabe F, Yabuta Y, Bito T, Teng F. Vitamin B12 containing plant food sources for vegetarians. *Nutrients* 2014;6:1861-73.
- Zengin E, Sarper N, Caki Kiliç S. Clinical manifestations of infants with nutritional vitamin B12 deficiency due to maternal dietary deficiency. *Acta Paed* 2009;98:98-102.
- Zeuschner CL, Hokin B, Marsch KA, Saunders AV, Reid MA, Ramsay MR. Vitamin B12 and vegetarian diets. *Med J Aust* 2013;199:S27-32.

6. MINÉRAUX ET OLIGO-ELEMENTS

6.1 Introduction générale

Les minéraux et oligo-éléments sont essentiels dans la plupart des systèmes enzymatiques, des métabolismes et dans la construction cellulaire. Les éléments minéraux indispensables sont en général classés en deux catégories : les macro-minéraux qui comprennent le sodium (Na), le potassium (K), le chlore (Cl), le calcium (Ca), le phosphore (P) et le magnésium (Mg), d'une part et les oligo-éléments d'autre part que sont le fer (Fe), le zinc (Zn), l'iode (I), le cuivre (Cu), le sélénium (Se), le manganèse (Mn) et le molybdène (Mo) (CSS, 2016).

L'alimentation végétarienne/végan est à risque d'engendrer des déficits en certains oligo-éléments et plus particulièrement **en fer, en zinc et en iode (Melina et al, 2016)**.

La « problématique » du **calcium** en tant que macro-élément, laquelle reste à souligner dans les régimes végétans est abordée au chapitre 4 en association avec la **vitamine D**.

Les taux moyens de **phosphore et potassium** ont tendance à être plus élevés chez les enfants végétariens.

Les autres minéraux et oligo-éléments ne posent en l'état actuel des connaissances aucun problème spécifique lié au végétarisme (CSS, 2016).

NB : Les chiffres repris dans les tableaux de composition alimentaire sont des valeurs moyennes à visée essentiellement indicative car elles sont variables (pour la pomme de terre par exemple, certains composants dépendent de la saison de récolte, de l'année, de la variété, etc.). Ces valeurs expriment un ordre de grandeur utile qu'il faut prendre en compte en gardant à l'esprit une « biodisponibilité », elle-même plus importante encore qu'une mesure analytique (effectuée en laboratoire) d'un nutriment donné déterminée dans une espèce végétale particulière.

6.2 Sodium

6.2.1. Introduction

Le sodium, apporté sous forme de chlorure de sodium (« sel de cuisine »), exerce un rôle important dans le maintien de l'homéostasie de l'organisme et surtout de la volémie (CSS, 2016).

6.2.2. Apport journalier recommandé

La plupart des recommandations nutritionnelles proposent de réduire la consommation de sel à 5 g/jour (environ 2 g de sodium), et ceci pour l'ensemble de la population adulte (CSS, 2016).

6.2.3. Apport maximal tolérable

Un apport excessif en sel expose au risque de développer une hypertension artérielle, surtout chez les personnes sensibles au sel. Cet effet peut être atténué par une alimentation riche en légumes, fruits et produits laitiers. En outre, les excès de sodium augmentent les pertes urinaires en calcium et le risque de lithiase rénale (CSS, 2016).

6.2.4. Principales sources alimentaires et apport usuel

De manière générale, la consommation de sel est 2 à 3 fois supérieure aux recommandations nutritionnelles, quel que soit le modèle alimentaire (Sobiecki et al, 2016).

Le sel est principalement apporté par le pain, les fromages, les plats préparés et prêts à la consommation, les sauces, potages et condiments (miso, tamari, soja, olives), les substituts de viande préparés et les noix salées.

Tableau 13 : Teneur en sel de certains aliments

Aliment	Portion	Teneur en sel par portion
2 tranches de pain gris	60 g	0,72 g
1 tranche de gouda	33 g	0,77 g
1 burger végétal	100 g	1 à 1,6 g
1 c.à café de pâte miso	5 g	0,6 g
1 soupe miso instant (poudre)	15 g	1,8 g
1 c.à soupe de sauce soja, sauce tamari	16 g	2,3 à 2,6 g
1 cube de bouillon de légumes	12 g	4,1 à 4,7 g

Source : NUBEL, 2017.

6.2.5. Recommandations pratiques

Afin d'éviter les excès de sel, il est recommandé de réduire sa consommation à moins de 5 g par jour. Des conseils pratiques pour réduire sa consommation de sel ont fait l'objet d'un avis conjoint du CSS et du SciCom de l'AFSCA (CSS, 2012) :

- Modérer la consommation des aliments très salés (cf tableau 13) et choisir les alternatives les moins riches en sel ;
- Préparer autant que possible soi-même les repas ;
- Limiter la quantité de sel ajoutée dans les préparations. La saveur peut être augmentée par exemple en ajoutant d'autres condiments fortement aromatisés. Des mélanges commerciaux d'épices peuvent toutefois contenir également du sel ;
- Habituer les enfants dès leur plus jeune âge à consommer moins de sel.

Si du sel doit être ajouté lors de la préparation des aliments, il convient d'utiliser du sel iodé.

6.3 Fer

6.3.1. Introduction

Le rôle du fer dans la composition de l'hémoglobine est connu. Dans les pays occidentaux, on observe peu de différence entre le statut en fer des végétariens et des omnivores, les apports en fer semblent être équivalents, voire légèrement supérieurs (Melina et al, 2016). Par contre, on constate que les végétariens sont plus à risque de présenter des réserves en fer basses (ferritine), bien que ce taux sanguin de ferritine se maintienne généralement dans les valeurs basses de la norme grâce à un mécanisme de compensation (Melina et al, 2016). En effet, l'absorption du fer non hémique est influencée par le besoin physiologique et en partie par les réserves (Melina et al, 2016).

Une carence en fer peut avoir des effets délétères sur le fœtus, chez l'enfant, l'adolescent, la femme enceinte et la personne âgée. Une attention particulière devra donc être portée à ces populations.

6.3.2. Apport journalier recommandé

Tableau 14 : Apport journalier recommandé pour le fer

Age	Sexe	Fe, mg/jour*
0 - 3 mois	H/F	-
4 - 6 mois	H/F	-
7 - 12 mois	H/F	8
1 - 3 ans	H/F	8
4 - 5 ans	H/F	8
6 - 9 ans	H/F	9
10 - 13 ans	H	11
	F	11
14 - 17 ans	H	11
	F	15
18 - 30 ans	H	9
	F	15
31 - 60 ans	H	9
	F	15/9 ^a
61 - 74 ans	H/F	9
> 74 ans	H/F	9
Grossesse	F	15 ^b
Allaitement	F	15

Source : CSS, 2016.

* Tenant compte d'une biodisponibilité de 15 %.

^a Les besoins en Fe d'une femme adulte sont très dépendant de l'abondance de ses règles. 90 % des femmes vont assimiler suffisamment via une prise de 15 mg/jour et ce faisant couvrir correctement leur besoin. Mais un certain nombre de femmes ont des besoins plus élevés que ce que l'alimentation peut leur offrir. Une fois la ménopause installée, le besoin repasse à 9 mg/jour.

^b Certaines femmes enceintes ont des besoins plus élevés que ce que l'alimentation peut leur offrir.

6.3.3 Apport maximal tolérable

Le CSS a fixé à 45 mg la teneur maximale acceptable dans des compléments alimentaires pour la population générale (40 mg < 14 ans) (CSS, 2016).

6.3.4 Principales sources alimentaires

Les aliments **d'origine animale** : la viande, les œufs et le poisson constituent la principale source de **fer hémique, plus biodisponible que le fer non-hémique**. Les produits végétaux riches en fer non-hémique comme certains légumes, légumineuses, céréales complètes et fruits oléagineux peuvent constituer une bonne source alimentaire pour les végétariens et végétariens. Pour le **fer non-hémique, l'absorption peut osciller de 5 à 40 %**, un chiffre essentiellement dépendant des besoins de l'organisme (CSS, 2016).

Divers acides organiques, comme la **vitamine C** améliorent la biodisponibilité du fer.

En revanche, **les phytates** en inhibent l'absorption en raison de leur pouvoir séquestrant tandis que les polyphénols (présents dans le **thé, le café, le chocolat**) peuvent en diminuer la biodisponibilité (Richter et al, 2016).

Les aliments riches en acide phytique sont généralement plus riches en fer que leur version raffinée.

Les apports alimentaires en fer sont parfois plus élevés chez les végétariens (y compris végétariens) que chez les omnivores, mais la biodisponibilité en est inférieure dans une alimentation majoritairement ou entièrement végétale (Agnoli et al, 2017).

Tableau 15: Sources de fer alimentaire

Teneur en fer en mg/ 100 g	
Fer hémique	Fer non-hémique
- Huîtres 5,8	- Graines de courge, séchées 10
- Moules, cuites 4,2	- Algues 8
- Oeuf 2,9	- Dulse (<i>Palmaria palmata</i>), cru 14
- Crevettes, cuites 2	- Kombu (<i>Laminaria digitata</i>), cru 3,2
- Sardines à l'huile, en conserve 1,8	- Wakame (<i>Undaria pinnatifida</i>), cuit < 0,3
- Poisson, maigre, mi-gras 0,7	- Nori (<i>Porphyra yezoensis</i>), cru 17
- Poisson, gras 0,5	- Spaghetti de mer, cru 0,31
- Boeuf, maigre 2,3	- Laitue de mer bio, cru 0,48
- Agneau, maigre 1,5	- Germes de blé 8
- Porc côtelette 1	- Légumineuses, sèches 5 à 8,6
- Poulet avec peau 0,7	- Quinoa, sec 6,3
- Foie de porc 22,8	- Graines de tournesol 4,9
- Rognons de porc 7,2	- Amandes, noix du Brésil, pistaches 4,1
	- Salade de blé 4
	- Noisettes 3
	- Pourpier, cresson fontaine 3
	- Riz brun, non cuit 2,6
	- Riz brun, cuit 0,5
	- Riz sauvage, cuit 0,5
	- Riz poli, cuit 0,4
	- Riz étuvé, cuit 0,2
	- Pain complet 2,4
	- Noix de Grenoble 2,1
	- Cressonnette 2,1
	- Tofu 2
	- Seitan 1,8
	- Pain gris 1,4
	- Choux cru (valeur moyenne) 0,8 (0,4 - 1)
	- Produits à base de mycoprotéines 0,7
	- Choux cuit (valeur moyenne) 0,6 (0,3 - 1)
	- Pommes de terre, nouvelles, cuites non-pelées 0,7
	- Pommes de terre, cuites pelées 0,5
	- Légumes (valeur moyenne) 0,5
	- Abricot séché 2,7
	- Figue séchée 2
	- Raisins secs 1,8
	- Baies: cassis, framboise, groseille, mûre, myrtille 1
	- Pomme séchée 1

Source : NUBEL, 2017 ; NUBEL, 2019 pour la viande, le riz et les algues.

Tableau 16: Sources de vitamine C

Teneur en vitamine C en mg/100g	
<p>Fruits:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Myrtilles 155 - Kiwi jaune 161 - Kiwi vert 85 - Papaye 77 - Pamplemousse rose 55 - Fraises 49 - Baies de goji séchées 48 - Orange 45 - Baies (valeur moyenne) 51 (15 - 155) - Agrumes frais (valeur moyenne) 38 (15 - 55) - Mélange de fruits exotiques 26 - Mangue 26 - Melon (cavaillon-galia) 13 - 21 	<p>Légumes, préparés:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Choux de Bruxelles, cuits au micro-ondes 102 - Choux rouge, cuit au micro-ondes 52 - Choux de Bruxelles, cuisson traditionnelle 48 - Choux-fleur, cuisson traditionnelle 33 - Broccoli, cuisson traditionnelle 34 - Choux rouge / blanc, cuisson traditionnelle 31 - Choux vert, cuisson traditionnelle 30 - Petits pois congelés 20 - Légumes (valeur moyenne) 20 <p>Légumes, crus:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Poivron rouge / vert 155 - 137 - Cresson de fontaine 96 - Salade de blé 40 - Cressonnette 35 - Radis noir 30 - Navet, radis 20 - Tomate 14 - Crudités (valeur moyenne) 8

Sources : NUBEL, 2017; RIVM, NEVO-online, 2016.

6.3.5 Recommandations pratiques

Le statut en fer des végétariens n'est généralement pas significativement différent de celui des omnivores (Agnoli et al, 2017).

Tous régimes confondus, les groupes à risque de déficit en fer sont les jeunes enfants et les jeunes femmes (régliées, enceintes, allaitantes). Il faut être particulièrement attentif au statut en fer pendant la grossesse pour éviter un déficit chez le fœtus et chez la mère. Pendant cette période, des compléments ferriques médicamenteux peuvent être prescrits si nécessaire (CSS, 2016). La prescription d'une supplémentation doit dépendre du statut, déterminé par des tests adéquats (Agnoli et al, 2017).

Pour améliorer la biodisponibilité et l'absorption du fer dans les ingrédients végétaux, il convient :

- De consommer des **aliments riches en vitamine C** (cf. tableau 16) au même repas que les aliments sources de fer (Agnoli et al, 2017 ; Richter et al, 2016) ;
- De contrer l'effet inhibiteur des phytates, donc activer les phytases présentes dans les grains et ainsi réduire la séquestration du fer, par la mouture, le **trempage (légumineuses)**, la fermentation (notamment dans le **pain au levain**), la germination et la cuisson (Melina et al, 2016 ; Richter et al, 2016 ; Agnoli et al, 2017) ;
- De consommer les **polyphénols (comme le thé vert et noir et le café) à distance des repas contenant des aliments sources de fer.**

En cas de véganisme, les aliments sources de fer sont les légumineuses, graines oléagineuses et fruits à coque, céréales complètes et certains légumes verts (cf. tableau 15) (CSS, 2016 ; Agnoli et al, 2017), ainsi que des fruits comme les abricots séchés (NUBEL, 2017).

À titre d'exemple, pour **les sources végétales, 15 mg de fer** (apport journalier conseillé pour une adolescente, une femme enceinte ou allaitante) peuvent être apportés par une combinaison de (cf. tableau 15) :

30 g de noisettes (0,9 mg Fe)

30 g d'abricots secs (0,8 mg Fe)

125 g de pain complet (3 mg Fe)

150 g de tofu (3 mg Fe)

15 – 25 g de graines de courge (1,5 - 2,5 mg Fe)

1 tasse de 100 g de légumineuses séchées (5 - 8,6 mg Fe)

6.4 Zinc

6.4.1. Introduction

Le rôle du zinc est essentiel dans les différentes étapes de la **synthèse des protéines**. Le Zn intervient dans l'activité enzymatique de plus de 200 enzymes et est impliqué dans le métabolisme des acides gras poly-insaturés, dans la synthèse des prostaglandines et possède un rôle anti-oxydant connu.

Même si la carence prononcée en zinc est rare (observé notamment lorsque l'alimentation se caractérise par une très faible biodisponibilité du zinc), il convient de retenir que le déficit en zinc est plus fréquent chez les jeunes enfants, les femmes enceintes et allaitantes en général, ainsi que chez les végétariens (Melina et al, 2016). Une attention particulière devra être portée à ces populations.

6.4.2. Apport journalier recommandé

Tableau 17 : Apport journalier recommandé pour le zinc chez les omnivores

Age	Sexe	Zn, mg/jour
0 - 6 mois	H/F	2
7 - 12 mois	H/F	3
1 - 3 ans	H/F	4
4 - 8 ans	H/F	6
9 - 13 ans	H	9
	F	9
14 - 18 ans	H	11
	F	9
Adultes (19 - 70 ans)	H	11
	F	8
Plus de 70 ans	H	11
	F	8
Grossesse	F	11 - 12
Allaitement	F	14

Source : CSS, 2016.

Le CSS recommande une majoration des AJR en zinc dans le cas d'une alimentation globalement équilibrée mais pauvre ou exempte de produits d'origine animale : entre 13 et 20 mg/j pour les végétariens et en particulier les végans (CSS, 2016). Selon *l'Institute of Medicine*, les besoins en zinc des végans (régime avec un ratio phytate/zinc élevé) sont jusqu'à 50 % plus élevés que ceux de la population générale (Foster et al, 2013).

6.4.3 Apport maximal tolérable

AMT fixé par l'EFSA à 25 mg/j pour l'adulte (enfant : AMT varie selon l'âge : de 7 mg/j (1 à 3 ans) à 22 mg/j (15 à 17 ans) (CSS, 2016).

6.4.4. Principales sources alimentaires

Les sources habituelles de zinc sont la viande et les produits dérivés, les œufs, le poisson, les céréales complètes et les produits à base de céréales, les légumineuses ainsi que le lait et les produits laitiers (CSS, 2016).

Cependant, la biodisponibilité du zinc varie en fonction des aliments. Elle est en général plus élevée pour des produits d'origine animale que d'origine végétale. Elle diminue avec la présence de phytates, souvent présents en grande quantité dans l'alimentation végétarienne. D'autre part, les aliments riches en acide phytique sont généralement plus riches en zinc que leur version raffinée (cf. tableau 18). Les oxalates et certaines fibres alimentaires diminuent également l'absorption du zinc (Agnoli et al, 2017). À l'inverse, la consommation de protéines animales, même en faible quantité, ainsi que les acides organiques (présents dans les fruits -par exemple vitamine C- ainsi que aliments fermentés) augmentent l'absorption du zinc (CSS, 2016 ; Agnoli et al, 2017). Comme pour le fer, la biodisponibilité du zinc est augmentée par des modalités de préparation telles que la mouture, la germination, le trempage et la fermentation lente au levain (pain) (cf. chapitre IV-B. 2.3).

Certaines études montrent qu'il n'existe pas de carence en zinc dans les régimes végétariens bien conçus, grâce à une adaptation des mécanismes d'absorption et d'excrétion, en fonction de l'état des réserves et de la situation individuelle. D'autres auteurs montrent un statut en zinc inférieur chez les végétariens par rapport aux non-végétariens (CSS, 2016 ; Saunders et al, 2013 ; Amit, 2010 ; Foster et al, 2013). Cette contradiction entre les études serait issue d'un manque de cohérence dans la définition du végétarisme. L'important est toujours de vérifier (médecin) le statut en zinc du patient.

Tabel 18: Sources de zinc

Teneur en zinc en mg /100 g	
- Huîtres	59,2
- Germes de blé	18
- Produit à base de mycoprotéines	6,4
- Lentilles sèches	5
- Noix de Grenoble	3,4
- Légumineuses sèches (valeur moyenne)	2,8
- Quinoa, sec	2,7
- Céréales petit déjeuner, blé complet, enrichies	2,7
- Flocons d'avoine	2,6
- Pâtes de blé complet, sèches	2,4
- Oeuf	2,3
- Moules	2,2
- Pain complet	2
- Riz brun, non cuit	1,6
- Riz brun, cuit	0,7
- Riz sauvage, cuit	1,7
- Riz poli, cuit	0,5
- Riz étuvé, cuit	0,4
- Pain gris	1,4
- Tofu, tempeh	1,2
- Crevettes	1
- Seitan	0,9
- Broccoli	0,6
- Yaourt	0,5
- Fromage blanc	0,5
- Lait	0,4
- Boisson à base de soja Ca+, nature	0,4
- Légumes (valeur moyenne)	0,2
- Dulce (<i>Palmaria palmata</i>), cru	2,2
- Kombu (<i>Laminaria digitata</i>), cru	1,2
- Wakame (<i>Undaria pinnatifida</i>), cuit	0,4
- Nori (<i>Porphyra yezoensis</i>), cru	4,4
- Spaghetti de mer, cru	< 0,4
- Laitue de mer bio, cru	< 0,4

Source : NUBEL, 2017; NUBEL valeurs communiquées pour le riz et les algues, 2019.

6.4.5 Recommandations pratiques

Le déficit en zinc peut être présent chez les végétariens (CSS, 2016). Il a été observé que la concentration plasmatique en zinc diminue 12 mois après que des sujets aient opté pour un régime lacto-végétarien alors même que ce changement de régime n'avait en rien modifié leurs apports alimentaires en zinc (Agnoli et al, 2017).

Concernant les apports alimentaires en zinc, ceux des femmes allaitantes véganes sont inférieurs à ceux des femmes allaitantes lacto-ovo-végétariennes ; il en est de même pour leur taux plasmatique de zinc (Agnoli et al, 2017). Le statut en zinc pourrait être inadéquat chez les enfants et adolescents lacto-ovo-végétariens et végans (Agnoli et al, 2017).

Pour les végans, les céréales complètes, les légumineuses, les fruits à coque et les graines oléagineuses sont considérées comme de bonnes sources (Agnoli et al, 2017). A titre d'exemple, un apport de 20 mg/j pourrait être fourni par une combinaison de (cf. tableau 18) :

- 30 g de noix (1 mg de Zn),
- 125 g de pain complet (2,5 mg de Zn),
- 60 g de lentilles sèches (3 mg de Zn),
- 125 g de riz sauvage cuit (2,1 mg de Zn),
- 15 g de germes de blé (2,7 mg de Zn),
- 375 ml de boisson à base de soja (1,5 mg de Zn),
- 125 g de pâtes de blé complet sèches (3 mg de Zn),
- 300 g de brocoli (1,8 mg de Zn),
- 300 g d'autres légumes (0,6 mg de Zn),
- 150 g de tofu (1,8 mg de Zn).

Il est recommandé d'appliquer les techniques visant à activer les phytases présentes dans les graines (voir ci-dessus au 6.4.4 ainsi qu'au chapitre IV-B. 2.3) afin d'améliorer la biodisponibilité et l'absorption du zinc dans les aliments végétaux (Melina et al, 2016 ; Richter et al, 2016 ; Agnoli et al, 2017) et de majorer les apports de zinc pour tous les types de végétarismes, en particulier le véganisme (CSS, 2016 ; Foster et al, 2013).

« Le CSS estime qu'un apport supplémentaire (via des compléments alimentaires ou par ajout aux denrées alimentaires) administré en chronique chez des sujets déficients ou ayant des besoins accrus doit se situer dans une zone comprise entre 5 et 10 mg/jour chez l'adulte. Ces valeurs sont à adapter en fonction de l'âge du sujet (à diminuer chez l'enfant pour atteindre 2,5 à 5 mg/jour). Des doses plus élevées (jusqu'à 20 mg/jour) peuvent être administrées sur de périodes courtes (quelques semaines/mois) pour normaliser des apports nettement insuffisants ou rechercher un éventuel effet de type pharmacologique. Les apports sont possibles sous forme de sels biodisponibles (acétate, chlorure, citrate, gluconate, lactate, sulfate, picolinate, etc.). » (CSS, 2016).

6.5 Iode

6.5.1. Introduction

L'iode est indispensable à la formation de l'hormone thyroïdienne. L'apport adéquat pour l'adulte s'élève à **150 µg/jour** ; cf. le tableau 19 ci-dessous (CSS, 2016).

Des déficits extrêmes ne sont pas décrits en Belgique. La consommation marginale était auparavant assez courante en Belgique, mais la situation s'est considérablement améliorée depuis que les boulangers utilisent du sel iodé dans la fabrication de leur pain. **Un déficit en iode lors de la grossesse peut perturber les paramètres fonctionnels thyroïdiens de la mère, ce qui pourrait entraver la maturation du cerveau du fœtus et être à l'origine de troubles du développement neurocognitif (CSS, 2016). Une déficience même modérée peut entraîner un retard cognitif.** L'EFSA indique que les enfants européens entre 0 - 6 mois sont souvent carencés en iode, même lorsque la maman est omnivore (EFSA, 2013).

6.5.2. Apport adéquat

Tableau 19 : Apport adéquat pour l'iode

Age	Sexe	Iode, µg/jour
7 - 11 mois	H/F	70
1 - 3 ans	H/F	90
4 - 6 ans	H/F	90
7 - 10 ans	H/F	90
11 - 14 ans	H/F	120
15 - 17 ans	H/F	130
Adultes (> 18 ans)	H/F	150
Grossesse	F	200
Allaitement	F	200

Source : CSS, 2016.

6.5.3 Apport maximal tolérable et toxiques éventuels

Dans certains modes alimentaires végétariens (notamment lors de profils de consommation centrés sur les algues et/ou produits de la mer), les apports en iode peuvent s'accompagner d'une consommation de substances préjudiciables pour la santé. Notamment :

- **L'arsenic** : les algues sont parfois considérées comme source d'iode pour les végétariens (Richter et al, 2016) alors que certains auteurs estiment qu'elles n'en constituent pas des sources fiables car leur teneur en iode est très variable (CSS, 2015). Si elles sont consommées, il faudra veiller à ne pas dépasser la consommation quotidienne de 7 g/j (produits séchés) en raison de leur teneur en arsenic inorganique ; elles sont par ailleurs déconseillées chez les femmes enceintes et les enfants. Enfin, l'algue Hijiki ne doit pas être consommée (CSS, 2015).
- **Le méthylmercure** : la forte consommation de poissons et de fruits de mer (pesco-végétarisme) peut entraîner un apport élevé de méthylmercure qui contamine certains poissons. L'ANSES prodigue les conseils suivants aux femmes enceintes, allaitantes et aux jeunes enfants (< 36 mois) :
 - o Par précaution, éviter les poissons les plus contaminés : requins, lamproies, espadons, marlins (proche de l'espadon) et sikis (variété de requin).
 - o Limiter les poissons potentiellement fortement contaminés à 150 g par semaine pour les femmes enceintes et allaitantes et à 60 g par semaine pour les enfants de moins de 36 mois (ANSES, 2016).

AMT : < 600 µg/j dans la population belge, au vu de la présence de certains groupes vulnérables à un apport iodé augmenté (prématurés, nouveau-nés, femmes de plus de 45 ans avec goitre multi-nodulaire) (CSS, 2016).

6.5.4 Principales sources alimentaires et apport usuel

Les principales sources d'iode dans l'alimentation belge sont le pain préparé avec du sel iodé (49,4 % de l'apport) et par ailleurs le lait (15,6 % de l'apport). L'apport en iode via le poisson, les fruits de mer et les crustacés ne représente que 6,5 % ; la viande et les substituts de viande 6,8 % (Enquête nationale de consommation alimentaire 2014 - 2015 : De Ridder et al, 2016).

A l'inverse, il convient de noter que certains légumes, comme les choux et plusieurs variétés de crucifères contiennent des substances goitrogènes qui, comme leur nom l'indique, perturbent la fonction thyroïdienne. D'ordinaire, la cuisson élimine l'essentiel de ces facteurs indésirables.

L'alimentation végétarienne risque de ne pas apporter suffisamment d'iode, les sources disponibles étant uniquement le sel iodé (notamment dans le pain qui en contiendrait) et les algues marines (pour ces dernières, non seulement le taux d'iode est très variable mais la présence d'arsenic peut poser problème, cf. chapitre IV-B).

Tableau 20: Sources d'iode

Teneur en iode en µg par 100 g			
- Algues	7553	- Oeuf à la coque	35,5
- Moules	124,7	- Hareng aigre doux	32
- Cabillaud	82	- Sole limande préparée	30
- Huîtres	60	- Pain complet	18,75
- Flétan fumé	60	(préparé avec du sel iodé)	
- Saumon (consERVE)	59	- Lait entier	14,9
		- Crevettes roses cuites	13

Source : RIVM, NEVO-online, 2016.

6.5.5 Recommandations pratiques

Il convient d'utiliser du **sel alimentaire (sel de table) iodé** dans les ménages tout en veillant à ne pas abuser du sel, par ailleurs défavorable si consommé en excès (CSS, 2014 ; CSS, 2016).

En cas de véganisme, l'iode ne peut provenir que du sel iodé, des algues et de la complémentation (Melina et al, 2016 ; Richter et al, 2016). **Mais les algues ne sont pas considérées comme source fiable car leur teneur en iode est très variable** (CSS, 2015). Les algues sont déconseillées chez les enfants et femmes enceintes en raison des substances qui s'y retrouvent inévitablement (**arsenic inorganique et autres métaux lourds**); pour les autres groupes de population, leur consommation ne doit pas excéder 7 g/j (une demi cuillère à café de produit déshydraté) (CSS, 2015). Le pain contenant du sel iodé est une source intéressante de cet élément, et cette consommation est à considérer notamment en cas de véganisme. En Belgique, la fortification du sel de boulangerie est préconisée à hauteur de 15 mg d'iode/kg de sel (CSS, 2016 et CSS, 2014 - Stratégies visant à augmenter l'apport iodé en Belgique. Evaluation et recommandations). Cent grammes de pain contiennent entre 1 et 1,25 g de sel, ce qui correspond à 15 à 19 µg d'iode.

Une complémentation en iode de 50 à 100 µg/jour est recommandée par le CSS avant et pendant la grossesse, ainsi que pendant l'allaitement (CSS, 2016 ; Melina et al, 2016). Cependant, l'ANSES recommande d'éviter de cumuler les sources d'iode pendant la grossesse en raison de l'augmentation du risque d'hypothyroïdie néonatale que cela peut induire, et donc conseille aux femmes enceintes de signaler toute prise de complément alimentaire iodé et de ne pas en consommer sans l'avis d'un professionnel de la santé (ANSES, 2017).

En résumé :

Pour tous les modes de végétarisme et véganisme :

1. Consommer du pain contenant du sel iodé.
2. **Utiliser du sel de cuisine iodé ; le sel de mer en contient à peine et peut être contaminé par des microplastiques.**
3. Consommer uniquement **des compléments alimentaires adaptés à chaque situation individuelle et ce après avis autorisé.**

Pour les lacto-ovo, lacto- et pesco-végétariens :

4. De plus, consommer régulièrement du lait et des produits laitiers/oeuf/poisson/fruits de mer et crustacés.

6.6 Références

- Agnoli C, Baroni L, Bertini I, Ciappellano S, Fabbri A, Papa M et al. Position paper on vegetarian diets from the working group of the Italian Society of Human Nutrition. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2017;27:1037-52.
- Amit M. Vegetarian diets in children and adolescents. *Paediatr Child Health* 2010;15:303-8.
- ANSES - Agence Nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Consommation de poissons et exposition au méthylmercure. 2016. Available from: URL:<<https://www.anses.fr/fr/content/consommation-de-poissons-et-exposition-au-m%C3%A9thylmercure>>.
- ANSES - Agence Nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Risques endocriniens et métaboliques relatifs à l'apport au cours de la grossesse de vitamine D et d'iode par des compléments alimentaires impliqués dans des cas de nutrivigilance. Avis de l'ANSES, Rapport d'expertise collective; 2017.
- CSS – Conseil supérieur de la santé. Stratégies visant à augmenter l'apport iodé en Belgique : Evaluation et recommandations. Bruxelles: CSS; 2014. Avis n° 8913.
- CSS - Conseil supérieur de la santé. L'arsenic et autres éléments présents dans les algues et les compléments alimentaires à base d'algues. Bruxelles: CSS; 2015 Avis n° 9149.
- CSS - Conseil supérieur de la santé. Recommandations nutritionnelles pour la Belgique - 2016. Bruxelles: CSS; 2016. Avis n° 9285.
- De Ridder K, Lebacqz T, Ost C, Teppers E, Brocatus L et al. Enquête de Consommation Alimentaire 2014-2015. Rapport 4: La consommation alimentaire. Bruxelles: WIV-ISP, 2016.
- EFSA – European Food Safety Authority. Scientific Opinion on nutrient requirements and dietary intakes of infants and young children in the European Union. *EFSA Journal* 2013;11:3408.
- Foster M, Chu A, Petocz P, Samman S. Effect of vegetarian diets on zinc status: a systematic review and meta-analysis of studies in humans. *J Sci Food Agric* 2013;93:2362-71.
- Melina V., Craig W, Levin S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: vegetarian diets. *J. Acad Nutr Diet* 2016;116:1970-80.
- NUBEL. Table belge de composition des aliments – 5^{ème} édition. Bruxelles: Nubel asbl, 2009.
- NUBEL. Table belge de composition des aliments - 6^{ème} édition. Bruxelles: Nubel asbl, 2017. Available from: URL:<<http://www.nubel.com/fr/table-de-composition-des-aliments.html>>.
- Richter M, Boeing H, Grünewald-Funk D, Hesecker H, Kroke A, Leschik-Bonnet E et al. Vegan diet. Position of the German Nutrition Society. *Ernährungs Umschau* 2016;63:92-102.
- RIVM - Rijksinstituut Volksgezondheid en Milieu. NEVO-online. Nederlands Voedingsstoffenbestand 2016;5.0.
- Saunders AV, Craig WJ, Baines SK. Zinc and vegetarian diets. *Med J Aust* 2013;199:S17-21.

- Sobiecki JG, Appleby PN, Bradburry KE, Key TJ. High compliance with dietary recommendations in a cohort of meat eaters, fish eaters, vegetarians, and vegans: results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Oxford Study. *Nutrition res* 2016;35:464-77.

IV. BENEFICES DU VEGETARISME ET SES RISQUES PLUS PARTICULIERS

La partie de ce chapitre consacrée aux risques est plus détaillée que celle concernant les avantages du végétarisme. Ce choix fut volontaire ; en effet, la littérature quant aux effets favorables d'une alimentation davantage basée sur des aliments d'origine végétale et/ou basée sur une restriction de produits d'origine animale est abondante alors que les éventuels risques liés au mode d'alimentation végétarienne et végane sont moins connus et/ou font moins l'objet de publications.

IV-A. AVANTAGES DU VEGETARISME

Une bonne part des choix en faveur d'une alimentation végétarienne s'explique par ses avantages environnementaux. Ils se traduisent par une réduction de l'empreinte carbone, de l'appauvrissement des sols, de la déforestation et de l'épuisement des ressources halieutiques. L'impact favorable sur la faune et la flore (biodiversité) se marque aussi directement par une meilleure préservation du milieu.

Le choix d'un régime végétarien peut également être motivé par la recherche d'effets favorables (immédiats et/ou à long terme) sur la santé. La suppression de certains aliments d'origine animale présente un intérêt indéniable dans un nombre de situations bien connues. L'éviction du lait, voire de certains produits laitiers apporte un confort digestif aux personnes intolérantes au lactose, l'abandon des œufs guérit de leur mal les allergiques aux protéines de l'œuf. Outre ces effets préventifs immédiats, l'impact de la suppression de tout ou partie de 'chair animale' présente certains bénéfices, moins visibles et plus difficiles à démontrer parce que apparents seulement à moyen ou long terme.

Malgré la diversité des populations étudiées, la conception méthodologique et la qualité des études publiées, certains arguments plaident en faveur d'une alimentation végétarienne bien conduite dans ses capacités à maintenir une bonne santé et à réduire, voire éviter certains effets nocifs de l'alimentation omnivore. Les bénéfices les plus marquants en termes de santé publique s'observent sur les maladies cardiovasculaires (Ha & de Souza, 2015 ; Yokoyama et al, 2017 ; Wang et al, 2015). Certaines formes de cancer sont aussi moins fréquentes chez les végétariens (Oussalah et al, 2020). Les éléments de preuve en faveur d'une réduction du risque d'obésité et/ou de diabète de type 2 sont moins fondés (Pilis et al, 2014). Pour des raisons méthodologiques (âge, type de végétarisme, ethnie, etc.), il n'est pas possible de procéder à des méta-analyses pertinentes avec les études (souvent anciennes) publiées. Certaines allégations ne se fondent pas sur des données fiables et ne peuvent certainement pas être extrapolées à l'ensemble des végétarismes.

Lorsque l'on souhaite évoquer les avantages potentiels de l'alimentation végétarienne, il faut s'en tenir aux résultats des études correctement menées et n'en tirer des conclusions que pour les populations et les types de végétarisme explicitement évalués. Les diverses modalités du végétarisme ne sont pas, elles, dénuées de risques. Les dangers varient dans leur intensité selon les groupes d'âge, les types de végétarisme et les nutriments concernés (Pilis et al, 2014 ; Haider et al, 2018).

Il est utile d'attirer l'attention de la population belge sur les risques liés au végétarisme en général, et/ou plus particulièrement à certaines de ses formes. Une information claire et étayée permet à chacun de faire son propre choix alimentaire et surtout de le « conduire » de façon saine. Un professionnel de la santé averti peut – à plus forte raison en cas de doute – fournir un encadrement et des conseils à cet égard.

Références

- Ha V, de Souza RJ. Fleshing Out the Benefits of Adopting a Vegetarian Diet. *J Am Heart Assoc* 2015;4:e002654.
- Haider LM, Schwingshackl L, Hoffmann G, Ekmekcioglu C. The effect of vegetarian diets on iron status in adults: A systematic review and meta-analysis. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2018;58:1359-74.
- Oussalah A, Levy J, Berthezène C, Alpers DH, Guéant JL. Health outcomes associated with vegetarian diets: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Clin Nutr*. 2020;S0261-5614:30101-1.
- Pilis W, Stec K, Zych M, Pillis A. Health benefits and risk associated with adopting a vegetarian diet. *Rocz Panstw Zakl Hig* 2014;65:9-14.
- Wang F, Zheng J, Yang B, Jiang J, Fu Y, Li D. Effects of Vegetarian Diets on Blood Lipids: A systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Am Heart Assoc* 2015;4:e002408.
- Yokoyama Y, Levin SM, Barnard ND. Association between plant-based diets and plasma lipids: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev* 2017;75:683-98.

IV-B. RISQUES PLUS PARTICULIERS ASSOCIES AU VEGETARISME

1. GENERALITES

L'alimentation quelle qu'en soit la nature, expose à des risques sanitaires (intoxication par contamination bactérienne, empoisonnement par des toxiques chimiques, etc.). Les expositions insidieuses, asymptomatiques et silencieuses de longue durée sont souvent les plus dommageables car irréversibles. Chaque modalité alimentaire revêt un profil de risque qui lui est plus particulier sans pour autant être totalement spécifique. Dans le cas d'une alimentation végétarienne, l'attention du consommateur doit être apportée sur un ensemble de points. Leur impact sanitaire varie selon les âges et les sources alimentaires retenues ou au contraire abolies.

Il convient de souligner que le présent chapitre ne doit pas être interprété comme une critique du végétarisme. Il a pour seul objectif de donner une vue d'ensemble des risques de sécurité alimentaire qui sont introduits ou qui deviennent plus importants suite à la transition alimentaire choisie (SciCom, 2019).

La sécurité alimentaire traite des substances indésirables dans la nourriture. Ces substances peuvent être de nature chimique, (micro-)biologique, physique voire encore allergisante. L'appréciation du risque, lorsque l'on s'intéresse à l'alimentation végétarienne ou végane, se focalise principalement sur les risques de nature chimique, biologique et microbiologique.

2. SUBSTANCES INDESIRABLES NATURELLES

Les substances indésirables naturellement présentes dans les aliments sont reprises sous diverses appellations : contaminants naturels, facteurs antinutritionnels, produits indésirables.

Certains aliments végétaux contiennent de faibles quantités de substances toxiques qui peuvent s'avérer néfastes pour la santé humaine lorsqu'ils sont consommés en grandes quantités. Comme plusieurs d'entre eux constituent des denrées de base dans un régime végétarien, leur consommation peut s'avérer problématique. Les sources majeures de constituants à risque sont les légumineuses (présence de tanins et de phytates), le quinoa (présence de tanins, phytates et saponines), les choux et autres plantes crucifères (substances goitrogènes), les algues et le riz (arsenic et autres métaux lourds), le blé et le maïs (présence de gluten, de mycotoxines, phytates).

Certaines toxines ne peuvent être éliminées des aliments qui les contiennent naturellement et d'autres peuvent apparaître lors de procédés de transformation, de fabrication ou lors de la cuisson. Leur consommation en faibles quantités est ainsi inévitable. Néanmoins tous les efforts doivent tenter d'en limiter les quantités autant que possible et de protéger les personnes qui pourraient être exposées à des quantités élevées en raison de leurs habitudes alimentaires ou pour tout autre motif.

2.1 Facteurs antinutritionnels

On trouve les facteurs antinutritionnels dans les produits végétaux comme les légumineuses et les céréales. A titre d'exemple, on peut citer les **inhibiteurs de la trypsine, présents dans le soja et d'autres légumineuses**. Un traitement thermique adéquat les inactive et annule leurs effets néfastes sur la digestion (Liener, 1994). L'inactivation des inhibiteurs tryptiniques lors de la préparation des boissons de soja a été étudiée par Kowk et al (2002). L'**optimisation du processus UHT permet de détruire 90 % de l'activité antitrypsine sans pour autant réduire de plus de 10 % l'activité vitaminique B1, la vitamine la plus sensible à la chaleur**.

Un autre groupe de facteurs antinutritionnels est celui des **lectines**. Ces glycoprotéines sont **fortement inactivées par la chaleur**. Parmi celles-ci, on peut citer la phytohémagglutinine, présente dans les **légumineuses, comme les pois et les haricots**.

Ces facteurs antinutritionnels sont inactivés par un traitement à la chaleur correctement ciblé ou sont dénaturés par un processus industriel, de sorte que les aliments préparés seront sûrs. C'est seulement si le processus thermique n'est pas adéquat que des effets toxiques peuvent survenir. La littérature scientifique signale des cas d'ingestion de légumineuses crues ou insuffisamment cuites, responsable de nausées suivies de vomissements et de diarrhée ; certaines personnes ont aussi évoqué des douleurs abdominales (Rodhouse et al, 1990 ; Dolan et al, 2010 ; Canada.ca, 2011 ; Voedingscentrum.nl).

La forte consommation alimentaire de légumineuses chez les végétariens et végétariens implique une cuisson à une température appropriée, tant lors de préparations domestiques qu'industrielles. Ce faisant, la teneur en facteurs antinutritionnels est suffisamment réduite et la valeur nutritionnelle des aliments s'en trouve améliorée. Il est également conseillé de jeter l'eau de trempage et de cuisson des légumineuses.

2.2 Perturbateurs endocriniens

Selon l'OMS, les perturbateurs endocriniens sont des substances ou des mélanges de substances exogènes altérant les fonctions du système endocrinien et de ce fait induisent des effets néfastes sur la santé d'un organisme intact, de sa progéniture ou au sein de (sous-) populations (WHO, 2002 ; WHO, 2012). Il peut autant s'agir de substances naturelles telles que les **phyto-œstrogènes** que de molécules de synthèse, comme par exemple certains pesticides, les phtalates et autres polluants. Un débat en cours concerne le **bisphénol A (BPA)** présent dans les **emballages**.

Dans cette rubrique, seules les substances naturelles seront évoquées et plus précisément les phyto-œstrogènes. Ce terme regroupe plusieurs molécules issues du monde végétal capables de se lier aux récepteurs des œstrogènes. Les 3 principales classes de phyto-œstrogènes sont :

- **Les isoflavones (retrouvées en quantité importante dans le soja et produits dérivés) ;**

- Les lignanes (présents en plus faible quantité dans : fruits, légumes, céréales et graines oléagineuses) ;
- Les coumestanes (présentes essentiellement dans le trèfle et la luzerne qui ne font pas communément partie de l'alimentation humaine mais se retrouvent dans des compléments alimentaires).

(AFSSA, 2005).

Les isoflavones présentes dans les fèves de soja font l'objet d'intenses recherches. Ces travaux concernent tant leurs éventuels effets sanitaires désirables que nocifs.

Trois types fondamentaux d'isoflavones sont présents dans le soja, sous forme d'aglycone ou de glycoside : la daidzéine, génistéine et glycitéine. Le composant majeur, la daidzéine, peut être transformé durant la digestion en equol. Divers effets lui sont attribués, notamment une activité oestrogénique mais aussi antioxydante. Il apparaît qu'un tiers, voire la moitié des consommateurs sont capables d'assurer la conversion digestive de la daidzéine en equol (Lampe & Chang, 2007, Rowland et al, 2000, Bolca et al, 2007, Possemiers et al, 2007).

Le SciCom a émis un avis (2009) établissant l'effet oestrogénique de diverses substances par ordre décroissant : éthinyloestradiol > génistéine > bisphénol A > DDT.

La quantité totale d'isoflavones dans le soja est de l'ordre de 1 545,3 mg/kg de matière sèche selon USDA, (2008) et de 2 123,8 mg/kg de matière sèche selon ILSI, (2010) avec des variations allant de 678,7 à 3 688,9 mg/kg de matière sèche. Cette teneur dans les produits et préparations de soja dépend fortement de la technologie appliquée.

Fleury et al, 2017 estiment qu'en France la prise cumulée d'isoflavone, de coumestrol et d'equol chez les végétariens serait en moyenne de 0,199 mg/kg de poids corporel par jour (LB)⁴ et de 0,201 mg/kg de poids corporel par jour (UB)⁵. Au percentile 95 (P95)⁶ ces valeurs s'élèvent à 0,799 (LB) et à 0,803 (UB) mg/kg poids corporel par jour.

Ces quantités consommées par les végétariens se situent à un niveau de 10 à 300 fois plus élevé que celles prises par la population générale et émanent essentiellement d'isoflavones présentes dans les substituts de laitages et de viande, et dans une moindre mesure des autres pseudo-œstrogènes.

⁴ LB – Lower bound: The LB assumption corresponds to a scenario in which non-detected values are estimated to be 0 and the values detected, but not quantified, are estimated to be equal to the LOD. The LB scenario represents the minimum possible value as it underestimates concentrations below the LOD and those below the LOQ (Fleury et al, 2017).

⁵ UB – Upper bound: The UB assumption corresponds to a scenario in which non-detected values are estimated to be equal to the LOD and the values detected but not quantified are estimated to be equal to the LOQ. the UB scenario represents the maximum possible value as it overestimates concentrations below the LOD and those below the LOQ (Fleury et al, 2017)

⁶ En statistique descriptive, le 95ème percentile est la valeur au-dessous de laquelle se trouve 95 % des valeurs mesurées (5 % des valeurs se trouvent au-dessus).

La littérature scientifique ne permet de tirer de conclusion formelle concernant l'effet des phyto-œstrogènes alimentaires. Tant des effets sanitaires positifs que négatifs sont signalés. Dans la mesure où un risque ne peut être écarté, le principe de précaution prévaut (AFSSA, 2005). Il convient donc de faire savoir aux végétariens et végétans qu'ils sont exposés à une consommation plus élevée de phyto-œstrogènes suite à leurs choix alimentaires.

2.3 Acide phytique

L'acide phytique ou acide myo-inositolhexaphosphorique est ubiquitaire dans les aliments végétaux. Dans les céréales, il se retrouve dans les couches externes (le son) tandis qu'il est plus uniformément distribué dans les légumineuses. L'acide phytique accompagne les fibres dans les céréales, notamment dans les produits à base de céréales complètes.

L'acide phytique a des propriétés chélatrices. Il se lie et forme des complexes avec les minéraux, entravant leur assimilation digestive. L'effet est tel qu'on signale qu'un régime très riche en phytates peut causer des problèmes de disponibilité des minéraux alimentaires.

Outre ces effets négatifs, l'acide phytique présente l'avantage d'être un antioxydant.

La teneur en acide phytique dans les matières végétales brutes est, d'après Kumar et al (2010), plus élevée dans les légumineuses que dans les céréales. Dans les premières, la quantité est de 2,5 g/100g. Dans le soja elle tombe à 1 – 1,5 g/100g (Liener, 1994 ; ILSI, 2010). Les graines en contiennent jusqu'à 5 g/100g, comme par exemple les graines de lin. Les fruits à coque peuvent aussi en constituer un apport notable. Les noix de Grenoble en contiennent jusqu'à 6,7 g/100g et les amandes jusqu'à 9 g/100g. Selon Kumar et al (2010), le profil alimentaire végétarien apporte de 2 à 2,5 g d'acide phytique par jour.

Les modalités de préparation peuvent influencer la teneur en acide phytique. La fabrication du pain par fermentation lactique lente au levain détruit l'acide phytique sous l'effet des phytases naturelles et des bactéries lactiques. (Reddy & Pearson, 1994). Ceci est vrai aussi lors du processus de germination (Mbithi et al, 2001). Le trempage des légumineuses entraîne également une réduction de leur teneur en acide phytique. Mais les noix qui contiennent beaucoup de cet acide sont rarement soumises à une préparation : elles sont d'ordinaire consommées telles quelles.

Les végétariens et végétans consomment généralement davantage de produits végétaux à fortes teneurs en acide phytique. La quantité effectivement ingérée dépend des prétraitements et des modalités préparatoires (industrielles et domestiques) de l'alimentation. Il n'existe pas de données sur la consommation spécifique d'acide phytique, notamment pour les personnes végétariennes ou végétans. L'acide phytique reste donc un point sur lequel l'attention doit demeurer, en particulier dans les populations vulnérables (voir infra chapitre V.).

2.4 Mycotoxines

Comme leur nom l'indique, les mycotoxines sont des substances toxiques, d'origine naturelle, produites par certaines espèces fongiques filamenteuses (moisissures). Les membres de trois genres *Aspergillus*, *Fusarium* et *Penicillium*, en sont les pourvoyeurs essentiels. Plus de 300 de ces toxines sont connues mais six d'entre elles apparaissent fréquemment dans les aliments (aflatoxines, trichothécène, zéaralénone, fumonisine, ochratoxine et patuline). Elles occasionnent des problèmes de sécurité alimentaire imprévisibles et récurrents dans le monde entier. Les autres groupes pertinents sont les enniatines, beauvericine et alcaloïdes de l'ergot de seigle.

- Les **aflatoxines** sont des toxines (mycotoxines) produites par des **moisissures** appartenant au genre *Aspergillus* (section *Flavi*). Ces champignons peuvent se développer et produire les toxines, notamment dans les régions chaudes et humides des pays d'Afrique, d'Asie et d'Inde.
- Le niveau d'exposition aux toxines peut être élevé pour les régimes alimentaires traditionnels à base de maïs et d'arachide, en Afrique subsaharienne, en Asie du Sud-Est et en Amérique Latine.
- Ces espèces fongiques peuvent se développer si la température et l'humidité sont propices, soit dans les champs, soit pendant le stockage en cas de défaut de séchage ou lors de la ré-humidification.
- Quatre aflatoxines (B1, B2, G1, G2) sont produites dans la nature. L'aflatoxine B1 est la plus fréquente et la plus toxique. Elle possède des propriétés génotoxiques et carcinogènes et a été classée par l'IARC dans le groupe 1 (cancérogène pour l'homme) (Ostry, 2017).
- L'aflatoxine M1 et l'aflatoxine G1 ont également été classées dans le groupe 1 (cancérogène pour l'homme) par l'IARC en 2012 (Ostry, 2017).
- L'ingestion de denrées alimentaires contaminées par les aflatoxines est la voie d'exposition majeure chez l'homme.

Lorsque l'exposition à l'aflatoxine se conjugue à l'infection chronique par le virus de l'hépatite B (VHB), le risque de cancer du foie est jusqu'à 30 fois plus élevé qu'en cas d'exposition à l'aflatoxine seule. Elle n'est pas incriminée de façon formelle dans d'autres pathologies à ce jour.

Les mycotoxines peuvent entrer dans la chaîne alimentaire, soit directement au départ de composants alimentaires végétaux, eux-mêmes contaminés avant la récolte (pendant la période de croissance de la plante) ou après la récolte (lors du processus de préparation, de la production industrielle, de l'emballage, de la distribution ou du stockage), soit indirectement lorsque des aliments sont eux-mêmes contaminés par des variétés fongiques toxigènes.

Les mycotoxines peuvent s'accumuler dans les cultures de maïs, de blé, de soja, de cacahuètes et aussi dans d'autres produits agricoles entrant dans l'alimentation humaine et animale, soit lorsque le végétal est encore sur pied, soit durant son transport. Le **maïs est considéré comme l'aliment le plus haut placé dans l'échelle de risque**, tandis que le riz se situe

au plus bas. Outre la consommation directe d'aliments contaminés, la consommation d'aliments d'origine animale susceptibles de contenir des résidus ou des dérivés de mycotoxines comme la viande, le lait ou les œufs pose aussi un problème potentiel de santé publique. La fréquence de contamination d'aliments d'origine animale est bien plus faible que celle d'origine végétale.

La plupart des mycotoxines restent stables durant les procédés alimentaires, notamment lors de la cuisson, l'ébullition, le passage au four ou à la friture, le rôtissage et la pasteurisation.

C'est donc selon leur type et la fréquence de leur survenue que les mycotoxines sont vues comme un problème sanitaire majeur d'ordre mondial. Les denrées les plus contaminées selon les publications sont le maïs, le blé, les cacahuètes, le sorgho, les pistaches, les amandes, les arachides, les noix, les figues, les graines de coton, les épices, le lait et produits laitiers, les céréales et produits dérivés, les raisins secs, le vin, les ananas, le café, le cacao, le fromage, les asperges, les pommes, le jus de pomme et les concentrés. Cependant, des mycotoxines peuvent aussi se retrouver dans des aliments à base de soja, comme certaines boissons ou burgers. La présence de mycotoxines a même été signalée dans diverses autres légumineuses. Ce type de produits n'est pas soumis aux contrôles de recherche de mycotoxines ; leur consommation peut donc mener à une exposition.

Les mycotoxines constituent la deuxième cause de notification au système d'alerte rapide mis en place par l'Union européenne pour les aliments humains et animaux (RASFF, 2017). Les arachides apparaissent comme étant le premier aliment mis en cause, suivies par les pistaches, les figues séchées, les noisettes, les piments. Afin de réduire l'exposition aux mycotoxines, un règlement a été voté par la Commission européenne et des taux maxima promulgués pour les mycotoxines les plus importantes, à savoir les aflatoxines (AFG1, AFG2, AFB1, AFB2), les fumonisines (FB1, FB2), l'ochratoxine A (OTA), le déoxynivalénol (DON), la patuline, la citrinine et la zéaralénone (ZEA) (EC, 2007). Cet outil législatif recommande des taux maxima pour la totalité des toxines T-2 et HT-2, prises cumulées (EC, 2013). Les aliments qui font l'objet d'un contrôle sont le maïs, le blé, le riz, les cacahuètes, le sorgho, les pistaches, les amandes, les arachides, les noix et noisettes, les figues, les graines de coton, les épices, le lait et produits laitiers, les céréales et produits dérivés, les raisins secs, le vin, le raisin, le café, le cacao, les fromages, les asperges, les pommes, les jus de pommes et leurs concentrés. A titre d'exemple, la teneur maximale en AFB1 autorisée dans toutes les céréales et produits dérivés est de 2,0 µg/kg. Le règlement européen est des plus stricts, fixant les limites acceptables pour diverses mycotoxines, la teneur maximale résiduelle variant de 0,5 µg kg⁻¹ (AFM1) à 1 000 µg kg⁻¹ (déoxynivalénol) dans les aliments et de 0,025 µg kg⁻¹ (AFM1) à seulement 150 µg kg⁻¹ (déoxynivalénol) dans les aliments pour nourrissons. Bien qu'aucune norme réglementaire n'ait été fixée pour d'autres toxines connues (les éniatines, par exemple), leur pouvoir délétère a été investigué dans plusieurs études. Dans des produits spécifiques, tels que des fractions riches en fibres et protéines, des teneurs plus élevées sont possibles. Par exemple, une norme spécifique a été fixée pour l'ochratoxine A dans le gluten.

La littérature scientifique actuelle ne livre pas beaucoup d'information quant à l'exposition spécifique des végétariens aux mycotoxines. Les données se rapportent essentiellement à la population générale. **Cependant, les végétariens constituent un groupe considéré à plus haut risque pour le déoxynivalénol (DON) en raison d'une forte consommation de céréales, un milieu particulièrement propice au développement de cette toxine** (Wells et al, 2017). Le DON est produit par *Fusarium graminearum* et constitue le plus ubiquitaire des trichothécènes. Grâce aux progrès portant sur l'identification de marqueurs biologiques, le DON urinaire et ses métabolites peuvent être mesurés chez les consommateurs de produits contaminés. Certaines études ne constatent pas de surexposition au DON chez les végétariens, comparés à la population générale. Par ailleurs, une exposition plus forte aux T-2, HT-2 (groupe des trichothécènes) et à la patuline est possible selon Hercberg chez les végétariens (Hercberg, 2010). Il en va de même pour les aflatoxines. Une étude thaïlandaise (Vinitketkumnien et al, 1997) conclut à une exposition plus forte chez les végétariens.

Des analyses de l'alimentation globale (TDS)⁷ de la population générale indiquent que l'exposition aux mycotoxines (ochratoxine, déoxynivalénol, nivalénol, T-2, HT-2, aflatoxines, AFM1, zéaralenone, fumonisine et patuline) oscillait entre 0,01 et 105,2 % de la dose journalière tolérable (TDI), exprimée en ng/kg de poids corporel et par jour (Carballo et al, 2019). Ce paramètre indique quelle quantité d'une substance chimique peut être consommée sur de longues périodes sans risque sanitaire. La plupart des mycotoxines se plaçaient à des taux d'exposition aux alentours des 30 %, seul le DON excédait ces valeurs pour atteindre un niveau de 105 %. Ce dépassement est lié à la consommation de céréales, plus particulièrement le pain et les toasts qui ne sont pas en soi le fait des végétariens mais consécutif à leur prise habituellement plus importante (Leblanc et al, 2006). Néanmoins, le nivalénol, déoxynivalénol et la zéaralenone sont aussi retrouvés dans les aliments spécifiquement végétariens. C'est pourquoi une évaluation plus précise portant sur les aliments ciblés suggère que les végétariens pourraient être davantage exposés à certaines mycotoxines, et ce en quantités excédant la valeur tolérable de référence.

Une étude française (NutriNet Santé Study) a été menée sur 1766 sujets végétariens âgés de 18 à 81 ans, dont 188 végans. La consommation (par ordre décroissant) des différents groupes d'aliments s'avérait similaire chez les végétariens et dans la population générale ; notamment : légumes > eau de boisson > épices et sauces > pain et produits de boulangerie > fruits (Hercberg, 2010).

Des efforts soutenus sont nécessaires afin d'améliorer les méthodes analytiques et la détermination des mycotoxines dans diverses matrices alimentaires afin de pouvoir mettre en œuvre une réglementation qui protège la santé du consommateur, soutient le secteur agricole et facilite le commerce international. D'autre part, l'évaluation des habitudes de consommation et de l'exposition de la population végétarienne n'est pas encore réalisée de manière standardisée. Par conséquent, les données ne peuvent être déduites que d'autres études.

⁷ Total diet studies (TDS) which are representative of food of overall diet and culinary preparations of a population in a country.

Les personnes suivant un régime végétarien ou végan semblent s'exposer davantage à certaines mycotoxines, notamment lorsqu'ils sont consommateurs importants de céréales, et de pain plus particulièrement. Une diversification des sources alimentaires permet d'atténuer ce risque.

2.5 Toxines végétales inhérentes

Les alcaloïdes sont des molécules à bases azotées (souvent cyclique) qui se retrouvent essentiellement et naturellement dans les plantes. Ils possèdent des propriétés pharmacologiques aussi variées que diverses. Plus de 30 000 substances ont été identifiées dans la nature. La plupart ont comme précurseur des acides aminés, comme la phénylalanine, la tyrosine, le tryptophane, la lysine, l'arginine et l'ornithine.

Leur rôle de défense contre les herbivores, et à un degré moindre contre les microbes ou les plantes concurrentes, explique leur nature fortement toxique. Plusieurs alcaloïdes interagissent avec la conduction nerveuse et la transmission neuronale.

Peu de choses sont connues pour la majorité des 30 000 alcaloïdes, ce qui empêche de fixer des limites de risque. Néanmoins, en raison de toxicité avérée et d'accidents, l'EFSA a publié des avis concernant les alcaloïdes de l'opium, de l'ergot ainsi que les alcaloïdes tropaniques, les alcaloïdes pyrrolizidiniques et les calystégines (EFSA, 2017a ; EFSA, 2018a ; EFSA, 2016 ; EFSA, 2017b ; EFSA, 2019).

Pour bien des toxines végétales, il n'existe pas de limite de consommation acceptable qui soit établie et encore moins de seuil légal toléré. Néanmoins, les avis de l'EFSA, les travaux scientifiques publiés sans cesse ainsi que les données d'observations factuelles, ont permis de trouver un consensus scientifique ainsi que d'émettre des recommandations concernant la surveillance de certaines toxines végétales (dont des alcaloïdes) (https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/cs_monitoring_recommendations_en.pdf). Notamment pour les alcaloïdes tropaniques, la stérigmatocystine, les alcaloïdes de l'ergot, les phomopsines, la citrinine, les alcaloïdes de type pyrrolizidine ou les toxines d'*Alternaria*, il serait utile d'en contrôler la présence dans les aliments.

Alcaloïdes tropaniques

Des quantités substantielles d'atropine et de scopolamine, les deux alcaloïdes tropaniques les plus fréquents, ont pu être mesurées dans certains thés, herbes pour infusion (tisanes), épices, céréales. Des calystégines sont présentes dans les dérivés de pommes de terre. Les sujets les plus jeunes (nourrissons, enfants d'âges préscolaire et scolaire) présentaient des niveaux d'exposition aiguë plus élevés comparés aux sujets plus âgés. Les estimations les plus élevées de l'exposition aiguë moyenne et extrême (P95) ont été observées dans les classes d'âge les plus jeunes pour la somme de l'atropine et de la scopolamine. Elles variaient de 1 à 64 ng/kg de poids corporel/jour. La Commission européenne a établi des valeurs maximales pour l'atropine (1,0 µg/kg) et la scopolamine (1,0 µg/kg) dans les préparations à base de

céréales et aliments pour nourrissons et enfants en bas âge contenant du millet, du sorgho ou du sarrasin.

En particulier, il convient de surveiller les taux d'alcaloïdes tropaniques dans les céréales, les produits 'sans gluten', les compléments alimentaires végétaux, les infusions et les tisanes, les légumineuses, les graines oléagineuses et leurs dérivés.

Alcaloïdes de l'ergot (dit ergot de seigle) (EA)

Les EA sont des toxines produites par diverses espèces de champignons du genre *Claviceps*. En Europe, *Claviceps purpurea* est le genre le plus commun et contamine les céréales, comme le seigle, le blé, le triticale, l'orge, le millet et l'avoine. Les teneurs les plus élevées en EA se retrouvent dans le seigle et produits dérivés, en particulier les produits agricoles bruts ou peu transformés. Dans l'ensemble, l'exposition alimentaire chronique de la population jeune était 2 - 3 fois plus élevée que celle estimée pour la population adulte. L'exposition aiguë moyenne oscillait de 0,02 µg/kg (nourrissons) à 0,32 µg/kg de poids corporel et par jour (« autres enfants ») (EFSA, 2017a).

Les alcaloïdes de l'ergot de seigle doivent être surveillés plus étroitement dans les aliments préparés et aussi dans des aliments fréquemment consommés par certains groupes au sein de la population.

Alcaloïdes pyrrolizidiniques (PA)

L'EFSA a fixé la dose de référence pour les PA à 237 µg/kg de poids corporel et par jour afin d'évaluer les risques cancérigènes et a conclu que l'exposition aux PA pouvait poser un risque pour la santé humaine, en particulier pour les consommateurs fréquents et importants de thé et d'infusions. Il a été noté que la consommation de compléments alimentaires à base de plantes productrices de PA pourrait entraîner des niveaux d'exposition responsables d'une toxicité aiguë/à court terme. L'exposition aiguë variait de 1 à 300 ng/kg de poids corporel et par jour, si l'on retient pour tous les aliments consommés la valeur haute du taux de contamination. Ces chiffres passent à 6 ou 170 ng respectivement pour un enfant/adolescent ou un adulte exposé à des taux moyens.

En Belgique, l'Arrêté Royal sur les plantes (AR du 29/8/1997) garantit que l'utilisation de plantes produisant des PA n'entraîne pas de risques pour les consommateurs de compléments alimentaires à base de plantes produisant des PA, par exemple dans le cas de l'huile de Bourrache. Cet Arrêté Royal prévoit également l'interdiction de la vente de la bourrache, productrice de PA, en tant que légume-tige, infusion ou herbe culinaire (« herbe à concombre »).

Les PA constituent un grand groupe de toxines produites par des plantes appartenant à différentes espèces et peuvent être introduites involontairement dans la chaîne alimentaire. La prise de compléments alimentaires issus de plantes produisant cette toxine peut aussi occasionner des accidents sanitaires, apparaissant parfois après des prises de courte durée.

Le règlement 2020/2040 de la Commission fixe des teneurs maximales en PA dans certains aliments tels que les infusions, thé et les compléments alimentaires.

Le plus grand danger en termes d'exposition aux PA provient de la contamination des aliments d'origine végétale par certaines mauvaises herbes toxiques. Le contrôle des mauvaises herbes est un élément essentiel de la sécurité alimentaire.

L'exposition alimentaire chronique et aiguë aux PA a été estimée dans la population européenne sur base de la consommation d'aliments d'origine végétale. Ce travail a révélé que les valeurs les plus élevées pour une exposition chronique moyenne concernaient les nourrissons et jeunes enfants (34,5 – 48,4 ng/kg poids corporel) (LB-UB) et que les valeurs traduisant les consommations les plus élevées (P95) les concernaient également (154 – 214 ng/kg) (LB-UB) (EFSA, 2016).

Calystégines

Les calystégines sont des alcaloïdes nortropaniques polyhydroxylés ; ils ont été détectés dans diverses solanacées, plus particulièrement les pommes de terre et les aubergines. L'activité biologique et la toxicité potentielle de ces substances proviennent de leur activité glycosidasique qui perturbe le métabolisme glucidique et le stockage lysosomal (EFSA, 2019).

Les alcaloïdes végétaux sont nombreux et certains potentiellement toxiques. L'intoxication aux alcaloïdes de l'ergot de seigle, mais aussi aux substances atropiniques et scopolaminiques ont mené les autorités européennes notamment à établir des normes qui protègent le consommateur, tout en sachant qu'une personne végétarienne y reste davantage exposée et plus particulièrement les enfants en bas âge.

2.6 Toxines marines et d'eau douce

Les toxines présentes dans les océans et les eaux douces sont essentiellement produites par des algues unicellulaires, l'un des constituants du plancton. Elles sont appelées toxines algales ou phycotoxines. Elles apparaissent lors de l'efflorescence d'espèces particulières et contaminent les fruits de mer comme les moules, les coquilles saint Jacques et les huîtres, bien plus que les poissons. Chez les consommateurs, elles peuvent causer de la diarrhée, des vomissements, du prurit, des paralysies voire d'autres symptômes atypiques. Les phycotoxines peuvent être retenues dans les mollusques et les poissons ou contaminer l'eau potable. Elles n'ont ni goût ni odeur et ne sont pas détruites par la cuisson ni la congélation (O'Mahony, 2018 ; Alarcán, 2017 ; EFSA, 2008a ; EFSA, 2009a ; EFSA, 2009b ; EFSA 2010).

Un exemple typique a trait à l'empoisonnement par la consommation de chair de poisson contaminée par une toxine (appelée ciguatoxine) provenant d'une famille d'algues, les dinoflagellés présentent dans le microplancton. L'intoxication (appelée ciguatera ou « gratte ») s'acquiert lors d'un repas de poissons récifaux, tels le barracuda, mérou noir, le vivaneau, le maquereau roi. Les symptômes sont ceux décrits ci-dessus et il n'existe aucun traitement pour les combattre (EFSA, 2010).

Les cyanobactéries qui partagent certaines de leurs caractéristiques avec les bactéries et les algues peuvent aussi produire des toxines. Leur efflorescence étant en forte extension, il convient de les mentionner. L'intoxication bien que rare fait suite à la consommation d'eau ou d'aliments (foie et viscères de poissons en particulier, fruits de mer, et des compléments alimentaires produits à base de Spiruline - *Spirulina Aphanizomenon flos-aquae*) contaminés par une cyanotoxine (Roy-Lachapelle, 2017).

Les valeurs limites relatives aux phycotoxines et autres toxines marines tiennent en compte uniquement la ration consommée, sans considération pour des sensibilités individuelles ou habitudes alimentaires particulières. Dès lors, les mises en garde les concernant ne s'appliquent pas spécifiquement aux consommateurs ordinaires de poisson, tels les (pesco-) végétariens. Ce d'autant moins que les accidents qui sont attribués aux toxines marines sont bien moins fréquents (RASFF, 2017) que les désagréments imputés aux mycotoxines. A ce jour, il n'existe pas suffisamment de données pour établir un risque toxinique particulier auquel seraient exposés les végétariens qui consomment du poisson ou des compléments alimentaires d'origine marine. En effet, le pourcentage de végétariens parmi les consommateurs de poisson n'est pas connu et il manque de données pour l'évaluation de l'ensemble des compléments alimentaires d'origine marine.

Les algues du phytoplancton peuvent produire des toxines qui contaminent le poisson et surtout les fruits de mer. Les intoxications (cutanées, systèmes nerveux et digestif le plus souvent) restent rares pour les produits surveillés et semblent ne pas toucher plus particulièrement les (pesco-)végétariens que la population générale pour autant que leur consommation de poisson/fruits de mer corresponde à la recommandation (2 fois par semaine dont 1 fois du poisson gras).

2.7 Lignes directrices pratiques pour réduire les risques

Tableau 21 : Mesures de réduction des risques liés à la consommation d'aliments d'origine végétale contenant des toxines naturelles

Aliment	Mesures de réduction des risques
Haricots rouges, blancs et verts, fèves, fèves de soja	Bien tremper dans l'eau et jeter l'eau de trempage ; portez ensuite à ébullition prolongée et jeter l'eau de cuisson.
Pousse de bambou, manioc	Peler, tremper puis découper en petits morceaux avant de porter à ébullition prolongée.
Amande d'abricot amère, graine de lin	Cuire en portant à ébullition prolongée. Limiter la consommation si d'autres modes de préparation sont utilisés.
Pommes de terre	Ne pas consommer de pommes de terre germées, vertes ou abîmées. Pour réduire la formation de solanines et chaconines, stocker les pdt dans l'obscurité, au frais et au sec. La plus grande quantité se trouve dans la peau. La prudence est donc de mise avec les pommes de terre préparées « en robe des champs ».
Graines de Ginkgo	A ne pas consommer cru et limiter la consommation chez les enfants.
Mycotoxines	<p>La plupart des mycotoxines sont stables et restent intactes lors des modes de préparation. Vérifier l'aspect du produit avant consommation.</p> <p>Les produits moisiss ne peuvent pas être consommés, à l'exception des fromages à pâte persillée (bleus) et les fromages à pâte molle à croûte fleurie qui contiennent des moisissures de culture.</p> <p>Le risque provient des moisissures sauvages.</p> <p>Ne pas consommer de fruits moisiss, par ex. une pomme avec une tache de moisissures ; comme la mycotoxine pénètre dans la chair, le fruit entier doit être supprimé.</p>

3. RESIDUS DE SUBSTANCES PHYTOPHARMACEUTIQUES

L'utilisation de produits phytopharmaceutiques⁸ dans la production de légumes, fruits et céréales peut donner lieu à la présence de résidus dans les denrées alimentaires et dans les aliments pour animaux, ce qui représente un risque potentiel pour la santé publique. Cette utilisation est donc soumise à un contrôle permanent, axé sur leur emploi correct (conforme à leur autorisation) et sur le respect des limites maximales de résidus (ou LMR) qui ont été fixées dans le Règlement (CE) n° 396/2005.

Un premier avis a été rendu en 2010 par le Comité scientifique de l'AFSCA (SciCom) et porte sur l'exposition de la population belge aux résidus de produits phytopharmaceutiques suite à la consommation de fruits et de légumes (SciCom, 2010). Un ensemble de 1 413 échantillons de fruits et légumes ont été contrôlés en 2008. Dans environ 72 % d'entre eux, des résidus ont été détectés, et dans environ 6 % des cas les normes étaient dépassées.

Ces résultats (fréquence de détection et nombre de dépassements des normes) doivent être nuancés lorsque l'on prend en compte l'exposition effective (soit chronique et cumulée) aux résidus de produits phytopharmaceutiques. Il ressort des calculs (approche déterministe et probabiliste) que l'exposition chronique de la population adulte belge (dans ce cas précis les sujets de 15 ans et plus) est généralement admissible, même chez les personnes qui ont une consommation importante ou fréquente de fruits et de légumes. Pour la plupart des résidus étudiés, l'exposition est cent fois inférieure à la « dose journalière acceptable » (DJA). A titre d'exemple, les expositions les plus élevées sont observées pour l'imazalil (fongicide), le prochloraze (fongicide) et le chlorprophame (anti-germinatif), avec, en cas de consommation importante ou fréquente (P97,5), une exposition respective de 24 %, 10 % et 7 % de la DJA.

L'exposition aux résidus de produits phytopharmaceutiques mentionnés est plus importante pour les gros consommateurs de fruits et légumes, et donc aussi pour les végétariens, en comparaison avec la population générale. C'est surtout une consommation élevée de fruits qui semble influencer l'exposition. Or, les fruits sont le plus souvent lavés et épluchés avant consommation. Leur lavage et l'épluchage réduisent l'exposition, probablement de cinq à six fois. Pour le calcul présenté ci-dessus, on a supposé que les petits et gros consommateurs de fruits et légumes consomment des produits à teneurs identiques en résidus de produits phytopharmaceutiques. Certaines études ont toutefois démontré que les personnes au mode de vie végétarien achètent de préférence des produits « bio » c'est-à-dire non sciemment exposés aux produits phytopharmaceutiques (Van Audenhaege et al, 2009). On peut considérer sur base de plusieurs études publiées que ces denrées alimentaires sont moins contaminées que les produits conventionnels (Pussemier et al, 2006).

⁸ Les pesticides sont utilisés pour lutter contre les organismes indésirables. Le terme pesticide est un terme général qui inclut les produits phytopharmaceutiques et les biocides.

La différence entre les produits phytopharmaceutiques et les biocides est la suivante :

Les produits phytopharmaceutiques protègent uniquement les plantes contre les organismes nuisibles ou s'attaquent spécifiquement aux mauvaises herbes. Ils sont surtout utilisés dans l'agriculture, mais aussi dans les jardins. Citons à titre d'exemple les herbicides, les fongicides et les insecticides.

Les biocides luttent aussi contre les organismes nuisibles, mais leur usage n'est pas strictement lié à l'agriculture.

(www.fytoweb.be ; UE, 2012)

En raison de leur poids corporel, les enfants constituent un groupe de consommateurs vulnérables : ils sont exposés à une charge relativement plus élevée de résidus de produits phytopharmaceutiques. Pour les enfants de 2 à 5 ans, il semble qu'en cas de consommation importante de fruits et légumes, la DJA puisse être dépassée, du moins lorsque l'on ne tient aucun compte de la préparation culinaire (diminution des résidus suite à l'épluchage, la cuisson, etc.). On déplore toutefois une forte incertitude sur l'estimation de l'exposition pour ce groupe de la population, notamment par manque de données précises de consommation. Une étude complémentaire relative à l'exposition de ce groupe sensible s'avère nécessaire.

Un second avis rendu en 2015 par le SciCom présente les résultats de contrôles effectués par l'AFSCA entre 2008 et 2013 sur environ 11 000 échantillons de fruits et légumes, de céréales et d'une diversité d'autres produits d'origine végétale (par ex. du thé) (SciCom, 2015). L'étude porte sur la recherche et l'analyse de 400 à 500 résidus de produits phytopharmaceutiques différents. En moyenne, 95 % des échantillons analysés satisfont aux limites légales, et aucun résidu n'a été détecté dans 30 à 40 % des échantillons (variabilités annuelles).

D'une manière générale pour le marché belge, l'exposition prolongée aux résidus de produits phytopharmaceutiques liée à la consommation de fruits et légumes crus est plusieurs fois inférieure à la valeur toxicologique de référence (DJA). Cette constatation reste valable en cas de consommation élevée ou fréquente.

L'avis attire toutefois l'attention sur les groupes de consommateurs plus spécifiques, comme les enfants et les végétariens parce que leur exposition ordinaire est plus élevée en raison de leurs schémas alimentaires particuliers.

Il est rappelé que la préparation des fruits et légumes tend d'ordinaire à diminuer leur teneur en résidus phytopharmaceutiques (Bonnechère, 2012 ; Keikotlhaile et al, 2010). Laver les fruits et les légumes, les peler avant leur consommation ne peut que réduire l'exposition.

Les résultats de l'étude belge rejoignent les conclusions d'une étude visant à comparer l'apport alimentaire en résidus de produits phytopharmaceutiques de la population française réparti en cinq régimes spécifiques : omnivore, lacto-végétarien, lacto-ovo-végétarien, pesco-lacto-végétarien et végétalien. Les végétariens dans leur ensemble sont davantage exposés aux produits phytopharmaceutiques par rapport aux omnivores : notamment au triallate, chlorpyrifos-méthyl et diazinon présents dans les fruits, les légumes et les céréales. Cette étude confirme l'impact des habitudes de consommation sur l'exposition aux produits phytopharmaceutiques en termes de niveaux d'ingestion, de nombre et de type de produits phytopharmaceutiques concernés: le risque potentiel d'exposition est en fait bien réel. Hormis les composés organochlorés, la population végétarienne est dans son ensemble plus exposée aux résidus de produits phytopharmaceutiques que la population générale. Cette population devrait donc être plus spécifiquement ciblée lors de l'évaluation de risque lié aux résidus de produits phytopharmaceutiques (Van Audenhaege, 2019). Comme déjà évoqué, certaines études montrent que les personnes végétariennes préfèrent acheter des produits biologiques

ou pour le moins non pulvérisés (Santucci, F. 2002). Ces aliments devraient être moins contaminés que les produits conventionnels, comme il en résulte d'une méta-analyse réalisée par Smith-Spangler et al (2012). Selon les auteurs, les produits conventionnels présentent un risque de contamination par les produits phytopharmaceutiques de 30 % supérieur aux produits biologiques ; le niveau de contamination reste pour la plupart sous les limites maximales autorisées. En toute hypothèse, le danger lié à une consommation plus forte de produits à risque, mais bien ciblés, pourrait être compensé, voire annulé par leur contamination plus faible. Des études complémentaires, fondées sur les habitudes alimentaires de la population et les niveaux de contamination alimentaire dus aux pratiques agricoles, pourraient être menées pour mieux caractériser les sous-groupes sensibles lors de l'évaluation des risques liés aux résidus de produits phytopharmaceutiques.

L'exposition aux résidus de produits phytopharmaceutiques est plus importante pour les grands consommateurs de fruits et légumes, comme les végétariens et végétaliens. Pour cette population et particulièrement les enfants, il est conseillé de consommer des produits biologiques ou des produits non pulvérisés, de laver et peler les végétaux, en particulier les fruits.

4. CONTAMINANTS LIES AUX PROCESSUS DE TRANSFORMATION

On entend sous ce terme les contaminants issus de, ou générés lors de la transformation des aliments, qu'il s'agisse de procédés industriels ou culinaires domestiques.

4.1 Acrylamide

Le composé chimique acrylamide se forme pendant la cuisson des aliments. La réaction (définie ci-dessous) concerne en premier lieu les aliments végétaux lorsqu'ils sont exposés à une température dépassant 120 °C en milieu pauvre en eau. En d'autres termes, cuire, frire, griller, rôtir, toaster, faire de la pâtisserie, voire soumettre à bien d'autres procédés industriels peut entraîner la formation d'acrylamide.

L'acrylamide apparaît lors d'une réaction de Maillard. Ce nom recouvre un ensemble de réactions non enzymatiques de brunissement qui se distinguent de la caramélisation et de la coloration enzymatique. Une réaction entre protéines (l'acide aminé asparagine en particulier) et glucides (amidon, notamment) induit la formation de colorants et d'arômes, typiques du brunissement des aliments.

Dans son avis de 2015, l'EFSA confirme le potentiel toxique, à la fois génotoxique et cancérigène, de l'acrylamide (EFSA, 2015a). Ces constatations scientifiques émanent d'études animales. Il n'existe cependant à ce jour pas de preuve chez l'humain d'un effet cancérigène avéré.

Une fois assimilé dans l'organisme, l'acrylamide est converti en une substance conjuguée au glutathion et il se forme essentiellement du glycidamide lors d'une réaction d'époxydation. C'est le glycidamide qui est à l'origine des effets génotoxique et cancérigène (EFSA 2015a). Il est démontré que des quantités limitées d'acrylamide passent dans le lait maternel (EFSA 2015a).

L'EFSA (2015a) propose une BMDL10⁹ de 0,43 mg/kg de poids corporel et par jour pour les effets neurotoxiques et de 0,17 mg/kg de poids corporel et par jour pour les effets néoplasiques. Le panel scientifique a conclu, à partir des études d'ingestion actuelles, qu'il n'y a pas d'inquiétude en ce qui concerne les effets neurotoxiques mais qu'il convient de se soucier des effets néoplasiques.

⁹ La *Benchmark dose* (BMD) est un point de référence standardisé qu'on obtient par modélisation mathématique de données expérimentales venant d'essais sur animaux. La BMD estime la dose induisant une réaction faible mais mesurable (généralement 5 ou 10 % d'incidence au-dessus du contrôle).

La *benchmark dose lower confidence limit* (BMDL10) est la limite inférieure de l'intervalle de confiance de 95 % de la BMD (EFSA, 2005).

L'acrylamide a été détectée dans l'alimentation en 2002. Le café et substituts déshydratés de café, les chips de pomme de terre et les snacks, les dérivés frits de pomme de terre, biscuits et pâtisseries peuvent en contenir des quantités notables. Des quantités plus faibles ont été détectées dans les aliments pour bébés à base de céréales, sans céréales ainsi que dans le pain. Une prise de conscience du milieu industriel en faveur d'une alimentation saine a permis de faire reculer la concentration d'acrylamide.

L'exposition était la plus forte pour les nourrissons et les enfants. Les groupes d'aliments qui contribuaient le plus à l'exposition des enfants étaient : les aliments « autres que ceux à base de céréales », les aliments à base de pommes de terre et enfin les aliments pour bébés à base de céréales. Dans les autres groupes d'âge, ce sont les produits de pommes de terre frits, le pain, les céréales petit-déjeuner et les biscuits qui constituaient l'essentiel de l'apport. Le café est un fort contributeur chez les personnes plus âgées.

Des données belges sont disponibles dans une étude du SciCom (Claeys et al, 2016) qui a calculé l'exposition à l'acrylamide. Elle atteint en moyenne pour les enfants, les adolescents et adultes, respectivement 0,72, 0,48 et 0,33 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de poids corporel et par jour. Le percentile 95 s'élève à 2,42, 1,58 et 1,08 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de poids corporel et par jour.

L'Union européenne a mis en place un programme de réduction des risques et un ensemble de mesures afin de réduire l'exposition à l'acrylamide (UE, 2017).

Cependant, cette appréciation de risque ne porte que sur des produits végétaux courants. Les nouveaux produits dérivés de protéines végétales n'y sont pas inclus. Il existe donc peu de données utiles concernant les substituts de viande qui sont aussi soumis aux réactions de brunissement lors de leur préparation industrielle ou domestique.

Quelques éléments d'information sont disponibles dans une publication de Galani et al (2017). Lors d'études menées en Inde et portant sur des aliments traditionnels, des teneurs très fortes ont été mesurées dans des tubercules (pomme de terre, patate douce). Dans le groupe des légumineuses, les produits à base de soja contiennent aussi des quantités notables. L'introduction de nouvelles matières premières dans le profil alimentaire végétarien ou végétal pourrait ainsi faire croître leur exposition à l'acrylamide. Ceci est confirmé par des recherches récentes menées par Sciansano qui indiquent que des quantités significatives d'acrylamide sont trouvées dans les produits frits à base de tubercules et de racines autres que les pommes de terre (VMT, 2020).

Cette problématique mérite toute l'attention déjà portée aux produits à base de soja. En effet, d'autres légumineuses comme les pois chiches, de nouvelles céréales comme le quinoa, des tubercules comme les patates douces ou d'autres substituts de pomme de terre sont également riches en amidon et en glucides susceptibles de causer une réaction de Maillard (Galani et al, 2017).

Tenant compte de la problématique actuelle concernant l'acrylamide, il est conseillé de porter une attention particulière à l'introduction croissante de protéines végétales dans l'alimentation ainsi qu'à l'introduction grandissante de nouvelles matières premières si celles-ci sont soumises à la chaleur, tant lors de leur préparation domestique qu'industrielle.

4.2 MCPD ou monochloropropanediols

Les MCPD ou monochloropropanediols et les GE ou glycidylesters sont des substances formées lors du chauffage à haute température des huiles et des graisses, notamment lors du raffinage en présence d'acide chlorhydrique (HCl). Ce point concerne tant les formes libres et estérifiées des 3-MCPD et 2-MCPD que des GE. La problématique des MCPD est connue dans le domaine des hydrolysats protéiques présents dans les soupes, les sauces et les arômes parce qu'ils peuvent se constituer lors d'une hydrolyse acide. Le règlement européen 2020/1322 fixe les normes pour le 3-MCPD, les esters d'acides gras de 3-MCPD et les esters d'acides gras de glycidyle.

Pourtant ce sont surtout les graisses et les huiles raffinées qui constituent une source importante de MCPD et de GE. L'EFSA a établi une TDI de 2 µg/kg de poids corporel par jour.

Selon l'EFSA (2018), l'exposition moyenne au 3-MCPD s'élève à moins de 1 µg/kg de poids corporel et par jour, avec une valeur de percentile 95 se maintenant sous la TDI. Ce sont surtout les margarines et les produits analogues qui contribuent à cette exposition. Il est établi qu'il existe de fortes variations en teneur de MCPD, avec les valeurs les plus fortes pour l'huile de palme raffinée.

Selon Dingel et Matisek (2015), ces substances ne sont pas formées en quantités significatives en cours de friture. Le BfR a de son côté attiré l'attention en 2007 sur des teneurs élevées dans l'alimentation pour nourrissons et les laits de suite (BfR, 2007).

Le choix judicieux des huiles et des graisses peut réduire le risque d'exposition aux MCPD, et tout particulièrement dans l'alimentation infantile.

4.3 HAP ou hydrocarbures aromatiques polycycliques

Les HAP ou hydrocarbures aromatiques polycycliques représentent un grand groupe de composés organiques constitués de deux ou plusieurs noyaux aromatiques. Ils sont formés lors d'une combustion partielle de substances organiques. La contamination des denrées alimentaires se fait via des sources environnementales (déposition atmosphérique, transfert du sol et transfert dans l'eau), lors de procédés technologiques et certaines modalités de préparation culinaires (EFSA, 2008a). Pour une quinzaine de ces HAP, un effet mutagène/génotoxique est démontré.

L'EFSA (2008a) a calculé que l'exposition médiane pour les HAP4, les quatre principaux HAP, s'élève à 34,5 ng/kg de poids corporel et par jour et passait à 51,3 ng pour HAP8, les huit principaux HAP.

Chez les non-fumeurs, l'alimentation est la source majeure de l'exposition aux HAP tandis que chez les fumeurs, le tabac constitue l'origine principale de leur exposition. Selon Zelinkhova en Wenzl (2015), les sources alimentaires majeures sont la viande et produits dérivés, l'huile et la graisse et enfin les céréales et produits dérivés.

Tenant compte de leur profil alimentaire, il est probable que les végétariens et végétans ne sont pas davantage exposés aux HAP que la population générale.

5. CONTAMINANTS DE L'ENVIRONNEMENT

5.1 POP ou Polluants organiques persistants

Les polluants organiques persistants (POP) sont des substances chimiques, source d'attention planétaire en raison de leur dispersion ubiquitaire, de leur persistance dans le milieu, leur tendance à s'accumuler et potentialiser leurs effets dans certains écosystèmes et à posséder des effets délétères sur la santé humaine et l'environnement (https://www.who.int/foodsafety/areas_work/chemical-risks/pops/en/).

Le phénomène de bioaccumulation et concentration est dû aux caractéristiques physico-chimiques de ces composés, notamment :

- Leur forte stabilité chimique (qui explique leur faible dégradation),
- Leur forte liposolubilité.

Pour un contaminant stable et biocumulatif (comme les dioxines) les concentrations augmentent de façon inversement proportionnelle à la diminution de la biomasse, aboutissant à des teneurs élevées dans les niveaux supérieurs (animaux prédateurs, herbivores, omnivores, homme), qui seront les plus exposés aux effets toxiques à long terme. Ces approches s'appliquent aux chaînes alimentaires «naturelles» aquatiques ou terrestres ainsi qu'« artificielles ».

(<http://www.ipubli.inserm.fr/bitstream/handle/10608/181/?sequence=10>)

5.1.1 Dioxines et PCB de type dioxine

Les dioxines ou PCDD/F comprennent les PCDD (*polychlorinated dibenzodioxins*) et les PCDFs (*polychlorinated dibenzofurans*). Les dioxines apparaissent comme des sous-produits de la combustion menée dans un grand nombre de processus industriels (JECFA, 2002).

Les PCB ou polychlorobiphényles sont des molécules de synthèse. Parmi 209 congénères, une douzaine présente une activité biologique comparable à celle des dioxines et sont donc considérés comme « *dioxin-like* » (DL-PCB).

Les dioxines et PCB sont des substances stables et lipophiles, présentes dans l'environnement. Par conséquent, elles entrent dans la chaîne alimentaire où elles s'accumulent (EFSA, 2015b). Les teneurs maximales dans l'alimentation sont établies dans le Règlement européen (EC) nr. 1881/2006.

La dose hebdomadaire tolérable ou TWI¹⁰ (*Tolerable Weekly Intake*) a été établie à 14 pg TEQ/kg de poids corporel par semaine pour l'ensemble cumulé des dioxines et DL-PCB. L'exposition se situe à 5,04 en Belgique, soit une valeur inférieure à la TWI. Ce sont surtout les denrées d'origine animale qui contribuent à cette exposition par ex. le poisson (en particulier les poissons gras), le fromage et la viande de bétail (<https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/181120>).

L'huile de poisson présente dans les compléments alimentaires peut être purifiée des dioxines.

En raison de leur profil de consommation alimentaire, on peut considérer que les végétariens et végétaliens ne sont pas particulièrement exposés aux dioxines et DL-PCB. Une attention doit cependant être portée au poisson, les produits de la mer et les compléments en acides gras ω -3 extraits d'huile de poissons consommés par les pesco-végétariens.

5.1.2 Retardateurs de flamme

5.1.2.1 Hexabromocyclododécane (HBCDD)

Le HBCDD est un additif de type retardateur de flamme utilisé dans divers procédés industriels de fabrication de matériaux composites comme par exemple la mousse de polystyrène (isolant). Le HBCDD est liposoluble et persistant.

L'ingestion moyenne de HBCDD par la population belge est estimée à 0,99 ng/kg de poids corporel et par jour (Gosciny et al, 2011). Selon l'EFSA, (2011a) la MOE de l'adulte se situe à 3 030 et 1 450 pour la UB et le percentile 95 respectivement. Pour les enfants, la MOE est légèrement plus faible mais pas inquiétante pour autant. Le SciCom (2017) a établi que les valeurs de contamination constatées sont inférieures au seuil qui exigerait de prendre des mesures sanitaires. Avec pour exception cependant, les aliments infantiles, pour lesquels des dépassements peuvent parfois être observés.

¹⁰ Dose hebdomadaire tolérable : Apport maximal de substances présentes dans les aliments, tels que des nutriments ou des contaminants, pouvant être consommés hebdomadairement pendant toute la durée d'une vie sans risque d'effet nocif sur la santé (<https://www.efsa.europa.eu/fr/glossary-taxonomy-terms>).

Comme l'exposition des consommateurs ordinaires provient essentiellement de leur consommation de produits d'origine animale, les végétariens et végétariens ne seront pas exposés à des contaminations pouvant atteindre le seuil d'alerte, avec cependant pour exception les pesco-végétariens. Les compléments alimentaires d'acides gras ω -3 extraits d'huile de poissons doivent aussi rester en point de mire.

5.1.2.2 Polybromodiphényléthers (PBDE)

Les PBDE sont des additifs incorporés dans la fabrication des plastiques, textiles et circuits électriques. Ils sont liposolubles et persistants. On les retrouve en majorité dans les produits d'origine animale, les huiles végétales et les compléments à base d'huile de poisson.

Les valeurs MOE sont, selon l'EFSA (2011b), fort élevées : au-dessus de 10 000. Le SciCom a établi que les limites d'action ne sont pas dépassées pour les denrées alimentaires reprises dans les bases de données belges à sa disposition.

Etant donné les modalités de la contamination, particulièrement présente dans les produits animaux et les huiles végétales, il est probable que les végétariens et végétariens soient moins exposés que les omnivores. Une certaine attention doit cependant porter sur les consommateurs de poisson, les aliments pour nourrissons et les compléments alimentaires formulés sur base d'huile de poisson.

5.1.3 Composés alkyls perfluorés

Les PFAS ou les substances perfluoroalkylées sont utilisées pour leurs propriétés hydrofuges. Elles servent dans de nombreuses branches de l'industrie : le textile, les produits ménagers, la lutte contre les incendies, l'automobile, l'alimentaire, la construction et l'électronique. Ces composants sont persistants dans l'environnement et se retrouvent dans les denrées alimentaires telles que le poisson et dérivés, les fruits, les œufs et ovoproduits ainsi que l'eau potable.

Les PFAS peuvent avoir des effets néfastes sur la santé. Dans un récent avis de l'EFSA (2020), le risque de ces composés a été déterminé. Quatre groupes ont été étudiés : PFOA ou acide perfluorooctanoïque, PFOS ou acide perfluorooctanesulfonique, PFNA ou acide perfluorononanoïque et PFHxS ou acide perfluorohexane sulfonique. Le facteur critique principal dans l'évaluation de la toxicité était une diminution de la réponse immunologique lors de la vaccination.

L'EFSA a établi une TWI de 4,4 ng/kg pc par semaine pour les quatre groupes. L'évaluation du risque a été réalisée sur base de l'exposition combinée des quatre groupes.

La TWI peut être dépassée dans certains groupes de la population, surtout en cas de consommation élevée de poisson.

5.2. Métaux lourds¹¹

5.2.1 Arsenic

L'arsenic est présent sous deux formes, l'une inorganique, la forme la plus toxique et l'autre organique. L'ATSDR (2007) a établi un niveau de risque minimal « *minimal risk level*¹² » de 0,005 mg As/kg de poids corporel et par jour pour la forme inorganique. Leur toxicité se marque surtout par des effets dermatologiques et cancérogènes.

Le SciCom a évalué l'exposition aiguë des consommateurs (P95) adultes et enfants à l'arsenic inorganique via la consommation de denrées alimentaires contaminées (SciCom, 2014). L'exposition est exprimée en pourcentage du niveau de risque minimal ou « *minimal risk level* ». Les valeurs les plus significatives concernent le poisson et le riz, sans toutefois dépasser le niveau de risque minimal à l'exception des enfants consommateurs de poisson (126 %).

Un cas particulier concerne les algues (et produits à base d'algues, compléments alimentaires). Une évaluation des risques a été réalisée par le Conseil supérieur de la santé (CSS, 2015). Elle a montré que les consommateurs « normaux » de produits à base d'algues (c'est-à-dire dont la consommation n'excède pas 7 g/jour) semblent être exposés à un risque relativement faible, tandis que les gros consommateurs d'algues, par exemple sous forme de salades d'algues, pourraient être exposés à un certain risque lorsque leur consommation quotidienne atteint des niveaux aussi élevés que 21 g des produits tels qu'ils sont vendus (à savoir non hydratés avant consommation). Les algues appartenant à la variété Hijiki (*Hizikia fusiforme*) sont davantage préoccupantes car elles affichent généralement des teneurs en arsenic plus importantes. Par conséquent, les consommateurs de ces algues sont exposés à des apports en arsenic dont l'impact sur leur santé est potentiellement élevé. A cela s'ajoute que les algues contiennent vraisemblablement d'autres métaux lourds, ce qui peut également avoir des conséquences délétères sur la santé. (CSS, 2015).

Le SciCom a calculé que pour l'algue Hijiki, le niveau de risque minimal est dépassé tant pour les adultes (largement : 1 259 %) que les enfants (219 %) (SciCom, 2014).

Dans un avis récent, le CSS souligne les risques liés à la présence d'arsenic dans le riz (CSS, 2018). La consommation quotidienne de boissons à base de riz en quantités équivalentes à celles du lait de vache (par ex. 200 ml chez l'adulte et 280 ml chez le nourrisson et le jeune enfant), entraîne une exposition accrue à l'arsenic. La quantité d'arsenic ingérée peut entraîner une exposition quatre fois plus élevée par rapport à l'allaitement maternel, les préparations pour nourrissons et le lait de vache.

¹¹ Les normes pour l'arsenic, le plomb, le cadmium et le mercure sont mentionnées dans le Règlement CE 1881/2006.

¹² Un niveau de risque minimal ou « *minimal risk level* » est défini comme une estimation de l'exposition humaine journalière à une substance qui est susceptible d'être sans risque appréciable d'effets néfastes (non cancérogènes) sur une durée d'exposition spécifiée (ATSDR, 2012).

L'AR du 14 juin 2002 précise la teneur maximale en métaux lourds des compléments alimentaires.

L'arsenic est un élément qui doit attirer l'attention des végétariens et végétariens. Fleury et al (2017) concluent que l'arsenic est un souci général qui concerne toute la population en France, mais encore davantage les végétariens.

Tenant compte des éléments qui précèdent, le CSS juge utile de rappeler les recommandations qu'il a émises dans son avis « Arsenic and other elements in algae and dietary supplements based on algae » (CSS, 2015) :

- La consommation d'algues Hijiki est à éviter ;
- Limiter la consommation d'autres algues alimentaires à 7 g (à savoir une demi-cuillère à café de produit déshydraté) par jour ;
- Tenir à l'esprit que l'exposition à l'As inorganique est déjà relativement élevée dans le contexte d'un régime alimentaire normal ;
- Étant donné que la migration (partielle) de l'As dans le liquide de cuisson est connue, celui-ci ne doit pas être consommé ; en effet, une partie de l'arsenic est ainsi éliminée ;
- La consommation (de compléments alimentaires à base) d'algues est déconseillée pour les enfants et les femmes enceintes ;
- Les consommateurs devraient éviter une consommation cumulée importante de denrées alimentaires qui contribuent de manière substantielle à l'exposition à l'AsI, comme le riz, les algues et les produits dérivés.

5.2.2. Cadmium

En raison du peu de certitudes scientifiques concernant cet élément, l'ATSDR, (2012) n'a pas établi de niveau de risque minimal pour le cadmium. L'EFSA (2011c) propose une valeur toxique de 4,3 µg/kg poids corporel/ jour qui sert de référence pour les adultes. Les effets délétères les plus notables sont la néphrotoxicité et l'hépatotoxicité.

Le SciCom (2014) a calculé l'exposition (P95) des adultes et des enfants au cadmium. Des valeurs dépassant la valeur toxicologique de référence de l'EFSA sont trouvées chez les adultes pour les algues (128 %). Pour les mollusques bivalves (90,5 %) et le chocolat (38 %) les valeurs sont élevées mais ne dépassent pas la référence toxicologique. Chez les enfants, il y a un dépassement de la référence toxicologique pour les mollusques (198 %). Le chocolat représente une valeur élevée de 84 %.

Mais ce sont en majorité les produits végétaux qui contribuent à l'exposition au cadmium: le pain, les céréales et dérivés, les pâtes et les céréales petit-déjeuner. Les végétariens et végétariens doivent être attentifs à cette consommation involontaire.

Fleury et al, (2017) montrent que quelques dépassements du percentile 95 existent en France pour le cadmium chez les végétariens. Clarke et al, (2003) arrivent à la même conclusion.

Le CSS estime que l'exposition au cadmium par le biais de la consommation d'algues est loin d'être négligeable ; certains effets délétères sont à craindre à long terme compte tenu des autres sources d'exposition alimentaire (CSS, 2015).

5.2.3 Mercure

On distingue le mercure inorganique et le méthylmercure. Pour la forme inorganique, le niveau de risque minimal de néphrotoxicité est fixé à 7 µg/kg de poids corporel et par jour (NTP, 1993). Pour la forme méthylée, aucun seuil n'a été fixé par l'ATSDR (1999). L'EFSA a établi une dose hebdomadaire tolérable (TWI) de 1,3 µg/kg de poids corporel pour l'absence de neurotoxicité (EFSA, 2012b).

L'exposition aiguë (P95) au mercure inorganique a été estimée par le SciCom pour les adultes et les enfants (SciCom, 2014). Il découle de cette estimation que la consommation d'une grande quantité de poisson contaminé par du méthylmercure pourrait conduire à un dépassement de la valeur toxicologique de référence de 1,3 µg/kg pc/jour établie pour les effets neurologiques du méthylmercure. Un risque ne peut donc pas être exclu.

Fleury et al (2017) concluent de leur étude menée en France chez les végétariens que ce groupe ne doit pas être exclu des sujets à risque. Clarke et al (2003) estiment par contre dans leur étude menée chez les végétariens au Royaume-Uni que le niveau d'exposition est du même ordre de grandeur que celui de la population générale.

Sioen et al (2007) ont étudié la consommation de poisson qui permet d'atteindre les recommandations portant sur les acides gras ω-3. Ils concluaient qu'il est possible d'adhérer à ces recommandations en consommant des poissons maigres et gras sans s'exposer exagérément au méthylmercure. Le dépassement ne survient que lors d'une consommation plus que bihebdomadaire. Jacobs et al (2017) ont calculé l'exposition au méthylmercure suite à la consommation de poisson dans 5 pays européens. Ils confirment l'impact du poisson de variétés diverses, notamment pour les groupes vulnérables comme les femmes enceintes et les enfants.

La FDA et l'EPA ont émis un avis relatif à la problématique du mercure présent dans les poissons, destiné aux femmes enceintes ou désireuses de l'être, les mères allaitantes et les jeunes enfants (FDA & EPA, 2019). Ces instances donnent un aperçu des espèces de poissons qui constituent un bon choix ou sont au contraire à éviter en raison de leur teneur en mercure (cf. ci-dessous le tableau 22).

Tableau 22: Aide au choix de poisson selon FDA & EPA

Meilleurs choix 2 à 3 portions/semaine			ou bons choix 1 portion/semaine		
Anchois	Hareng	Coquille st-Jacques, peigne, vanneau, pétoncle	Tassergal	Baudroie/lotte	Germon ou thon blanc (en conserve, frais, congelé)
Tambour brésilien	Homard, langouste		Poisson buffalo	Rascasse/sébaste	Thon albacore (thon jaune)
Maquereau commun	Mulet	Alose	Carpe	Charbonnier	Truite de mer
Bar noir	Huître	Crevette	Légine australe	Rondeau mouton	Croacker blanc/croacker pacifique
Gonelle	Maquereau pacifique	Raie	Mérou	Sorbe	
Poisson-chat	Perche (eau douce et océan)	Eperlan	Flétan	Maquereau espagnol	
Moule		Sole	Mahi mahi/coryphène	Bar rayé (océan)	
Cabillaud	<i>Pickereel/</i> brochet américain	Calmar, encornet		Tile (océan Atlantique)	
Crabe, tourteau, araignée	Plie	Tilapia			
Ecrevisse	Colin	Truite (eau douce)	A éviter		
Flet	Saumon	Thon pâle en conserve (incl. Listao (<i>skipjack</i>))	Teneurs en mercure les plus élevées		
Aiglefin	Sardine	Corégone	Thazard barré	Requin	Tile (golfe du Mexique)
Merlu		Merlan	Marlin/Makaire	Espadon	Thon obèse (<i>big eye tuna</i>)
			Hoplostète orange		

Des recommandations locales peuvent exister quant à la consommation sécuritaire ou non de certains poissons pêchés par l'entourage selon l'endroit où ils ont été pêchés, comme la grosse carpe, le poisson-chat, la truite et la perche.

Source : FDA & EPA, 2019 (www.FDA.gov/fishadvice).

L'exposition au mercure est essentiellement due à la consommation de poisson et bien moins liée aux autres aliments. De ce fait, on ne doit pas s'attendre à être confronté à des problèmes chez les végétariens et végétariens, exception faite des pesco-végétariens qui doivent éviter une consommation continue de poisson.

5.2.4. Plomb

L'EFSA (2010) n'a pas émis de valeur de référence toxicologique pour les effets à court terme du plomb. En raison d'une longue demi-vie, les effets à long terme sont plus alarmants. Pour exprimer les effets carcinogène et génotoxique, l'EFSA retient l'approche MOE. La valeur de la MOE donne une indication sur l'importance du risque; plus grande est la MOE, plus faible est le risque d'exposition au composé en question.

L'exposition aiguë (P95) au plomb a été estimée par le SciCom pour les adultes et les enfants (SciCom, 2014). Il découle de cette estimation que les valeurs de MOE les plus faibles se retrouvent pour des végétaux comme les algues, les pommes de terre, le chocolat, les biscuits, le miel, le café et le thé.

Pour certains aliments infantiles pour lesquels des valeurs élevées en plomb avaient été mesurées, la MOE (au P95) est faible ; le SciCom ne peut donc exclure un effet néfaste sur le développement psychomoteur des enfants.

Le CSS estime que l'exposition au plomb par le biais de la consommation d'algues n'est pas négligeable ; certains effets délétères sont à craindre à long terme, compte tenu des autres sources d'exposition alimentaire (CSS, 2015).

Ces observations sont importantes à connaître lors de l'évaluation de risque du profil alimentaire des végétariens et végétans.

Fleury et al (2017) concluent de leur étude menée chez des végétariens et végétans en France qu'un risque sanitaire lié à l'exposition au plomb ne peut être exclu. L'exposition estimée par Clarke et al (2003) au Royaume Uni est même plus forte et renforce donc la conclusion précédente.

5.2.5 Autres

Fleury et al (2017) ont établi que l'exposition à l'aluminium dans la population végétarienne française est de 1,5 fois plus élevée que pour la population générale. Elle reste (percentile 95) cependant en dessous de la PWTI de 1 mg/kg de poids corporel et par jour.

En outre, ces auteurs ont estimé que l'exposition à l'étain était 5 fois plus forte chez les végétariens, et celle au nickel de 1,2 à 1,6 fois plus forte que dans la population générale. L'étain est peu toxique, aucun composé ne peut être classé comme cancérigène mais pour le nickel les auteurs concluent qu'un risque ne peut être écarté.

L'EFSA (2015c) a publié un avis sur la présence de nickel dans les aliments et l'eau potable. Il souligne que le nickel fait partie des systèmes enzymatiques qui régulent la fixation de l'azote dans les aliments. Les aliments d'origine végétale telles que les légumineuses et le cacao présentent des concentrations en nickel plus élevées que ceux d'origine animale. Des risques aigus pour les personnes allergiques au nickel ne peuvent être exclus.

Une étude des denrées alimentaires disponibles sur le marché belge (Babaahmadifooladi et al, 2020) montre que le nickel naturellement présent dans les aliments végétaux l'est de manière intrinsèque et ne provient pas de processus technologiques ni de matériaux d'emballage.

Un risque lié à la présence de nickel ne peut être exclu.

6. RISQUES MICROBIOLOGIQUES

Le SciCom a remis un avis récent sur la qualité microbiologique des denrées alimentaires végétales crues/fraîches et transformées un minimum, en se focalisant sur les fruits et les légumes, les herbes aromatiques fraîches et les graines germées (Avis 11/2017).

Il s'avère que le risque microbiologique lié à la consommation de denrées alimentaires végétales crues ou à peine transformées, qui relèvent du cadre de l'avis, est faible à très faible. Les dangers microbiologiques tels que les norovirus, le virus de l'hépatite A, *Salmonella* spp., les *Escherichia coli* productrices de véro(cyto)toxines (VTEC) pathogènes pour l'homme et *Listeria monocytogenes* se rencontrent occasionnellement en Belgique dans des denrées alimentaires végétales crues ou peu transformées, que ce soit dans leur environnement de production ou à l'étape de leur transformation et distribution. La plupart du temps, les prévalences sont inférieures à 1 %. L'éventualité de détecter les *Campylobacter* spp. existe mais est très limitée, en particulier dans les légumes à feuilles.

D'autre part, il ressort de la littérature internationale récente que les quelques rares foyers de contamination microbiologique peuvent être évités et qu'il est dès lors recommandé de rester vigilants et d'agir de manière préventive. Le SciCom souligne l'importance du respect des GAP, GMP et GHP à tous les stades de la chaîne, ainsi que du respect de la chaîne du froid dans la distribution. Le respect des bonnes pratiques permet en effet de réduire le risque d'exposition à des germes pathogènes en limitant la croissance des VTEC pathogènes pour l'homme, de *Salmonella* spp. ou de *Listeria monocytogenes* dans le cas où ceux-ci seraient présents de manière accidentelle dans des denrées alimentaires végétales crues ou peu transformées.

Suite à une contamination récente par *L. monocytogenes* de légumes surgelés, il est recommandé pour réduire le risque d'infection de bien cuire les légumes congelés non prêts-à-consommer, même si ces produits sont souvent consommés sans cuisson par exemple dans les salades ou les frappés aux fruits (*smoothies*) (EFSA & ECDC, 2018).

Une attention particulière doit être portée aux fruits et légumes suivants :

- Légumes à feuilles,
- Fruits et légumes de la quatrième gamme¹³ (principalement légumes à feuilles et fruits découpés),
- Légumes fruits (principalement les tomates et les melons),
- Herbes aromatiques fraîches,
- Graines germées,
- Petits fruits rouges (principalement baies) en raison de la présence de virus d'origine alimentaire (*Norovirus*, virus hépatite A).

Le respect des bonnes pratiques agricoles et bonnes pratiques d'hygiène lors de la récolte et la transformation ultérieure des fruits et légumes ainsi que le respect de la chaîne du froid en distribution sont essentiels pour éviter tout risque sanitaire. Il est important de bien cuire les légumes congelés non prêts-à-consommer, même si ces produits sont souvent consommés sans cuisson (par exemple dans les salades ou les *smoothies*).

¹³ La 4ème gamme correspond à des produits végétaux frais (fruits, légumes, herbes aromatiques) crus, prêts à l'emploi et ayant bénéficié de traitements (lavage, triage, épluchage, découpage, etc.), avant d'être conditionnés.

7. CONCLUSION GENERALE EN MATIERE DE RISQUES

- Les règles de bonnes pratiques et d'équilibre alimentaires s'appliquent aux végétariens et végétariens comme à la population générale. Néanmoins, des points précis d'attention concernent plus particulièrement les profils végétariens et parmi eux plus spécifiquement encore les sujets vulnérables, tels les nourrissons, les enfants et les femmes enceintes et allaitantes.
- L'exposition aux résidus de produits phytopharmaceutiques est plus importante pour les grands consommateurs de fruits et légumes, comme les végétariens et végétariens. Il convient de choisir de préférence des fruits et légumes non-pulvérisés, de bien les laver et de les éplucher avant consommation, en particulier pour les enfants qui constituent un groupe vulnérable.
- **Les protéines végétales comme les légumineuses sont des éléments essentiels d'une alimentation végétarienne/végan.** Par essence, ces produits contiennent des substances antinutritionnelles comme les inhibiteurs de la trypsine et des lectines : ils doivent subir un traitement thermique approprié ou susceptible pour le moins de neutraliser ou de minimiser leurs effets indésirables. La consommation de produits crus ne peut être recommandée hors de ces précautions d'usage.
- L'excès d'acide phytique peut être limité et ses propriétés chélatrices non souhaitables amoindries par des procédés technologiques ciblés qui sont donc indiqués.
- **Les mycotoxines** sont plus fréquentes dans une alimentation basée sur des denrées végétales. Une alimentation végétarienne et végétariens est souvent composée de denrées sensibles aux mycotoxines telles que les céréales, les graines, les fruits à coque mais aussi les fruits et légumes. L'exposition est fonction du degré de contamination du produit consommé. Ce niveau peut être réduit en suivant un nombre de règles, comme le choix de la matière première, leur sélection et l'utilisation de moyens technologiques ciblés.
Un choix responsable des denrées alimentaires, comme écarter des produits altérés par des moisissures sauvages, permet de limiter l'ingestion.
- **L'acrylamide est /e contaminant important induit par les procédés de transformation des aliments et il convient de s'y intéresser.** Cette substance est formée pendant la cuisson des protéines végétales en présence de glucides. Sa formation indésirable et sa mise sous contrôle ont été bien étudiées pour les denrées végétales courantes. **Les nouvelles sources de protéines végétales introduites dans le circuit de consommation** méritent une attention particulière en raison d'incertitudes quant à la maîtrise d'une production négligeable d'acrylamide.

- La formation d'autres substances contaminantes générées lors des procédés de transformation des aliments comme les MCPD et les glycidylesters peut être maîtrisée par un choix judicieux des lipides raffinés, notamment dans l'alimentation infantile.
- Comme les HAP sont essentiellement présents dans les produits animaux, le risque de contamination des aliments destinés aux végétariens et végétans est par essence limité. Cependant les pesco-végétariens font exception à cet égard.
- L'exposition aux POP, comme la dioxine et analogues PCB, est limitée chez les végétariens et végétans, mais ici aussi, les pesco-végétariens font exception.
- D'autres contaminants du milieu comme les retardateurs de flamme (HBCDD et PBDE) tout comme les composés alkyls perfluorés ne posent pas de problèmes particuliers.
- Les métaux lourds posent question:
 - L'arsenic est un sujet de préoccupation pour les végétariens et végétans. A ce propos, il est renvoyé à l'avis 9252 du CSS publié en 2018.
 - Le mercure, en particulier le méthyl-mercure constitue un risque pour les consommateurs de poisson. Un choix judicieux des espèces consommées permet de réduire ce risque.
- Le respect des bonnes pratiques d'hygiène, valables pour tous les consommateurs (cf. point 1 ci-dessus), comme se laver soigneusement les mains avant et après la manipulation des végétaux, bien éplucher et laver les fruits et les légumes, en particulier pour certaines populations sensibles, laver soigneusement les crudités (salades), et les fruits à peau fine ne pouvant pas être épluchés (raisins, fruits rouges par exemple), prévenir les contaminations croisées, respecter les températures et les durées de conservation lorsqu'elles sont mentionnées ainsi que les indications des fabricants (cuisson, etc.) et consommer rapidement après achat les aliments qui se dégradent vite.

8. REFERENCES

- AFSSA - Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. Sécurité et bénéfices des phyto-estrogènes apportés par l'alimentation – Recommandations. AFSSA 2005.
- Alarcón J, Bité R, Le Hégarat L, Fessard V. Mixtures of lipophilic phycotoxins: exposure data and toxicological assessment. *Mar drugs* 2018;16:46.
- Alshannaq A, Yu JH. Occurrence, Toxicity, and Analysis of Major Mycotoxins in Food. *Int J Environ Res Public Health* 2017;14:632.
- ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Arsenic. US Department of Health and Human Services, Public Health Service. Atlanta: Georgia 2007.
- ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for Cadmium. US Department of Health and Human Services, Public Health Service. Atlanta: Georgia 2012.
- Babaahmadifooladi M., Jacxsens L., Du Laing G. & De Meulenaer B. Nickel in food sampled on the Belgian market-identification of potential contamination sources. *Food Additives Contaminants*, 2020, 37 ; 607-621.
- BfR - Bundesinstitut für Risikobewertung. Infant formula and follow-up formula may contain harmful 3-MCPD fatty acid esters. BfR 2007;opinion n° 047. Available from: URL:<https://www.bfr.bund.de/cm/349/infant_formula_and_follow_up_for_mula_may_contain_harmful_3_mcpd_fatty_acid_esters.pdf>.
- Bolca S, Possemiers S, Herregat A, Huybrechts I, Heyerick A, De Vrieze S et al. Microbial and dietary factors are associated with the equol producer phenotype in healthy postmenopausal women. *The Journal of Nutrition* 2007;137:2242-46.
- Bonnechère A. Détermination et utilisation des facteurs de transformation des résidus de pesticides suite au processing de fruits et légumes. Université catholique de Louvain, Faculté d'Ingénierie biologique, agronomique et environnementale, Louvain-la-Neuve, 2012.
- Canada Health. Les lectines dans les légumineuses sèches. 2011.
- Carballo D, Tolosa E, Ferrer E, Berrada H. Dietary exposure assessment to mycotoxins through total diet studies. A review. *Food Chem Toxicol* 2019;128:8-20.
- Claeys W, De Meulenaer B, Huyghebaert A, Scippo M-L, Hoet P, Matthys C. Reassessment of the acrylamide risk: Belgium as a case-study. *Food Control* 2016;59:628–35.
- Clarke DB, Barnes KA, Castle L, Rose M, Wilson LA, Baxter MJ et al. Levels of phytoestrogens, inorganic trace-elements, natural toxicants and nitrate in vegetarian duplicate diets. *Food Chemistry* 2003;81:287-300.
- CSS – Conseil supérieur de la santé. Arsenic in food for infants and young children. Bruxelles: CSS; 2018. Avis n° 9252.
- CSS – Conseil supérieur de la santé. L'arsenic et autres éléments présents dans les algues et les compléments alimentaires à base d'algues. Bruxelles: CSS; 2015. Avis n° 9149.

- Dingel A, Matissek R. Esters of 3-monochloropropanediol and glycidol: no formation in deep frying during large scale production of potato crisps. European food research and technology 2015.
- Dolan LC, Matulka RA, Burdock GA. Naturally occurring food toxins. Toxins 2010;2:2289-332.
- EC – European Commission. Plant toxins.
Available from: URL:<https://ec.europa.eu/food/safety/chemical_safety/contaminants/catalogue/plant_toxins_en>.
- EFSA - European Food Safety Authority. Scientific opinion on a harmonized approach for risk assessment of substances which are both genotoxic and carcinogenic. EFSA Journal 2005;282:1-31.
- EFSA - European Food Safety Authority. Marine biotoxins in shellfish–Azaspiracid group- Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. EFSA Journal 2008a;723:1-52.
- EFSA - European Food Safety Authority. Scientific Opinion on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. EFSA Journal 2008b;724:1-114.
- EFSA - European Food Safety Authority. Perfluorooctanoic sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their Salts. Scientific opinion of the Panel on Contaminants in het food chain. EFSA Journal 2008c;653:1-131.
- EFSA - European Food Safety Authority. Scientific Opinion on marine biotoxins in shellfish–Palytoxin group. EFSA Journal 2009a;7.12:1393.
- EFSA - European Food Safety Authority. Marine biotoxins in shellfish - Saxitoxin group. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. EFSA Journal 2009b;1019:1-76.
- EFSA - European Food Safety Authority. Scientific Opinion on marine biotoxins in shellfish–Emerging toxins: Ciguatoxin group. EFSA journal 2010;8:1627.
- EFSA - European Food Safety Authority. Scientific Opinion on Hexabromocyclododecane (HBCDDs) in Food. EFSA Journal 2011a;9:2296.
- EFSA - European Food Safety Authority. Scientific Opinion on Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) in Food. EFSA Journal 2011b;9:2156.
- EFSA - European Food Safety Authority. Scientific Opinion on tolerable weekly intake for cadmium. EFSA Journal 2011c; 9:1975.
- EFSA - European Food Safety Authority. Scientific Opinion on the applicability of the Margin of Exposure approach for the Safety Assessment of impurities which are both genotoxic and carcinogenic in substances added to food/feed. EFSA Journal 2012a;10:2578.
- EFSA - European Food Safety Authority. Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. EFSA journal 2012b;10:2985.
- EFSA - European Food Safety Authority. Scientific opinion on acrylamide in food. EFSA Journal 2015a;13:4104.

- EFSA - European Food Safety Authority. Scientific Statement on the health-related guidance value for dioxins and dioxine-like PCBs. EFSA journal 2015b;13:4124.
- EFSA - European Food Safety Authority. Scientific opinion on the risks to public health related to the presence of nickel in food and drinking water. EFSA Journal 2015c,13(2):4002
- EFSA - European Food Safety Authority. Dietary exposure assessment to pyrrolizidine alkaloids in the European population. EFSA Journal 2016;14:4572.
- EFSA - European Food Safety Authority. Human and animal dietary exposure to ergot alkaloids. EFSA Journal 2017a;15:4902.
- EFSA - European Food Safety Authority. Statement on the risks for human health related to the presence of pyrrolizidine alkaloids in honey, tea, herbal infusions and food supplements. EFSA Journal 2017b;15:4908.
- EFSA - European Food Safety Authority. Scientific report on human acute exposure assessment to tropane alkaloids. EFSA Journal 2018a;16:5160.
- EFSA - European Food Safety Authority. Update of the risk assessment on 3-MCPD and its fatty acid esters, EFSA Journal 2018b;16:5083.
- EFSA - European Food Safety Authority. Scientific Report on the overview of available toxicity data for calystegines. EFSA Journal 2019;17:5574.
- EFSA - European Food Safety Authority. Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. EFSA Journal 2020;18(9):6223.
- EFSA - European Food Safety Authority. Compilation of agreed monitoring recommendations as regards the presence of mycotoxins and plant toxins in food. Available from: [URL:<https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/cs_monitoring_recommendations_en.pdf>](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/cs_monitoring_recommendations_en.pdf).
- EFSA & ECDC – European Food Safety Authority & European Centre for Disease Prevention and Control. Multi-country outbreak of *Listeria monocytogenes* serogroup IVb, multi-locus sequence type 6, infections linked to frozen corn and possibly to other frozen vegetables – first update. EFSA supporting publication 2018:EN-1448.
- FDA & EPA – United States Food and Drug Administration & United States Environmental Protection Agency. Advice about eating fish for women who are or might become pregnant, breastfeeding mothers and young children. 2019. Available from URL:<www.FDA.gov/fishadvice>.
- Fleury S, Rivière G, Allès B, Kesse-Guyot E, Méjean C, Hercberg S et al. Exposure to contaminants and nutritional intakes in a French vegetarian population. Food Chem Toxicol 2017;109:218-29.
- Gosciny S, Vandevijvere S, Maleki M, Van Overmeire I, Windal I, Hanot V et al. Dietary intake of hexabromocyclododecane diastereoisomers (α -, β -, and γ -HBCD) in the Belgian adult population. Chemosphere 2011;84:279-88.
- Hercberg S, Castetbon K., Czernichow S, Malon A, Mejean C, Kesse E et al. Study protocol The Nutrinet-Santé Study: a web-based prospective study on the relationship between nutrition and health and determinants of dietary patterns and nutritional status. BMC Public Health 2010;10:242.

- Galani JH, Patel NJ, Talati JG. Acrylamide- forming potential of cereals, legumes, roots and tubers analyzed by UPLC-UV. *Food Chem Toxicol* 2017;108:244-48.
- ILSI - International Life Science Institute. Improvements to the International Life Sciences Institute Crop Composition Database. *Journal of Food Composition and Analysis* 2010;23:741-8.
- Jacobs S, Sioen I, Jaxsens L, Domingo J, Sloth J, Marques A et al. Risk assessment of methylmercury in five European countries considering the national seafood consumption patterns. *Food Chem Toxicol* 2017;104:26-34.
- JECFA - *Expert Committee on Food Additives*. Polychlorinated dibenzodioxins, polychlorinated dibenzofurans and coplanar polychlorinated biphenyls, WHO Food Additives series 48, Geneva 2002.
- Kandouz S, Mohamed AS, Zheng Y, Sandeman S, Davenport A. Reduced protein bound uraemic toxins in vegetarian kidney failure patients treated by haemodiafiltration. *Hemodial Int* 2016;20:610-17.
- Keikotlhaile BM, Spanoghe P, Steurbaut W. Effects of food processing on pesticide residues in fruits and vegetables: A meta-analysis approach. *Food Chem Toxicol* 2010;48:1–6.
- Kolb E. Relationship between nutrition and tumor formation. *Z Gesamte Inn Med* 1982;37:169-76.
- Kowk KC, Liang HH, Niranjana K. Optimizing conditions for thermal processing of soymilk. *J Agric Food Chem* 2002;50:4834-8.
- Kumar V, Sinha AK, Makkar H, Becker K. Dietary roles of phytate and phytases in human nutrition, a review. *Food Chemistry* 2010;120, 945-59.
- Lampe JW, Chang JL. Interindividual differences in phytochemical metabolism and disposition. *Semin Cancer Biol* 2007;17:347-53.
- Leblanc JC, Tard A, Volatier JL, Verger P. Estimated dietary exposure to principal food mycotoxins from the first French Total Diet Study. *Food Addit Contam* 2005;22:652-72.
- Liener IE. Implications of Antinutritional Components in Soybean Foods. *Crit Rev Food Sci Nutr* 1994;34:31-67.
- Mbithi-Mwikya S, Van Camp J, Rodriguez R, Huyghebaert A. Effects of sprouting on nutrients and antinutrient composition of kidney beans (*Phaseolus vulgaris* var. Rose coco) *Europ Food Res Technology* 2001;212:188-91.
- Murrell TG, O'Donoghue PJ, Ellis T. A review of the sheep-multiple sclerosis connection. *Med Hypotheses* 1986;19:27-39.
- NTP - The National Toxicology Program. Toxicology and carcinogenesis studies of mercuric chloride in F344/N rats and B6C3F mice (Feed Studies). U.S. Department of Health and Human Services. *Nat Toxicol Program Tech Rep Ser* 1993;394:1-274.
- OECD - Organization for Economic Co-operation and Development. Revised Consensus Document on compositional considerations for new varieties of Soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]: Key Food and Feed Nutrients, Anti-nutrients, Toxicants and Allergens. Series on the Safety of Novel Foods and feeds 2012;25.

- O'Mahony M. EU regulatory risk management of marine biotoxins in the marine bivalve mollusc food-chain. *J Toxins* 2018;10:118.
- Ostry V, Malir F, Toman J, Grosse Y. Mycotoxins as human carcinogens – the IARC Monographs classification. *Mycotoxin Res* 2017; 33:65-73.
- Pascal G. Les perturbateurs endocriniens: quelle(s) vérité(s) ? *Centre de Recherche et d'Information nutritionnelles* 2018;160:1-7.
- Pestka JJ. Deoxynivalenol: mechanisms of action, human exposure, and toxicological relevance. *Arch Toxicol* 2010;84:663-79.
- Possemiers S, Bolca S, Eeckhaut E, Depypere H, Verstraete W. Metabolism of isoflavones, lignans and prenylflavonoids by intestinal bacteria: producer phenotyping and relation with intestinal community. *FEMS Microbiol Eco* 2007;61:372-83.
- RASFF - The Rapid Alert System for Food and Feed. Annual report 2017.
- Reddy NR, Pearson MD. Reduction of antinutritional and toxic components in plant foods by fermentation. *Fd Res Int* 1994;27:281-90.
- Rodhouse JC, Haugh CA, Roberts D, Gilbert RJ. Red kidney bean poisoning in the UK: an analysis of 50 suspected incidents between 1976 and 1989. *Epidemiol Infect* 1990;105:485-91.
- Rowland IR, Wiseman H, Sanders TA, Adlercreuz H, Bowley EA. Interindividual variation in metabolism of soy isoflavones and lignans: Influence of habitual diet on equol production by the gut microflora. *Nutr Cancer* 2000;36:27-32.
- Royaume de Belgique. Arrêté Royal du 29 août 1997 relatif à la fabrication et au commerce de denrées alimentaires composées ou contenant des plantes ou préparations de plantes. *MB* du 21 novembre 1997. p.1-161.
- Royaume de Belgique. Arrêté Royal modifiant l'arrêté royal du 14 juin 2002 fixant des teneurs maximales en contaminants comme les métaux lourds dans les suppléments alimentaires. *MB* du 1^{er} décembre 2016. P. 79273.
- Roy-Lachapelle A, Sollic M, Bouchard MF, Sauvé S. Detection of cyanotoxins in algae dietary supplements. *Toxins* 2017;9:76.
- Santucci FM. Market issues in organic meat and dairy markets. *Symposium on organic markets for meat and dairy products: trade opportunities for developing countries. Rome, 2002.*
- SciCom - Comité Scientifique de l'Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire. Risques chimiques émergents - Etude de cas: les perturbateurs endocriniens. *Avis* 29-2009.
- SciCom - Comité Scientifique de l'Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire. Exposition de la population belge aux résidus de pesticides via la consommation de fruits et légumes: année 2008. *Avis* 02-2010.
- SciCom - Comité Scientifique de l'Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire. Approche scientifique pour le rappel (recall) de denrées alimentaires contaminées par du nitrate, plomb, cadmium, mercure, méthylmercure, de l'arsenic ou de l'arsenic inorganique. *Avis* 22-2014.

- SciCom - Comité Scientifique de l'Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire. Exposition de la population belge aux résidus des substances phytopharmaceutiques entre 2008 et 2013 via la consommation des fruits et légumes. Avis 18-2015.
- SciCom - Comité Scientifique de l'Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire. Limites d'action pour des contaminants chimiques dans des denrées alimentaires : retardateurs de flamme, composés perfluoroalkylés, dioxines et PCB de type dioxine, et le benzène. Avis 15-2017.
- SciCom - Comité Scientifique de l'Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire. Priorisation des risques microbiologiques et directives pour garantir la sécurité alimentaire microbiologique des denrées alimentaires végétales crues et minimalement transformées en Belgique. Avis 11-2017.
- SciCom - Scientific Committee Federal Agency for the Safety of the Food Chain. Proceedings du symposium SciCom 2019. Changing consumption patterns: What about food safety ? 2019.
- Sioen I, De Henauw S, Verbeke W, Verdonck F, Willems JL, Van Camp J. Fish consumption is a safe solution to increase the intake of long-chain ω -3 fatty acids. Public Health Nutrition 2007;11:1107-16.
- Smith-Spangler C, Brandeau ML, Hunter GE, Bavinger JC, Pearson M, Eschbach PJ. et al. Are Organic Foods Safer or Healthier Than Conventional Alternatives? A Systematic Review. Ann Intern Med 2012;157:348-66.
- Turner PC, Burley VJ, Rothwell JA, White KL, Cade JE, Wild CP. Deoxynivalenol: rationale for development and application of a urinary biomarker. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess. 2008;25:864-71.
- UE - Union européenne. Règlement (UE) 2017/2158 de la Commission du 20 novembre 2017 établissant des mesures d'atténuation et des teneurs de référence pour la réduction de la présence d'acrylamide dans les denrées alimentaires. OJ L 304 du 21.11.2017, p. 24-44.
- UE - Union européenne. Règlement (CE) N° 396/2005 du Parlement européen et du Conseil du 23 février 2005 concernant les limites maximales applicables aux résidus de pesticides présents dans ou sur les denrées alimentaires et les aliments pour animaux d'origine végétale et animale et modifiant la directive 91/414/CEE du Conseil. OJ L 70 du 16.3.2005, p. 1-16.
- UE – Union européenne. Règlement (CE) N° 1881/2006 de la Commission du 19 décembre 2006 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires. OJ L 364 du 20.12.2006, p. 5.
- UE – Union européenne. Règlement (UE) N°2020/1322 de la Commission du 23 septembre 2020 modifiant le règlement (CE) no 1881/2006 en ce qui concerne les teneurs maximales en 3-monochloropropanediol (3-MCPD), en esters d'acides gras de 3-MCPD et en esters d'acides gras de glycidol dans certaines denrées alimentaires. OJ L 310 du 24.9.2020, p 2-4.
- UE – Union européenne. Règlement (UE) N°2020/2040 de la Commission du 11 décembre 2020 modifiant le règlement (CE) no 1881/2006 en ce qui concerne les teneurs

maximales en alcaloïdes pyrrolizidiniques dans certaines denrées alimentaires. OJ L 420 du 14.12.2020, p 1-4.

- USDA - United States Department of Agriculture. Nutrient Data Base for Standard Reference, Regency Release 22. USDA, Washington DC 2008.
- Van Audenhaege M, Héraud F, Menard C, Bouyrie J, Morois S, Calamassi-Tran G et al. Impact of food consumption habits on the pesticide dietary intake: Comparison between a French vegetarian and the general population. Food Additives and contaminants 2009;26:1372-88.
- Verger P, Garnier-Sagne I, Leblanc JC. Identification of Risk Groups for Intake of Food Chemicals. Regulatory Toxicology and Pharmacology 1999;30:S103–S108.
- Vinitketkumnun U, Chewonarin T, Kongtawelert P, Lertjanyarak A, Peerakhom S, Wild CP. Aflatoxin exposure is higher in vegetarians than nonvegetarians in Thailand. Nat Toxins 1997;5:168-71.
- VMT - Voedingsmiddelentechnologie, Nieuw onderzoek: zo zit het met de acrylamidegehalten in verschillende productgroepen. 2020. Available from: URL:<https://www.vmt.nl/voedselveiligheid-kwaliteit/artikel/2020/11/nieuw-onderzoek-zo-zit-het-met-de-acrylamidegehalten-in-verschillende-productgroepen-10144283?_ga=2.50680096.867378550.1607509473-65932371.1572877741>.
- Voedingscentrum : eerlijk over eten. Available from: URL:<<https://www.voedingscentrum.nl/encyclopedie/peulvruchten.aspx#blok4>>.
- Wells L, Hardie L, Williams C, White K, Liu Y, De Santis B et al. Deoxynivalenol Biomarkers in the Urine of UK Vegetarians. Toxins (Basel) 2017;9:196.
- WHO – World Health Organization. Global assessment of the State-of-the-science of endocrine disruptors. International programme on Chemical Safety. WHO 2002.
- WHO – World Health Organization. State of the science of endocrine disrupting chemicals – An assessment of the state of the science of endocrine disruptors prepared by a group of experts for the United Nations Environment Programme and WHO 2012.
- Zelinkhova Z, Wenzl T. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. The Occurrence of 16 EPA PAHs in Food - a Review. Polycycl Aromat Compd 2015;35:248-84.

V. BESOINS PARTICULIERS PAR GROUPE D'ÂGE SPECIFIQUE

1. LA FEMME ENCEINTE ET LA MERE ALLAITANTE

1.1 Introduction

A l'aube de la vie, la qualité de l'expression de l'épigénome foetal, c'est-à-dire la qualité de l'expression de tout son potentiel génétique, est en partie dépendante de la qualité de la nutrition de la mère (Simmons, 2010 ; Morley, 2006). C'est assurément une période importante de ces 1 000 premiers jours dont il est de plus en plus question dans la prévention de pathologies ultérieures (Morley, 2006). La qualité de la nutrition mérite donc toute l'attention des acteurs de la santé durant la grossesse et durant les deux premières années de la vie (Berni Canani et al, 2011). A peu de détails près, les recommandations pour les femmes enceintes et les mères allaitantes peuvent être considérées comme identiques, leurs besoins nutritionnels et énergétiques étant assez comparables. Il importe donc d'être attentif à cette période particulière de la vie de la femme. Certaines majorations des apports, en regard des recommandations habituelles, sont conseillées par le Conseil supérieur de la santé (CSS, 2016). Tous régimes confondus, l'augmentation concerne, notamment, les apports en protéines, en zinc, en iode et en vitamine D.

Une étude canadienne récente a exploré l'alimentation de 1 533 femmes enceintes sur base d'une méthodologie prospective de 3 jours (Dubois et al, 2017). La population de cette étude est intéressante car on peut raisonnablement la considérer comme équivalente à celles de l'Europe de l'Ouest, vu la similitude d'habitudes alimentaires. De cette étude prospective, on peut retenir les éléments essentiels suivants: 1) en ce qui concerne les apports en macronutriments, la consommation de protéines et de glucides exprimée en pourcentage de l'énergie journalière totale est globalement dans les écarts de recommandation admis. L'apport lipidique est toutefois excessif pour le tiers des mères enceintes étudiées (> à 35 % de l'énergie totale), avec un rapport de graisses essentielles oméga-6/oméga-3 qui reste cependant globalement correct ; 2) en ce qui concerne les apports en micronutriments, la majorité des mères ont un apport inférieur aux recommandations moyennes habituelles, avec un pourcentage variable: en fer (97 %), en vitamine D (95 %) et en folates (70 %). Certaines mères ont en outre un apport jugé insuffisant, c'est-à-dire qui n'atteint pas la limite inférieure des recommandations, en vitamine B6 (15 %), en magnésium (entre 10 et 15 %), et en zinc (10 %). Quarante-cinq pourcents des mères ont un apport excessif en sodium et largement insuffisant en potassium, sans que ces anomalies chiffrées ne soient nécessairement cause de pathologie précise (Dubois et al, 2017). Ces excès sont le reflet de constatations avérées dans la population générale. Si certaines supplémentations en micronutriments semblaient nécessaires pour la majorité des femmes participant à cette étude et avaient permis d'améliorer leur profil d'apports, en vitamine D notamment, la composition de certaines supplémentations exposait parfois au risque d'excès pour le fer (32 %) ou pour l'acide folique (87 %) (Dubois et al, 2017). Ce dernier point est important à prendre en compte dans un chapitre consacré aux habitudes alimentaires végétariennes et/ou véganes de la femme

enceinte et allaitante. En effet, la plupart de ces modalités alimentaires ciblées sont généralement riches en folates. Des apports élevés peuvent masquer les signes hématologiques de la carence en vitamine B12. Dans ces conditions particulières, cette carence n'est cliniquement manifeste qu'au moment de l'apparition de symptômes neurologiques (parfois irréversibles) (Dubois et al, 2017 ; ADA, 2009 ; Van Winckel et al, 2011).

Une alimentation végétarienne bien conduite peut rencontrer les besoins nutritionnels de ces mères enceintes et allaitantes et donner lieu à la naissance de nouveau-nés en parfaite santé. Ces constatations reposent sur une revue de la littérature fondée sur des preuves même si leur niveau reste limité (*Academy of Nutrition and Dietetics Evidence Analysis Library*). Cette certitude ne peut s'étendre aux régimes végétans. Aucune étude traitant des apports en macronutriments et micronutriments chez ces mères n'est actuellement disponible. De même aucune étude n'a comparé l'état de santé de leurs bébés et ceux nés de femmes végétariennes et/ou omnivores. En conséquence, au stade actuel de nos connaissances, la précaution et la prudence empêchent de recommander les régimes strictement végétans chez la femme enceinte et/ou allaitante.

1.2 Apports en macronutriments, pourcentage de l'apport énergétique total, et teneur potentielle en contaminants environnementaux

Quatre études ont examiné les apports en macronutriments des femmes lacto-ovo-végétariennes et lacto-végétariennes (Campbell-Brown et al, 1985 ; Drake et al, 1998 ; Ganpule et al, 2006 ; Roodstaart et al, 1994).

1.2.1. Apports en glucides et protéines

En pourcentage de l'apport énergétique total, les femmes enceintes végétariennes ont statistiquement des apports plus faibles en protéines et plus élevés en glucides. Aucune déficience en protéines n'est toutefois relevée mais le niveau de preuve reste limité. Il semble néanmoins qu'on puisse retenir que l'état de santé des nouveau-nés de mères végétariennes non véganes ne diffère pas de celui des enfants nés de mères non végétariennes (Campbell-Brown et al, 1985 ; Drake et al, 1998 ; Ganpule et al, 2006 ; Roodstaart et al, 1994). Pour les femmes sous régime végétan, l'apport en méthionine et en lysine est notablement insuffisant par rapport aux recommandations (CSS, 2016). Les produits laitiers, dont les fromages à pâte dure pour les végétariennes, les lentilles et autres légumineuses, ainsi que le tofu nature pour les femmes sous régime végétan sont des substituts intéressants et peuvent être recommandés vu leur richesse en méthionine et lysine. En ce qui concerne l'apport en glucides, il est habituellement élevé dans une alimentation majoritairement composée de fruits, légumes, céréales et légumineuses. Un régime bien construit dès avant la grossesse, contenant suffisamment de fibres, pourrait protéger contre le risque de développer un diabète gestationnel (Zhang et al, 2006). La consommation concomitante de légumineuses et de céréales diminue également le risque de manque d'apport en acides aminés limitants

(méthionine pour les légumineuses et lysine pour les céréales) (CSS, 2016 ; Ancellin et al, 2002).

1.2.2. Contaminants potentiels des régimes végétariens et végétans chez la femme enceinte et allaitante

L'influence possible des phyto-oestrogènes a été évoquée pour expliquer l'augmentation constatée de garçons souffrant d'hypospadias et nés de mères végétariennes ayant consommé du soja (North & Golding, 2000). Des facteurs confondants (infections à influenza en début de grossesse ou l'influence de médicaments) ne pouvaient cependant être écartés dans ce constat (North & Golding, 2000). L'ANSES recommande de limiter chez la femme enceinte la consommation quotidienne de produits dérivés du soja (tofu et produits dérivés, tonyu, tempeh, desserts fermentés à base de soja) pour ne pas dépasser le seuil d'apport d'1mg/kg/j de phyto-oestrogènes (ANSES, 2019 ; AFSSA, 2007 ; AFSSA & AFSSAPS, 2005). Certains contaminants organochlorés et bien d'autres, comme les polychlorobiphényles (PCB) et les dioxines, peuvent se retrouver accidentellement dans des aliments végétaux. Vu leur lipophilie marquée, ces produits diffusent aisément au sein des structures graisseuses cérébrales. Les quantités peuvent être significatives et expliquer que leur première toxicité durant la grossesse soit d'ordre neuro-développemental. Ces produits peuvent affecter l'embryogenèse durant la première partie de la grossesse et être sources de malformation. Ils peuvent, en outre, contrecarrer la croissance globale du fœtus. Les dérivés de la dioxine ont été incriminés dans certains retards de croissance intra-utérins. Ils sont associés à un risque augmenté de carcinogenèse. Il a été montré que l'exposition anténatale aux PCB et aux dioxines peut interférer avec le système immunitaire postnatal. Une plus grande susceptibilité aux infections a été constatée chez les enfants exposés en période anténatale (Weisglas-Kuperus et al, 2000). L'impact potentiel sur le fœtus d'autres perturbateurs endocriniens alimentaires est aussi évoqué, comme l'influence néfaste des pesticides organochlorés sur la glande thyroïde (Luo et al, 2017). Les céréales, les légumes et les fruits sont les principaux contributeurs alimentaires menant à une exposition excessive aux pesticides. Les végétariens en consomment davantage que les omnivores. Selon une étude française, les végétariens seraient exposés à un plus grand nombre et une plus grande quantité de pesticides que les non-végétariens. Cependant, certaines études indiquent que les végétariens sont plus enclins à acheter des produits bio, supposés moins contaminés que leurs équivalents conventionnels (Van Audenhaege et al, 2009). Aucune étude n'a démontré qu'il existerait une relation entre l'allaitement maternel contaminé et un retard de développement postnatal, même lorsque le lait contient des quantités de contaminants liposolubles situés au-delà du 95^{ème} percentile des échantillons analysés. Toutes les études disponibles aujourd'hui indiquent que le risque toxique lié à ces produits est secondaire à leur diffusion transplacentaire et non à leur présence dans le lait (Jacobson & Jacobson, 1997 ; Przyrembel et al, 2000). Les polluants lipophiles s'accumulent temporairement dans le tissu adipeux de l'enfant allaité, mais ce stockage se réduit significativement à deux ans en raison de la croissance et du turn-over de la masse grasse (Lakind et al, 2000). L'exposition postnatale aux PCB et dioxines *via* le lait maternel n'a pas été mise en relation avec un développement neurologique retardé ou un quotient intellectuel diminué (Huisman et al, 1995 ; Patandin et al, 1999). Pour des expositions

anténatales aux PCB similaires, les enfants nourris au sein développent moins d'atteintes neurologiques, alors que leur exposition postnatale est plus élevée (Boersma & Lanting, 2000). Les bénéfices de l'allaitement maternel prolongé sur la qualité du développement neurologique semblent contrebalancer l'impact potentiellement négatif d'une exposition postnatale aux organochlorés mais aussi aux métaux lourds (Ribas-Fito et al, 2003 ; Doréa, 2008). Des affirmations alarmantes ont été émises sur la pollution du lait maternel humain et sur le danger potentiel encouru par l'enfant allaité, suite à la pollution environnementale. Le constat d'une dégradation de notre milieu de vie est en réalité basé sur des analyses répétées du lait humain qui témoignent du degré de pollution de notre planète. Cette approche n'a pas pour objet d'émettre une opinion sur le choix d'allaiter (Boersma & Lanting, 2000). Néanmoins le risque d'interprétation abusive est réel de présenter à une population non avertie que l'allaitement maternel se réduirait à une source d'empoisonnement potentiel pour l'enfant (Heifitz & Taylor, 1989). Il paraît nécessaire de faire le point afin d'éviter les amalgames et les contre-vérités. Il convient de rappeler que ce n'est pas le lait maternel qui doit être placé au banc des accusés mais le comportement irréfléchi d'une société en quête d'expansion industrielle continue. Il est important de répéter l'intérêt de l'allaitement prolongé dont les bénéfices sanitaires à court et à long terme dépassent largement les risques liés à ses contaminants. Leur présence diminue d'ailleurs sensiblement depuis quelques années, suite à la rigueur des législations internationales (Arendt, 2008).

1.2.3. Apports en graisses

L'apport lipidique chez la femme enceinte et allaitante justifie une analyse détaillée en raison de l'impact qualitatif direct que ces composants exercent sur la croissance cérébrale fœtale et néo-natale. Cet impact se marque plus particulièrement sur la myélinisation neuronale au cours du troisième trimestre et lors des premiers mois de vie (Koletzko et al, 2008). A cet égard, l'acide docosahexaénoïque (DHA, C22 :6 : n-3) est l'un des acides gras polyinsaturés à longue chaîne important dont la synthèse néonatale est très faible, inférieure à 1 % car le foie fœtal encore immature n'est pas apte à assurer complètement cette synthèse. Il est préférable de recommander à la mère de consommer elle-même du DHA préformé qu'elle transférera au fœtus via le placenta ou à son nourrisson via le lait maternel. Les consensus actuels sont de recommander chez la femme enceinte et allaitante une consommation de 200 mg/jour de DHA au minimum, idéalement 400 mg/j. Chez les omnivores et pesco-végétariens, cet apport peut être fourni en consommant du poisson deux fois par semaine dont une fois du poisson gras, tout en diversifiant les espèces et les origines, ceci afin d'éviter tant soit peu la contamination inconstante de certaines variétés par les métaux lourds (Koletzko et al, 2008 ; Briend et al, 2014) (cf aussi chapitre IV-B 5.2.3, tableau 22 : Aide au choix de poisson).

La teneur lipidique totale du lait de femme est très stable, quelle que soit l'alimentation considérée. En revanche, le type de lipide varie, comme par exemple la concentration en DHA qui dépend de l'apport en acides gras poly-insaturés (AGPI) de la mère allaitante. L'apport ordinairement recommandé en AGPI doit être d'au moins 5 % de l'apport énergétique total. Un pour cent de cette énergie doit provenir d'acides gras oméga-3 dont un minimum de 200 mg de DHA. Certaines études estiment que les apports du lait de femme en précurseur du

DHA et, de façon plus générale en AGPI-LC, peuvent ne pas atteindre la quantité optimale souhaitée. Dans certaines enquêtes, seulement 13 % de la population belge consomme du poisson deux fois par semaine. Il est ainsi proposé aux femmes allaitantes de suivre les mêmes recommandations que les femmes enceintes, en raison de la poursuite intense de la myélinisation cérébrale dans les premiers mois de vie. Les mères allaitantes dont l'alimentation est enrichie en DHA, montrent une teneur sensiblement plus élevée dans leur lait (Fidler et al, 2000). La teneur optimale en précurseur du DHA (en particulier l'acide alpha-linolénique [LNA]), peut s'obtenir en privilégiant la consommation d'huiles de colza et de noix (Horvath et al, 2007). Ces dernières huiles permettent aussi un apport suffisant en acide linoléique (AL), essentiel lui aussi. Il importe de promouvoir le maintien d'un bon rapport d'acides gras oméga-6/oméga-3 chez la femme enceinte et celle allaitante, idéalement de 4/1. Les régimes végétariens qui ne comportent pas de poissons, pas d'œufs ou d'algues sont pauvres en DHA et EPA. Certaines recommandations tendent à préconiser la consommation en micro-algues dans ces régimes car leur richesse en DHA est élevée. Ce point reste cependant controversé (voir infra et chapitre IV-B 5.2). L'association américaine de diététique a publié des lignes directrices utiles pour optimiser les apports en graisses dans les différents régimes végétariens (Craig et al, 2009 ; Melina et al, 2016).

1.2.4. Arsenic et mercure comme contaminants

Les algues et les compléments alimentaires à base d'algues ont fait l'objet d'une prise de position du CSS qui a publié des recommandations faisant part du risque de leur contamination par l'arsenic organique et inorganique (CSS, 2015). La consommation d'algues Hijiki est à éviter et celle des autres algues alimentaires ne peut dépasser 7 g (une demi-cuillère à café de produit déshydraté) par jour. Le CSS déconseille la consommation des micro-algues chez la femme enceinte (CSS, 2015).

L'arsenic se trouve en majeure partie dans l'eau (Gilbert-Diamond et al, 2011) ; les algues, le riz et les poissons/fruits de mer (par ordre décroissant) en contiennent également des quantités élevées (Rebelo et al, 2016). L'arsenic est capable de traverser la barrière placentaire et peut causer, en cas d'exposition élevée (> 50 ppb), des avortements spontanés, une mortalité plus élevée et un retard de croissance foetale intra-utérine (Milton et al, 2017). Les métaux lourds (arsenic, plomb, cadmium et mercure) peuvent se retrouver dans le lait maternel, mais en faibles quantités. Cette exposition reste modérée et n'est pas une contre-indication à l'allaitement maternel (Doréa, 2008, Rebelo et al, 2016). Au contraire, le lait maternel, même s'il contient des contaminants neurotoxiques comme le méthylmercure, reste avantageux et son usage favorisé. Grâce à ses constituants bénéfiques, les effets des substances neurotoxiques comme le mercure peuvent être amoindris (Doréa, 2008). Le lait de mère protège contre les infections, limite ainsi l'usage des antibiotiques ce qui évite d'altérer le microbiote intestinal. Des modifications de la flore peuvent entraver la déméthylation du méthylmercure et augmenter le risque de rétention tissulaire. Les préparations infantiles à base de lait de vache peuvent présenter elles-mêmes des teneurs en contaminants neurotoxiques plus élevées que le lait maternel (Doréa, 2008).

1.3 Apports en micronutriments

Une série d'études plus anciennes (Ellis et al, 1987 ; King et al, 1981 ; Koebnick et al, 2001 ; Koebnick et al, 2004 ; Koebnick et al, 2005 ; Ward et al, 1998) ont comparé la biodisponibilité des micronutriments chez les femmes enceintes végétariennes et les femmes enceintes omnivores. Le niveau de preuve en reste limité. Aucune étude n'a en revanche été réalisée chez les mères sous régime végan (Richter et al, 2016). Dès lors ces deux modalités alimentaires continuent de poser question et si la prudence ne permet pas de les conseiller, on ne peut aller jusqu'à dire qu'en toutes circonstances elles ne sauraient rencontrer les besoins spécifiques à ces groupes. Les taux de vitamine B12 étaient sensiblement plus bas chez les femmes végétariennes par rapport aux omnivores. Cette diminution était encore plus marquée chez les femmes suivant un régime végan (Pawlak et al, 2014 ; Richter et al, 2016). C'est la raison principale pour laquelle la Société allemande de Nutrition (DGE) recommande d'éviter les régimes végétans au cours de la grossesse et pendant l'allaitement (Richter et al, 2016). Le taux de zinc était sensiblement plus bas sans atteindre de niveau statistique de signification. Les femmes lacto-ovo-végétariennes ont un apport élevé en calcium ce qui augmente leur risque de déficit en zinc en raison d'interactions connues entre phytates, fer, calcium, et zinc. Ce risque mentionné dans la littérature n'a pas systématiquement donné lieu à des carences ou même des déficits selon des publications plus récentes (Foster & Samman, 2015). L'important est de toujours vérifier (médecin) le statut en zinc du patient (cf. chapitre III. 6.4.4). L'apport martial limité des femmes véganes est de nature à augmenter leur risque de carence, raison supplémentaire pour ne pas recommander cette modalité alimentaire chez la femme enceinte et/ou allaitante.

A noter que la littérature signale un risque de diagnostic faussement positif du syndrome de Down chez les mères végétariennes lorsque les taux de β -HCG et d' α -foeto protéine sont utilisés comme marqueurs de risque (Cheng et al, 2004).

Un déficit en iode lors de la grossesse, même limité, peut perturber les paramètres fonctionnels thyroïdiens de la mère et aussi, indirectement, ceux du fœtus. En effet, ce sont les hormones thyroïdiennes maternelles transplacentaires qui assurent la fonction thyroïdienne fœtale. Elles permettent une croissance fœtale normale et la myélinisation de son cerveau. Le fœtus ne dépend pas de sa propre glande thyroïdienne en développement. Une déficience dans l'hormonogénèse maternelle suite à un apport insuffisant en iode peut donc entraver la maturation optimale du cerveau du fœtus et être à l'origine de troubles du développement neurocognitif (ANSES, 2019 ; AFSSA, 2007 ; AFSSA & AFSSAPS, 2005). Cette fonction de substitution est perdue dès la naissance et la myélinisation cérébrale néonatale dépend exclusivement des hormones thyroïdiennes synthétisées par l'enfant. L'apport en iode en période postnatale est donc déterminant pour un bon fonctionnement de la glande thyroïdienne du nouveau-né et du nourrisson. En cours d'allaitement, il convient de respecter ce besoin iodé pour permettre aux nourrissons de constituer leur réserve thyroïdienne (EFSA, 2013). En période néonatale, un déficit en iode, même modéré, peut entraver le bon fonctionnement thyroïdien du nourrisson et, partant, avoir un impact sur son développement intellectuel (WHO, 2007; Fisher & Nemeth, 2017). L'alimentation végane risque de ne pas apporter suffisamment d'iode, les sources disponibles étant uniquement le sel iodé

(notamment dans le pain qui en contiendrait) et les algues marines mais ces dernières sont déconseillées chez les enfants et femmes enceintes en raison des substances qui s'y retrouvent inévitablement (cf ci-dessus 1.2.4. et chapitre III. 6.5 Iode). L'OMS et le CSS recommandent un apport adéquat de 200 µg par jour pour la femme enceinte et/ou allaitante (cf. tableau 23 ci-dessous et chapitre III. 6.5.2). Un excès d'iode n'est cependant pas souhaitable vu le risque de blocage de l'hormonogénèse thyroïdienne (effet Wolff-Chaikoff). Les thyroïdes immatures sont particulièrement sensibles à cet effet bloquant de l'iode en excès.

Le lait maternel devrait apporter au moins 90 µg d'iode/jour pendant les 6 premiers mois mais sa teneur en iode va dépendre du statut en iode de la mère, lui-même influencé par sa prise iodée. C'est dans ce contexte, notamment, que l'EFSA considère que certains sous-groupes de nourrissons et d'enfants en bas âge de pays européens sont à risque d'apports inadéquats en iode (EFSA, 2013).

Enfin, chez la femme enceinte, un déficit en fer peut avoir des effets délétères sur le fœtus et mener à un accouchement prématuré (Fisher & Nemeth, 2017; Agnoli et al, 2017). D'après une étude anglaise, les apports en fer en début de grossesse, résultant de l'alimentation et des compléments alimentaires éventuels prescrits, seraient plutôt meilleurs chez les végétariennes non véganes mais cette constatation est tempérée par un biais potentiel, à savoir leur statut socio-économique élevé (Alwan et al, 2011).

Pour ce qui concerne l'état de santé des nouveau-nés, les études bien menées montrent, avec toutefois un niveau de preuve limité, que la teneur sanguine en micronutriments de ces nouveau-nés ne diffère pas de manière significative qu'ils soient nés de mères végétariennes non-véganes ou omnivores.

1.4 Conclusions et recommandations pratiques

- A peu de détails près, les recommandations pour les femmes enceintes et les mères allaitantes peuvent être considérées comme identiques ; les apports théoriques sont repris dans le tableau 23;
- En ligne avec ce qui est préconisé chez les femmes enceintes, tous régimes confondus, il apparaît nécessaire de proposer aux mères enceintes et allaitantes végétariennes (*y compris véganes bien que cette modalité ne soit pas recommandée durant la grossesse et l'allaitement (Richter et al, 2016) ou alors sans avoir pour le moins recours à un encadrement strict assuré par des professionnels de la santé avertis (Piccoli et al, 2015)*) de prendre des compléments alimentaires :
 - en vitamine B12 (3 µg/jour) et ce point est particulièrement important lorsqu'il y a supplémentation en acide folique,
 - en fer (5-7 mg/j) ,
 - en vitamine D (1.000 UI/j),
 - en zinc (20 mg/j) et
 - en folates (allaitement : 300 µg/j ; grossesse : 400 µg/j. (CSS, 2016 ; CSS, 2019).En fonction des calculs diététiques, des compléments alimentaires en iode devront généralement également être envisagés (WHO, 2007). Le CSS recommande une complémentation en iode de 50 à 100 µg/jour avant et pendant la grossesse, ainsi que pendant l'allaitement (CSS, 2016) (cf. chapitre III. 6.5.2). L'usage d'un sel iodé devrait être recommandé dans ces groupes ;
- Concernant le calcium et le zinc, les besoins peuvent être assurés par un régime végétarien, mais l'adéquation des apports devra être vérifiée individuellement ;
- Un apport en AGPI représentant 5 % de l'énergie totale journalière reste recommandé mais il ne devrait pas être (trop souvent) dépassé, afin de favoriser la synthèse endogène de DHA à partir de LNA ; 1 % de l'apport énergétique total devrait être consommé sous forme d'acide gras oméga-3, parmi lesquels au moins 200 mg de DHA, voire idéalement 400 mg/j durant ces périodes si l'on suit les recommandations de certaines instances. Néanmoins, en raison d'un possible impact sur l'épigénome foetal, la limite journalière de 400 mg de DHA recommandée actuellement ne devrait pas être dépassée ;
- La consommation de poisson deux fois par semaine dont une fois du poisson gras comme source adéquate de oméga-3 AGPI-LC contribue à rencontrer cette recommandation ; pour éviter un apport excessif en métaux lourds, il est conseillé de varier les espèces tout en évitant de consommer les poissons situés en fin de chaîne alimentaire, le thon notamment (voir chapitre IV-B. tableau 22) ;
- Pour les personnes qui ne consomment pas de poisson, les œufs sont une bonne source de DHA; un œuf classique contient 45 mg de DHA (avec un rapport oméga-6/oméga-3 moyen variant entre 6 et 10 ; les œufs enrichis en oméga-3 contiennent en moyenne 75 mg de DHA avec un rapport oméga-6/oméga-3 voisin de 1.5) ;
- Les huiles de colza et de noix devraient être largement privilégiées, en raison de leur teneur élevée en LNA, le précurseur du DHA ;
- Un apport excessif en AL est à éviter et les raisons en ont été détaillées plus haut ; on préconisera le bon maintien d'un rapport oméga-6/oméga-3 de 4/1. ;

- Une alimentation saine, variée et équilibrée, permet de satisfaire globalement aux recommandations proposées pour optimiser l'apport des graisses alimentaires au cours des régimes végétariens et/ou omnivores. Des compléments alimentaires visant à optimiser l'apport en DHA peuvent parfois être justifiés mais il est nécessaire de contrôler leur teneur sous suivi médical afin d'éviter des surdosages ou une ingestion excessive de contaminants. Pour le CSS, la consommation des algues alimentaires ne peut dépasser 7 g (une demi-cuillère à café de produit déshydraté) par jour ; en outre, le CSS ne conseille pas leur consommation chez la femme enceinte en raison de leur teneur élevée en arsenic inorganique.
- Pour tous les fruits, légumes, légumineuses et céréales, il est conseillé de se limiter à une consommation de produits non exposés aux pesticides.

Tableau 23 : Recommandations nutritionnelles pour les femmes enceintes et les mères allaitantes omnivores (CSS, 2016)

		Femme	Enceinte ^(*)	Allaitante
Eau				
	ml/j	2000 (EFSA)		
	ml/j	2700 (IOM)	+ 300 ml	+ 700 ml à 1000 ml
kcal à ajouter				
1 ^e T	kcal	1800 ^{PAL1.4} - 2500 ^{PAL1.8}	+ 70	+ 500
2 ^e T	kcal	1800 ^{PAL1.4} - 2500 ^{PAL1.8}	+ 260	
3 ^e T	kcal	1800 ^{PAL1.4} - 2500 ^{PAL1.8}	+ 500	
Protéines				
1 ^e T	g/kg/j	0,8	+ 1 g/j	+ 19 g/j (0 - 6 mois PP)
2 ^e T	g/kg/j	0,8	+ 9 g/j	+ 13 g/j (6 - 12 mois PP)
3 ^e T	g/kg/j	0,8	+ 28 g/j	
Lipides				
	% AET		30 - 35	
Fibres				
	g/j		≥ 25 - 30	
Minéraux et oligo éléments				
Ca	mg/j	950	950	950
P	mg/j	800	800	800
Na	mg/j	600 - 2000	600 - 2000	600 - 2000
Fe	mg/j	15	15	15
Mg	mg/j	300	300	300
Zn	mg/j	8	11-12	14
I	µg/j	150	200	200
Mn	mg/j	3	3	3
Mo	µg/j	65	65	65
Cu	mg/j	1,2	1,3	1,5
Se	µg/j	70	70	85
Vitamines				
Vit A	µg/j	650	700	1350
Vit D	µg/j	10 - 15	20	20
Vit E	mg/j	11	11	11
Vit K	µg/j	50 - 70	50 - 70	50 - 70
Vit C	mg/j	110	120	150
B8	µg/j	40	45	60
B9	µg/j	200 - 300	400	300
B12	µg/j	4,0	4,5	5
B1	mg/j	1,1	1,5	1,6
B2	mg/j	1,2	1,5	1,8
B3/PP	mg/j	14	16	16
B5	mg/j	5	5	7
B6	mg/j	2	3	3

Source : CSS, 2016.

PAL : *Physical Activity Level* (*) Grossesse Gemellaire : + 500 kcal/J.

1.5 Références

- ANDEAL - Academy of Nutrition and Dietetics Evidence Analysis Library. Vegetarian Nutrition and Macronutrients Intake in Pregnancy. Available from: URL:< <https://www.anddeal.org/>>.
- ADA – American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: vegetarian diets. J Am Diet Assoc 2009;109:1266-82.
- AFSSA - Agence française de sécurité sanitaire des aliments. Le guide nutrition pendant et après la grossesse. Guides alimentaires du programme national nutrition-santé. Paris 2007. Available from: URL :<<http://www.inpes.sante.fr/CFESBases/catalogue/pdf/1060.pdf>>.
- AFSSA et AFSSAPS – Agence française de sécurité sanitaire des aliments et Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé. Vous et les phyto-estrogènes. Information consommateur. 2005. Available from :URL :<<http://www.grio.org/documents/rcd-5-1263309895.pdf>>.
- Agnoli C, Baroni L, Bertini I, Ciappellano S, Fabbri A, Papa M et al. Position paper on vegetarian diets from the working group of the Italian Society of Human Nutrition. Nutr Metab Cardiovasc Dis 2017;27:1037-52.
- Alwan NA, Greenwood DC, Simpson NA, McArdle HJ, Godfrey KM, Cade JE. Dietary iron intake during early pregnancy and birth outcomes in a cohort of British women. Hum Reprod 2011;26:911-9.
- Ancellin R, Baelde D, Barthélémy L, et al. La santé vient en mangeant. Le guide alimentaire pour tous. 2002. Available from: URL:<http://social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/guide_alimentairepro.pdf>.
- ANSES - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail 2019. Avis relatif à l'actualisation des repères alimentaires du PNNS pour les femmes enceintes ou allaitantes. ANSES 2019; 53.
- Arendt M. Communicating human biomonitoring results to ensure policy coherence with public health recommendations: analysing breastmilk whilst protecting, promoting and supporting breastfeeding. Environ Health 2008;7:S6.
- Berni Canani R, Di Costanzo M, Leone L, Bedogni G, Brambilla P, Cianfarani S et al. Epigenetic mechanisms elicited by nutrition in early life. Nutr Res Rev 2011;24:198-205.
- Boersma ER, Lanting Cl. Environmental exposure to polychlorinated biphenyls (PCB's) and dioxins. In : Koletzko B, Michaelsen KF, Hernell O (editors). Short and long term effects of breastfeeding on child health. Advances in Experimental Medicine and Biology: Springer 2002;478:271-87.
- Briend A, Legrand P, Boquet A, Girardet JP, Bresson JL, Chouraqui JP et al. Lipid intake in children under 3 years of age in France. A position paper by the Committee on Nutrition of the French Society of Paediatrics. Arch Pédiatr 2014;21:424-38.
- Campbell-Brown M, Ward RJ, Haines AP, North WR, Abraham R, McFadyen IR et al. Zinc and copper in Asian pregnancies - Is there evidence for a nutritional deficiency? Br J Obstet Gynaecol 1985;92:875-85.

- Cheng PJ, Chu DC, Chueh HY, See LC, Chang HC, Weng DR et al. Elevated maternal serum free beta-human chorionic gonadotrophin levels in vegetarian pregnancies that cause increased false-positive Down syndrome screening results. *Am J Obstet Gynecol* 2004;190:442-7.
- Craig WJ, Mangels AR. Position of the American Dietetic Association: Vegetarian Diets. *J Am Diet Ass* 2009;109:1266-82.
- CSS - Conseil supérieur de la santé. L'arsenic et autres éléments présents dans les algues et les compléments alimentaires à base d'algues. Bruxelles: CSS; 2015. Avis n° 9149.
- CSS - Conseil supérieur de la santé. Recommandations nutritionnelles pour la Belgique - 2016. Bruxelles: CSS; 2016. Avis n° 9285.
- CSS – Conseil supérieur de la santé. Recommandation en acide folique pour les femmes en désir et en début de grossesse. Bruxelles: CSS; 2019. Avis n° 9515.
- Doréa JG. Neurodevelopmental outcomes and maternal methylmercury exposure: Breastfeeding is part of the solution not the problem. *Reg Toxicol Pharmacol* 2008;52:195-6.
- Drake R, Reddy S, Davies J. Nutrient intake during pregnancy and pregnancy outcome of lacto-ovo-vegetarians, fish-eaters and non-vegetarians. *Veg Nutr* 1998;2:45-52.
- Dubois L, Diasparra M, Bédard B, Colapinto CK, Fontaine-Bisson B, Morisset AS et al. Adequacy of nutritional intake from food and supplements in a cohort of pregnant women in Québec, Canada: the 3D Cohort Study (Design, Develop, Discover). *Am J Clin Nutr* 2017;106:541-8.
- EFSA – European Food Safety Authority. Scientific Opinion on nutrient requirements and dietary intakes of infants and young children in the European Union. *EFSA Journal* 2013; 11;3408.
- Ellis R, Kelsay JL, Reynolds RD, Morris ER, Moser PB, Frazier CW. Phytate: zinc and phytate X calcium; zinc millimolar ratios in self-selected diets of Americans, Asian Indians and Nepalese. *J Am Diet Assoc* 1987;87:1043-7.
- Fidler N, Sauerwald T, Pohl A, Demmelmair H, Koletzko B. Docohexaenoic acid transfer into human milk after dietary supplementation: a randomized clinical trial. *J Lipid Res* 2000; 41:1376-83.
- Fisher AL, Nemeth E. Iron homeostasis during pregnancy. *Am J Clin Nutr* 2017;106: 1567S-74S.
- Foster M & Samman S. Vegetarian diets across the lifecycle: impact on zinc intake and status. *Adv Food Nutr Rev* 2015; 74:93-131.
- Ganpule A, Yajnik CS, Fall CH, Rao S, Fisher DJ, Kanade A. et al. Bone mass in Indian children - Relationships to maternal nutritional status and diet during pregnancy: The Pune Maternal Nutrition Study. *J Clin Endocrinol Metab* 2006;91:2994-3001.
- Gibson RA, Neumann MA, Lien EL, Boyd KA, Tu WC. Docohexaenoic acid synthesis from alpha-linolenic acid is inhibited by diets high in polyunsaturated fatty acids. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 2013;88:139-46.
- Gilbert-Diamond D, Cottingham KL, Gruber JF, Punshon T, Sayarath V, Gandolfi AJ et al. Rice consumption contributes to arsenic exposure in US women. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2011;108:20656-60.

- Heifitz RM, Taylor SS. Mother's milk or mother's poison? Pesticides in breast milk. *J Pes Reform* 1989;9:15-17.
- Horvath A, Koletzko B, Szajewska H. Effect of supplementation of women in high-risk pregnancies with long-chain polyunsaturated fatty acids on pregnancy outcomes and growth measures at birth: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Br J Nutr* 2007;98:253-9.
- Huisman M, Koopman-Esseboom C, Lanting CI, van der Paauw CG, Tuinstra LG, Fidler V et al. Neurological condition in 18-month-old children perinatally exposed to polychlorinated biphenyls and dioxins. *Early Hum Dev* 1995;43:165-76.
- Jacobson JL, Jacobson SW. Intellectual impairment in children exposed to polychlorinated biphenyls in utero. *N Engl J Med* 1996;335:783-9.
- Lefebvre C & Nicolas C. Les végétarismes chez l'enfant, l'adolescent, la femme enceinte et allaitante. EME éditions 2021. Médecine au quotidien. 172p.
- King JC, Stein T, Doyle M. Effect of vegetarianism on the zinc status of pregnant womans. *Am J Clin Nutr* 1981;34:1049-55.
- Koebnick C, Heins UA, Hoffmann I, Dagnelie PC, Leitzmann C. Folate status during pregnancy in women is improved by long-term high vegetable intake compared with the average western diet. *J Nutr* 2001;131:733-9.
- Koebnick C, Hoffmann I, Dagnelie PC, Heins UA, Wickramasinghe SN, Ratnayaka ID et al. Long-term ovo-lacto vegetarian diet impairs vitamin B12 status in pregnant women. *J Nutr* 2004;134:3319-26.
- Koebnick C, Leitzmann R, Garcia AL, Heins UA, Heuer T, Golf S et al. Long-term effect of a plant-based diet on magnesium status during pregnancy. *Eur J Clin Nutr* 2005;59:219-25.
- Koletzko B, Lien E, Agostini C, Böhles H, Campoy C, Cetin I et al. The roles of long-chain polyunsaturated fatty acids in pregnancy, lactation and infancy: review of current knowledge and consensus recommendations. *J Perinat Med* 2008;36:5-14.
- Lakind JS, Berlin CM, Park CN. Methodology for characterizing distributions of incremental body burdens of 2,3,7,8-TCDD and DDE from breast milk in North American nursing infants. *J Toxicol Environ Health* 2000;A 59:605-39.
- Luo D, Puv Y, Tian H, Wu W, Sun X, Zhou T et al. Association of in utero exposure to organochlorine pesticides with thyroid hormone levels in cord blood of newborns. *Environ Pollut* 2017;231:78-86.
- Melina V, Craig W, Levin S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: vegetarian diets. *J Acad Nutr Diet* 2016;116:1970-80.
- Milton AH, Hussain, S, Akter S, Rahman M, Mouly TA, Mitchell K. A Review of the Effects of Chronic Arsenic Exposure on Adverse Pregnancy Outcomes. *Int J Environ Res Public Health*, 2017;14:556.
- Morley R. Fetal origins of adult disease. *Semin Fetal Neonatal Med* 2006;11:73-8.
- North K, Golding J. A maternal vegetarian diet in pregnancy is associated with hypospadias. The ALSPAC Study Team. *Avon Longitudinal Study of Pregnancy and Childhood. BJU Int* 2000;85:107-13.
- Patandin S, Lanting CI, Mulder PG, Boersma ER, Sauer PJ Weisglas-Kuperus N. Effects of environmental exposure to polychlorinated biphenyls and dioxins on cognitive

- abilities in Dutch children at 42 months of age. *J Pediatr* 1999;134:33-41.
- Pawlak R. To vegan or not to vegan when pregnant, lactating or feeding young children. *Eur J Clin Nutr* 2017;71:1259-62.
 - Piccoli GB, Clari R, Vigotti FN, Leone F, Attini R, Cabiddu G et al. Vegan-vegetarian diets in pregnancy: danger or panacea? A systematic narrative review. *BJOG* 2015;122:623-33.
 - Przyrembel H, Heinrich-Hirsch B, Vieth B. Exposition to and health effects of residues in human milk. *Adv Exp Med Biol* 2000;478:307-25.
 - Rebelo FM, Caldas ED. Arsenic, lead, mercury and cadmium: Toxicity, levels in breast milk and the risks for breastfed infants. *Environ res* 2016;151:671-88.
 - Roodstaart S, Sanders TA, Obeid O. The influence of maternal vegetarian diet on essential fatty acid status of the newborn. *Eur J Clin Nutr* 1994;48:358-68.
 - Ribas-Fito N, Cardo E, Sala M, Eulàlia de Muga M, Mazon C, Verdu A et al. Breastfeeding, exposure to organochlorine compounds and neurodevelopment in infants. *Pediatrics* 2003;111: e580-5.
 - Richter M, Boeing H, Grünewald-Funk D, Hesecker H, Kroke A, Leschik-Bonnet E et al. Vegan Diet. Position of the German Nutrition Society (DGE). *Ernaehrungs Umschau international* 2016;63:92-102.
 - Simmons R. Epigenetics and maternal nutrition: Nature vs nurture. *Proc Nutr Soc* 2011; 70:73-81.
 - Van Audenhaege M, Héraud F, Menard, C, Bouyrie J, Morois S, Calamassi-Tran G et al. Impact of food consumption habits on the pesticide dietary intake: comparison between a French vegetarian and the general population. *Food Addit Contam* 2009;26:1372-88.
 - Van Winckel M, Vande Velde S, De Bruyne R, Van Biervliet S. Clinical Practice: Vegetarian Infant and Child Nutrition. *Eur J Pediatr* 2011;170:1489-94.
 - Ward RJ, Abraham R, McFadyen IR, Haines AD, North WR, Patel M et al. Assessment of trace metal intake and status in a Gujarati pregnant Asian population and their influence on the outcome of pregnancy. *Br J Obstet Gynaecol* 1988;95:676-82.
 - Weisglas-Kuperus N, Patandin S, Berbers GA, Sas TC, Mulder PG, Sauer PJ et al. Immunologic effects of background exposure to polychlorinated biphenyls and dioxins in dutch preschool children. *Environ Health Perspect* 2000;108:1203-7.
 - WHO – World Health Organization. Iodine deficiency in Europe: a continuing public health problem. WHO, 2007.
 - Zhang C, Liu S, Solomon CG, Hu FB. Dietary intake, dietary glycemic load, and the risk for gestational diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2006;29:2223-30.

2. LES NOURRISSONS ET LES ENFANTS EN BAS AGE NON ALLAITES (0-3 ANS)

Glossaire :

- Nourrissons : « Les enfants âgés de moins de douze mois. » (UE, 2006)
- Enfants en bas âge : « Les enfants âgés de un à trois ans. » (UE, 2006)
- Préparations pour nourrisson : « Les denrées alimentaires destinées à l'alimentation particulière des nourrissons pendant les premiers mois de leur vie et répondant à elles seules aux besoins nutritionnels de ces nourrissons jusqu'à l'introduction d'une alimentation complémentaire appropriée.» (UE, 2006)
 - o Laits pour nourrisson : « Préparations pour nourrisson élaborées entièrement à partir de protéines de lait de vache ou de protéines de lait de chèvre » (UE, 2006 ; UE, 2013).
- Préparations de suite : « Les denrées alimentaires destinées à l'alimentation particulière des nourrissons lorsqu'une alimentation complémentaire appropriée est introduite et constituant le principal élément liquide d'une alimentation progressivement diversifiée de ces nourrissons. » (UE, 2006)
 - o Laits de suite : « Préparations de suite élaborées entièrement à partir de protéines de lait de vache ou de protéines de lait de chèvre. » (UE, 2006 ; UE, 2013).
- Préparations pour enfants en bas âge : « Préparations destinées aux enfants en bas âge élaborées à partir de protéines de lait de vache, de lait de chèvre ou de soja. » (UE, 2016a)

2.1 Introduction¹⁴

Durant les premières années de vie, le rôle de l'alimentation est déterminant pour une croissance harmonieuse et un développement optimal de l'enfant. En un an, son poids et sa taille vont évoluer pour atteindre respectivement 300 et 150 % des valeurs à la naissance. Une alimentation adaptée, variée et de qualité, ainsi que des habitudes alimentaires saines permettent d'éviter des carences dont les premiers symptômes cliniques peuvent n'apparaître que tardivement.

Durant la première année de vie d'un nourrisson, son profil alimentaire varie fortement : en l'espace de 12 mois, il passe d'une alimentation exclusivement lactée à une alimentation solide à part entière. L'alimentation d'un jeune enfant est souvent le reflet de ce que mangent les parents, qu'il s'agisse de la composition des repas, de leur méthode de préparation ou même des préférences et habitudes de la maisonnée.

Peu de données sont disponibles à ce sujet, mais il est vraisemblable que le nombre de nourrissons et d'enfants suivant un régime végétarien ou végétal est en augmentation régulière en Europe occidentale. Des études menées chez les adultes ont démontré que l'alimentation

¹⁴ Sources : Bruins et al, 2018 ; Comerford et al, 2016 ; De Ronne, 2017 ; Domellöf et al, 2014a ; Domellöf et al, 2014b ; Fewtrell et al, 2017 ; Fleddermann et al, 2014 ; Kaganov et al, 2015 ; Koletzko et al, 2017 ; Patro-Golab et al, 2016 ; Pawlowska et al, 2015 ; Prell et al, 2016 ; Qasem et al, 2015 ; Redsell, 2016 ; Kocaoglu et al, 2014 ; Allès, 2017 ; Dinu et al, 2017 ; Schürmann et al, 2017 ; Melina et al, 2016 ; Richter et al, 2016.

végétarienne présente certains bienfaits pour la santé : diminution du risque d'obésité, de maladies cardiovasculaires et de diabète (Melina et al, 2016). Cependant, le caractère restrictif de ces choix alimentaires, en particulier dans le cadre d'un régime végétan, expose au risque de carence en micro- et macronutriments.

Plusieurs cas d'enfants hospitalisés avec des carences nutritionnelles graves (vitamines, fer, calcium, iode) ont été signalés suite à une alimentation végétarienne exclusive ou végane partielle omettant les complémentations indispensables (Kocaoglu et al, 2014 , Aguirre et al, 2019 ; Kahne et al, 2019 ; Yeliosof et al, 2019).

Les études effectuées sur une population composée de jeunes enfants et portant sur les bénéfices et les risques sanitaires d'une alimentation végétarienne sont peu nombreuses. La plupart des études montrent que les nourrissons, les enfants et les adolescents suivant une alimentation végétarienne ont une croissance comparable (ou légèrement plus lente) à celle des sujets omnivores. Une différence plus marquée apparaît chez les enfants végétans, bien que cette différence ne soit pas statistiquement significative (Weder et al, 2019).

Une prise de poids moindre a conduit certains à suggérer que le régime végétarien pourrait avoir une place dans la stratégie de prévention contre l'obésité (Allès, 2017), bien que le mécanisme sous-jacent à cet effet reste sujet à débat. Les denrées alimentaires consommées comprennent beaucoup de légumes, de fruits, de fibres et d'eau, ce qui réduit la densité énergétique du régime consommé. Un poids corporel inférieur pourrait aussi être la conséquence d'un biais de sélection. Les sujets étudiés appartenaient à une classe économique supérieure à la moyenne de la population (Allès, 2017), un élément dont il est prouvé qu'il peut influencer les résultats dans le domaine du surpoids.

Une revue systématique (Schürmann et al, 2017) a analysé toutes les études disponibles traitant de l'alimentation végétarienne des nourrissons, enfants et adolescents afin de clarifier les risques et les avantages de ce régime en matière de nutrition et de santé. Seules les études réalisées en Europe, Amérique du Nord, Australie et Nouvelle-Zélande ont été incluses en raison de la comparabilité des données : statut socio-économique, mode de vie et produits alimentaires disponibles. L'analyse ciblait les apports nutritionnels, le statut nutritionnel et la santé des nourrissons, enfants (et adolescents). Il en ressort ceci :

- Les données disponibles ne permettent pas d'identifier d'avantages ni de risques particuliers liés aux régimes végétariens appliqués actuellement durant la période d'âge pédiatrique et encore moins d'en tirer de quelque conclusion sur leurs effets à long terme (à l'âge adulte, voire lors de la sénescence).
- Bien que des déficits nutritionnels touchent plus les enfants de moins de quatre ans que les enfants plus âgés, les limites des études ne permettent pas de tirer de conclusions pertinentes.
- La plupart des études (portant souvent sur des durées courtes ou moyennes) ne signalent pas de conséquences sanitaires négatives du végétarisme mais plutôt des avantages par rapport à une alimentation omnivore : un bilan lipidique meilleur, apport en antioxydants plus élevé, apport en fibres plus élevé et diminution du risque de

surpoids. Ces études attirent toutefois l'attention sur le risque de déficits nutritionnels ciblés.

L'auteur d'une autre revue systématique de la littérature (Cofnas, 2019) estime que les quelques études valables publiées sur le sujet ne permettent pas de se prononcer sur les avantages et les risques évoqués pour ces populations (0 - 18 ans).

Les études portant sur l'alimentation végétane chez les enfants sont rares, et n'examinent pas les bio-marqueurs. Lorsque des parents décident d'un régime végétan pour leur nourrisson, la supervision régulière d'un médecin et d'un diététicien est indispensable. Durant la grossesse et l'allaitement, les mères véganes doivent s'efforcer d'équilibrer leur alimentation et la compléter en consommant des aliments enrichis et les compléments requis (voir le chapitre V.1. Femme enceinte et allaitante). Une complémentation en vitamines B12, D et en fer sera administrée aux nourrissons. Les apports en protéines, calcium, zinc, acide folique, acides gras oméga-3 (principalement le DHA), des aliments proposés doivent bien être vérifiés et suivis. L'alimentation devra apporter la quantité d'énergie qui permette à l'enfant de suivre une courbe de croissance adaptée.

Les groupes d'experts internationaux en nutrition n'ont pas pu trouver de consensus concernant les régimes végétarien et végétan chez les jeunes enfants (Schürmann et al, 2017). Par contre, plusieurs sociétés savantes ont émis des avis qui ne concordent pas toujours sur tous les points. L'*American Academy of Pediatrics* (AAP) et l'*Academy of Nutrition and Dietetics* (AND) (Melina et al, 2016) conseillent des régimes végétarien et végétan élaborés et contrôlés : ces deux instances estiment qu'ils doivent être nutritionnellement adaptés à chaque catégorie d'âge, soit convenir aux nourrissons, enfants et adolescents. L'Association allemande pour la nutrition (*Deutsche Gesellschaft für Ernährung*) déconseille le végétanisme pour les nourrissons, enfants et adolescents, en raison du risque élevé de carences nutritionnelles (Richter et al, 2016). Petit et al. proposent des mesures particulières de surveillance diététique et biologique ainsi qu'un accompagnement pédiatrique (Petit et al, 2019). Le Groupe Francophone d'Hépatologie-Gastroentérologie et Nutrition Pédiatriques (GFHGNP) estime que les déficiences nutritionnelles causées par une alimentation végétane sont particulièrement graves pour les enfants et recommande un suivi par des professionnels de la santé compétents (Lemale et al, 2019).

En raison de leur croissance et de leur développement, les nourrissons et les jeunes enfants ont des besoins énergétiques et nutritionnels proportionnellement plus élevés pour leur poids corporel que les adultes. Ces groupes sont par conséquent plus vulnérables aux déficits nutritionnels. Les nutriments qui nécessitent une attention particulière dans ce contexte sont aussi ceux qu'il convient de surveiller chez les végétariens, à savoir certains acides aminés essentiels, fer, calcium, vitamine D, vitamine B12, iode et certains acides gras oméga-3 (Schürmann, 2017). C'est non seulement la composition des aliments qu'il importe de vérifier, mais également la biodisponibilité de leurs nutriments (voir également le chapitre III de cet avis).

Plus une alimentation est restrictive, plus le risque de carence est élevé et il en va de même pour les répercussions délétères qui en découlent.

Il est important que les parents comprennent et sachent les conséquences parfois graves lorsque les conseils de supplémentation ne sont pas suivis (Fewtrell et al, 2017).

2.2 Les macronutriments à risque de carence

2.2.1. Protéines

Chez les nourrissons non allaités, les apports protéiques journaliers recommandés (AJR) sont en principe assurés si les apports énergétiques sont suffisants (Reed Mangels et al, 2011 ; Craig et al, 2009 ; AND, 2015 ; Messina & Reed Mangels, 2001), et qu'un substitut du lait maternel adapté est donné en suffisance (Van Winckel et al, 2011). Pour les enfants en bas âge, qui consomment moins de substitut maternel, il est conseillé d'améliorer la qualité de l'apport protéique en associant au sein du même repas des légumineuses et des céréales (voir le chapitre III.1. Protéines) (Reed Mangels et al, 2011 ; Messina & Reed Mangels, 2001 ; Amit, 2010).

2.2.2. Acides gras poly-insaturés à longues chaînes de type oméga-3 : EPA et DHA

La synthèse endogène de ces acides gras semi-essentiels est faible (CSS, 2004) et des apports alimentaires sont conseillés. Ces apports contribuent au développement neurologique du nourrisson et facilitent l'acquisition rapide de l'acuité visuelle (CSS, 2004). Depuis février 2020, les préparations pour nourrissons et de suite doivent contenir du DHA conformément au Règlement européen 2016/127. Ce délai est prolongé d'un an pour les préparations à base d'hydrolysats de protéines (UE, 2016b). Des substituts du lait maternel enrichis en acides gras polyinsaturés à longue chaîne de type oméga-3 sont donc d'ores et déjà systématiquement recommandés chez le nourrisson et l'enfant en bas âge non allaités. L'ajout d'huile de colza ou de noix par exemple dans le repas de légumes apporte le LNA à partir duquel l'organisme pourra synthétiser du EPA. En revanche, les algues sont déconseillées aux enfants (voir le chapitre IV-B. 5.2).

2.3 Les minéraux, oligo-éléments et vitamines à risque de carence

2.3.1. Calcium

Les modalités de végétarisme incluant le lait, permettent d'assurer les AJR en calcium, soit via le lait maternel, les laits pour nourrissons, les laits de suite, les préparations pour enfant en bas âge ou encore les produits laitiers (Guéguen, 2014 ; Guéguen, 2005).

Les ovo-végétariens et les végétariens, par contre, peuvent être carencés en calcium (Craig et al, 2009 ; AND, 2015 ; Amit, 2010). Les nourrissons et enfants en bas âge non allaités devront recevoir des préparations adaptées à base de protéines hydrolysées de riz.

Une supplémentation ou la consommation d'aliments végétaux sources de calcium s'avère parfois nécessaire (voir le chapitre III.4. Vitamine D et calcium) (Craig et al, 2009 ; Amit, 2010 ; Waldmann et al, 2003). Il est important de souligner que les eaux calciques en bouteille (contenant min 150 mg de calcium/litre) (Royaume de Belgique, 1999 ; UE, 2009) sont à éviter chez les nourrissons parce qu'elles ne respectent pas les limites réglementaires maximales en calcium et en résidus secs, établies pour les « eaux destinées à la préparation des aliments pour nourrissons » (CSS, 2015). Il est souhaitable de respecter cette éviction jusqu'à l'âge de deux ans au moins.

2.3.2. Fer

La réserve martiale du nourrisson né à terme permet une circulation et une distribution du fer stocké durant les 3 à 5 premiers mois de vie (CSS, 2016). Au-delà de cet âge et à défaut d'allaitement maternel, les préparations pour nourrissons et les préparations de suite (définies par la législation européenne et notamment enrichies en fer) contribueront à compléter les besoins en fer jusqu'à 1 an (UE, 2016a) (voir aussi chapitre III.6. Minéraux et oligo-éléments). Par la suite, ce rôle est assuré par des préparations pour enfants en bas âge (1 - 3 ans).

La couverture des besoins en fer semble possible en cas d'ovo-végétarisme ou de véganisme, mais des données réellement convaincantes manquent chez les enfants (Reed Mangels et al, 2011 ; AND, 2015). Pour les nourrissons et enfants en bas âge non allaités, ovo-végétariens ou végétariens, il est conseillé de proposer une préparation adaptée à base de protéines hydrolysées de riz.

2.3.3. Zinc

Les jeunes enfants constituent déjà en soi le groupe le plus à risque de carence en zinc. Le végétarisme augmente encore ce risque (Melina et al, 2016) ; il convient donc de rester attentif. Une carence en zinc chez l'enfant engendre un retard de croissance staturo-pondéral (AFSSA, 2000) et peut affecter les défenses immunitaires.

A défaut d'allaitement maternel ou en complément, il convient de privilégier un substitut adapté aux nourrissons et enfants en bas âge.

2.3.4. Iode

La thyroïde des nouveau-nés et des nourrissons est plus sensible à la carence en iode en raison de sa teneur très faiblement iodée. Une carence profonde en iode durant la vie intra-utérine et/ou le premier trimestre de vie peut engendrer des problèmes graves du développement cérébral (AFSSA, 2000).

Afin d'éviter une hypothyroïdie consécutive à une carence en iode, il est essentiel de proposer un substitut du lait maternel adapté aux nourrissons et enfants en bas âge, en cas d'absence d'allaitement maternel ou en complément de celui-ci (Yeliosof et al, 2018). Les algues sont parfois utilisées dans l'alimentation végétarienne comme source notamment d'iode mais les algues sont déconseillées chez les enfants (voir chapitre IV-B 5.2 Les métaux lourds).

2.3.5. Vitamine D

Un complément alimentaire en vitamine D est requis chez tous les nourrissons, dès la naissance, et chez les enfants en bas âge (voir le chapitre III.4. Vitamine D et calcium). Cet apport est donc nécessaire, quel que soit le type mode alimentaire suivi (omnivore ou végétarisme) (CSS, 2016).

A défaut d'allaitement maternel ou en complément de celui-ci, une préparation pour nourrisson, une préparation de suite ou une préparation pour enfant en bas âge sera retenue. Pour les végétariens, seules des préparations adaptées aux nourrissons à base de protéines hydrolysées de riz pourront convenir. Il en est de même pour les préparations adaptées à base de protéines de soja, du moins en théorie car les préparations pour nourrissons et de suite au soja ne sont plus commercialisées en Belgique et dès lors difficilement disponibles. Ceci, contrairement aux préparations pour enfants en bas âge au soja qui sont toujours en vente sur le marché belge et destinées seulement aux enfants âgés de plus de 12 mois.

2.3.6. Vitamine B12

Une revue de la littérature réalisée en 2014 a mis en évidence une prévalence importante (45 % d'entre eux) de nourrissons végétariens présentant un déficit biologique en vitamine B12 (Pawlak et al, 2014). Ce pourcentage était moindre et variable chez les enfants végétariens (voir les conclusions de cette étude dans le chapitre III.5. Vitamine B12).

Une carence en vitamine B12 peut causer des dommages neurologiques dont les séquelles sont souvent irréversibles (CSS, 2016). Il est fondamental d'évaluer les apports vitaminiques B12 des aliments enrichis (notamment les substituts adaptés du lait maternel chez le nourrisson et enfant en bas âge non allaités) et envisager, selon la nécessité, d'une supplémentation (Reed Mangels et al, 2011 ; AND, 2015 ; Waldmann et al, 2003 ; Tucker, 2014).

2.4 Risques d'apports excessifs

2.4.1. Fibres alimentaires

Les enfants végétariens/végan consomment plus de fibres alimentaires que les enfants omnivores (Schürmann et al, 2017). Les AJR en fibres alimentaires sont d'ailleurs souvent dépassés chez les enfants végétariens, ce qui peut entraver l'absorption de certains minéraux (Messina & Reed Mangels, 2001 ; Amit, 2010). Il faut veiller à des apports mesurés et adapter les conseils diététiques en fonction des habitudes alimentaires de l'enfant.

2.5 Conclusions et recommandations pratiques

En pratique :

Durant les premiers mois de vie, le nourrisson ne consomme **que du lait maternel ou un substitut de lait maternel** (Fewtrell et al, 2017 ; WHO, 2018 ; ONE, 2009). Ensuite, en cours de diversification alimentaire, le lait reste l'aliment de base et ce durant toute la première année de vie (Fewtrell et al, 2017 ; ONE, 2009 ; Alaoui & Claes, 2012 ; K&G). Le choix du lait revêt donc une importance capitale pour la santé du nourrisson.

Le lait maternel est l'aliment idéal qui permet aux nourrissons et aux enfants en bas âge de grandir et de se développer harmonieusement (WHO, 2018 ; ONE, 2009 ; Beaudry et al, 2006). Les laits de mères végétariennes et surtout véganes sont moins riches en certains nutriments importants (voir le chapitre V.1. Femme enceinte et allaitante).

Une complémentation en vitamines B12, D et en fer devra être administrée aux nourrissons allaités par une mère végane. En outre, les apports en zinc, acide folique, acides gras oméga-3 (principalement les DHA), protéines et calcium devront s'avérer suffisants, voire complétés, tout comme la densité énergétique des aliments proposés, si la nécessité en est établie.

A défaut d'allaitement maternel ou en complément de celui-ci, il est essentiel pour la santé du nourrisson de lui fournir un substitut adapté à ses besoins (Fewtrell et al, 2017 ; ANSES, 2016 ; ONE, 2009 ; Robert et al, 2007). Il s'agit des préparations pour nourrissons, de la naissance à l'âge de 6 mois, et des préparations de suite, de 6 mois jusqu'à l'âge de 12 – 18 mois (ONE, 2009 ; K&G).

Si le choix de préparations pour nourrissons et préparations de suite à base de protéines de lait de vache ou de chèvre (UE, 2006 ; UE, 2013 ; UE, 2016b) n'est pas envisageable par les ovo-végétariens et végans, il convient d'utiliser une préparation adaptée aux nourrissons à base de protéines hydrolysées de riz. Ces préparations sont actuellement considérées comme des « denrées alimentaires destinées à des fins médicales spéciales » et dès lors assorties d'un suivi médical.

Il est capital de se diriger vers les préparations qui répondent aux exigences législatives en matière notamment de composition nutritionnelle¹⁵ (UE, 2006 ; UE, 2013 ; UE 2013b ; UE, 2016b, UE, 2016c) et de teneur limite en arsenic inorganique pour les produits à base de riz¹⁶ (Fewtrell et al, 2017 ; UE, 2015). Elles pourront être données jusqu'à l'âge de 3 ans, voire plus, en quantités adaptées aux besoins spécifiques de chaque enfant. Il est à noter que des incertitudes persistent sur leurs effets à long terme en matière de croissance du nourrisson et de l'enfant en bas âge pour ces formules à base de protéines hydrolysées de riz (Chouraqui, 2015).

¹⁵ Les denrées alimentaires destinées à des fins médicales spéciales doivent être notifiées ; les produits notifiés peuvent être consultés sur le site internet du SPF Santé publique : <https://www.health.belgium.be/fr/alimentation/aliments-specifiques/aliments-pour-des-groupes-specifiques/denrees-alimentaires>.

¹⁶ Le contrôle de la teneur en arsenic est assuré par l'AFSCA et fait bien sûr aussi partie de l'autocontrôle des entreprises.

Les préparations pour nourrissons et de suite à base de protéines de soja ne sont actuellement plus vendues, contrairement aux boissons pour enfants en bas âge à base de protéines de soja. Il faut en outre attirer l'attention sur le fait que ces boissons sont une source d'isoflavones (voir le chapitre IV-B. 2.2. Les perturbateurs endocriniens).

Le lactose est absent de tous ces substituts de lait maternel d'origine végétale. Pourtant, ce glucide fournit le galactose indispensable à la constitution des cérébrosides, favorise le développement d'un microbiote bifidogène et augmente l'absorption du calcium (Robert et al, 2007).

En raison de cet état de fait, le véganisme ne peut être conseillé comme mode alimentaire pour un nourrisson non allaité. Quand bien même des parents décideraient de s'en tenir à ce choix, l'alimentation de l'enfant devrait être discutée avec un professionnel de la santé averti.

Il existe sur le marché belge et européen des boissons végétales (destinées à la population générale, donc non spécifiques aux besoins des enfants en bas âge) dont la composition n'adhère pas à la législation destinée aux préparations pour nourrisson et de suite. Ces produits sont constitués de divers végétaux (riz, soja, avoine, amande, châtaigne, etc.). La plupart d'entre eux sont disponibles en magasins diététiques et/ou sur internet. En regard des besoins spécifiques d'un nourrisson et d'un enfant en bas âge et des volumes alimentaires qu'ils sont capables de consommer, ces boissons végétales sont trop pauvres en énergie, lipides, acides aminés essentiels, fer, vitamine B12, vitamine D et iode. La plupart sont également dépourvues de calcium (Robert et al, 2007). Un remplacement total ou même partiel du lait maternel par ces produits peut conduire le nourrisson en malnutrition, parfois sévère. Les conséquences peuvent être graves, parfois irréversibles touchant la croissance et le développement psychomoteur, voire menant au décès (Fewtrell et al, 2017 ; ANSES, 2016 ; ONE, 2009 ; Robert et al, 2007). Ces boissons végétales n'ont pas leur place dans l'alimentation du nourrisson et de l'enfant en bas âge.

En avançant en âge, la motricité bucco-faciale de l'enfant progresse et sa physiologie évolue ce qui se traduit par des changements des besoins énergétiques et nutritionnels. Le lait maternel ou les préparations pour nourrissons seules ne conviennent plus et les nourrissons passent à une alimentation complémentaire non liquide (légumes, fruits, céréales) (Fewtrell et al, 2017 ; K&G).

L'alimentation complémentaire est recommandée dès (4 -) 6 mois (Fewtrell et al, 2017). Elle permet notamment d'optimiser l'équilibre des apports en ciblant des aliments solides choisis pour leur complémentarité nutritionnelle. Dans cet esprit, il convient de tenir compte de la densité énergétique des repas et de veiller à des apports suffisants en acides gras libres, vitamines, minéraux, iode, fer et zinc. Le maintien d'une quantité suffisante de substitut de lait maternel permet de combler la plupart des AJR en macro et micronutriments du nourrisson et enfant en bas âge. Le volume de substitut sera adapté individuellement.

Pour atteindre l'apport énergétique nécessaire dans un volume acceptable pour un nourrisson, les lipides doivent représenter environ 50 % des calories fournies. L'introduction d'aliments

solides (fruits, légumes, céréales) s'accompagne d'un risque d'une diminution critique de l'apport quantitatif mais aussi qualitatif en lipides. Dans les choix alimentaires, il convient d'opter pour des végétaux dont les teneurs en matières grasses et en énergie sont élevées comme l'avocat. On peut aussi ajouter des matières grasses crues d'origines diverses dans le repas de légumes (ex. : huile de colza, noix). Il convient d'être aussi vigilant à l'apport d'énergie chez les enfants en bas âge quand leur activité physique augmente (marche, jeux, etc.) (ONE, 2009 ; Alaoui & Claes, 2012 ; Comerford et al, 2016).

L'introduction de nouvelles textures alimentaires devra tenir compte de l'évolution de la motricité bucco-faciale. Afin d'éviter le risque de fausse route et d'étouffement, la transition alimentaire doit être progressive : passage d'une alimentation en purée lisse (de 4 à 6 mois : donner puis prendre à la cuillère et avaler) à une alimentation écrasée (de 6 à 8 mois : prendre seul à la cuillère, mâcher et avaler) pour aller ensuite vers une alimentation contenant des morceaux mous (à partir de 8 - 10 mois : mâcher et avaler) (Fewtrell et al, 2017 ; De Ronne, 2017). Lors de l'introduction de fruits oléagineux (noix, noisette, amande, etc.) la texture sous forme de poudre ou de pâte est à privilégier chez le nourrisson et l'enfant en bas âge.

Durant sa deuxième année de vie, le jeune enfant passe d'une alimentation principalement lactée et de petits compléments solides à une alimentation de transition composée pour deux tiers de lait (Fleddermann et al, 2014 ; Qasem et al, 2015 ; Comerford et al, 2016). Les proportions de céréales et de légumineuses du repas, proposées aux enfants en bas âge, sont à adapter individuellement.

Les alternatives végétales à la viande, vendues dans le commerce, ne sont pas nécessaires. Elles peuvent être proposées aux enfants en bas âge dans une optique de variété. Il est préférable de se diriger vers les substituts les plus « naturels » possible (ex. : éviter les produits panés) afin de limiter les apports en acides gras saturés et en sodium. Dans le même ordre d'idée, les préparations végétales faites maison sont à privilégier.

Conclusions :

Le lait maternel est l'aliment idéal qui permet aux nourrissons et aux enfants en bas âge de grandir et de se développer harmonieusement. A défaut d'allaitement maternel ou en complément de celui-ci, il est indispensable de proposer un substitut adapté aux besoins du nourrisson et à l'enfant en bas âge. Il permettra de répondre en grande partie aux AJR. Les substituts d'origine végétale présentent l'inconvénient d'être exempts de lactose. Des incertitudes subsistent pour les substituts à base d'hydrolysats de protéines de riz, notamment en raison de leur teneur possible en arsenic.

Le risque de carence en cas de végétarisme augmente lorsque la consommation du substitut approprié de lait maternel diminue. Ce risque est, encore plus grand lorsque l'alimentation est exclusivement composée de végétaux (véganisme).

Pour cet ensemble de raisons, le CSS ne conseille pas le véganisme chez le nourrisson et l'enfant en bas âge. Dans tous les cas de figure de végétarisme, un suivi répété de l'état de

santé de l'enfant doit être assuré par un médecin averti (croissance staturo-pondérale, développement psychomoteur, biologie sanguine éventuelle, etc.) et une évaluation régulière des apports consommés effectué par un(e) diététicien(ne) agréé(e) et spécialisé(e) en pédiatrie. Il est en effet utile de ne pas prendre en considération un nutriment individuellement mais d'avoir une vision intégrée à l'ensemble de l'alimentation ; de le mettre donc en lien avec l'apport énergétique et de veiller à l'équilibre avec les autres nutriments.

2.6 Références

- AFSSA - Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. Apports nutritionnels conseillés pour la population française. 3^{ème} édition. France: Tec & Doc; 2000. p. 605.
- Aguirre JA, Donato ML, Buscio M, Ceballos V, Armeno M, Aizpurúa L et al. Serious neurological compromise due to vitamin B12 deficiency in infants of vegan and vegetarian mothers. Arch Argent Pediatr 2019;117:e420-e4.
- Alaoui A, Claes N. La diversification alimentaire en pratique chez le nourrisson sain. Percentile 2012;4:15-8.
- Allès B, Baudry J, Méjean C, Touvier M, Péneau S, Hercberg S et al. Comparison of Sociodemographic and Nutritional Characteristics between Self-Reported Vegetarians, Vegans, and Meat-Eaters from the NutriNet-Santé Study. Nutrients 2017;9:1023.
- Amit M. Vegetarian diet in children and adolescents. Paediatr Child Health 2010;15:303-14.
- ANSES - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Quel lait pour l'alimentation des moins d'un an ? ANSES, 2019. Available from : URL :<<https://www.anses.fr/fr/content/quels-laits-pour-l%E2%80%99alimentation-des-moins-d%E2%80%99un>>.
- Baudry M, Chiasson S, Lauzière J. Biologie de l'allaitement. Le sein. Le lait. Le geste. Presses de l' Université du Québec: Canada; 2006; 630 p.
- Bruins MJ, Bird JK, Aebischer CP, Eggersdorfer M. Considerations for Secondary Prevention of Nutritional Deficiencies in High-Risk Groups in High-Income Countries. Nutrients 2018;10: 47.
- Chouraqui JP. Les préparations infantiles à base de riz doivent-elles être préférées aux hydrolysats poussés de protéine de lait de vache en cas d'allergie ? Réalités Pédiatriques 2015;193.
- Cofnas N. Is vegetarianism healthy for children ? Critical Reviews in food science and nutrition 2019;59:2052-60.
- Comerford KB, Ayoob KT, Murray RD, Atkinson SA. The Role of Avocados in Complementary and Transitional Feeding. Nutrients 2016;8:316.
- Craig WJ, Mangels AR. Position of the American Dietetic Association: Vegetarian Diets. J Am Diet Assoc 2009;109:1266-82.
- CSS - Conseil supérieur de la santé. Recommandations et allégations concernant les acides gras Oméga-3. Bruxelles: CSS; 2004. Avis n° 7945.
- CSS - Conseil supérieur de la santé. Révision de certains critères (Ca, Mg, Se, Chlorures et sulfates) pour l'évaluation des demandes d'autorisation à l'usage de l'allégation «convient pour la préparation de l'alimentation des nourrissons » dans l'étiquetage des eaux minérales naturelles et des eaux de source. Bruxelles: CSS; 2015. Avis n° 8894.
- CSS - Conseil supérieur de la santé. Recommandations nutritionnelles pour la Belgique - 2016. Bruxelles: CSS; 2016. Avis n° 9285.
- De Ronne N. Adviezen m.b.t. introductieleeftijd vaste voeding (update 2016). Kind & Gezin 2017. Available from: URL:<<https://www.kindengezin.be/img/2017-advies-introductieleeftijd-vaste-voeding.pdf>>.

- Dinu M, Abbate R, Gensini GF, Casini A, Sofi F. Vegetarian, vegan diets and multiple health outcomes: A systematic review with meta-analysis of observational studies. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2017;57:3640-49.
- Domellöf M. Age of introduction of first complementary feeding for infants: a systematic review. *BMC Pediatr* 2015;15:107.
- Domellöf M, Braegger C, Campoy C, Colomb V, Decsi JT, Fewtrell M et al. Iron Requirements of Infants and Toddlers. *JPGN* 2014b;58:119-29.
- Fewtrell M, Bronsky J, Campoy C, Domellöf M, Embleton N, Fidler Mis N et al. Complementary Feeding: A Position Paper by the European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition (ESPGHAN) Committee on Nutrition. *JPGN* 2017;64:119-32.
- Fleddermann M, Demmelmair H, Grote V, Nikolic T, Trisic B, Koletzko B. Infant formula composition affects energetic efficiency for growth: The BeMIM study, a randomized controlled trial. *Clin Nutr* 2014;33:588-95.
- Guéguen L. Le calcium du lait : fonctions, intérêts, besoins, biodisponibilité. *Cahier Nutr Diet* 2005;40:5-11.
- Guéguen L. Assurer les apports calciques conseillés : est-ce possible sans produits laitiers ? *Cholé-Doc* 2014;139.
- K&G – Kind en Gezin. <https://www.kindengezin.be/voeding-en-beweging/>
- Kaganov B, Caroli M, Mazur A, Singhal A, Vania A. Suboptimal Micronutrient Intake among Children in Europe. *Nutrients* 2015;7:3524-3535.
- Kahne KR, Tay ET. Toddler's Paralysis: An Acute Case of Leg Stiffening in a Previously Healthy 2-Year-Old. *Pediatr Emerg Care* 2018;34:e106-e108.
- Kocaoglu C, Akin F, Çaksen H, Buğra Böke S, Arslan S, Aygün S. Cerebral Atrophy in a Vitamin B12-deficient Infant of a Vegetarian Mother. *J Health Popul Nutr* 2014;32:367-71.
- Koletzko B, Brands B, Grote V, Kirchberg F, Prell C, Rzehak P et al. for the Early Nutrition Programming Project. Long-Term Health Impact of Early Nutrition: The Power of Programming. *Ann Nutr Metab* 2017;70:16-69.
- Lefebvre C & Nicolas C. Les végétarismes chez l'enfant, l'adolescent, la femme enceinte et allaitante. EME éditions 2021. Médecine au quotidien. 172p.
- Lemale J, Mas E, Jung C, Belaiche M, Tounian P. Vegan diet in children and adolescents. Recommendations from the French-speaking Pediatric Hepatology, Gastroenterology and Nutrition Group. *Arch Pédiatr* 2019;26:442-50.
- Melina V, Craig W, Levin S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *J Acad Nutr Diet* 2016;116:1970-80.
- Messina V, Reed Mangels A. Considerations in planning vegan diets: children. *Journal of the American dietetic association* 2001;101:661-9.
- ONE - Office de la Naissance et de l'Enfance. *Enfant et Nutrition. Guide à l'usage des professionnels.* ONE 2009;160p.
- Patro-Gołąb, Zalewski M, Kolodziej M, Kouwenhoven S, Poston L, Godfrey K et al. Nutritional Interventions or Exposures in Infants and Children Aged up to Three Years and their Effects on Subsequent Risk of Overweight, Obesity, and Body Fat: a Systematic Review of Systematic Reviews. *Obes Rev* 2016;17:1245-57.

- Pawlak R, Lester S, Babatunde T. The prevalence of cobalamin deficiency among vegetarians assessed by serum vitamin B₁₂: a review of the literature. *Eur J Clin Nutr* 2014; 68:541-8.
- Pawłowska K, Wioleta Umlawska, Barbara Iwańczak. Prevalence of Lactose Malabsorption and Lactose Intolerance in Pediatric Patients with Selected Gastrointestinal Diseases. *Adv Clin Exp Med* 2015;24:863-71.
- Petit LM, Nydegger A, Müller P. Vegan diet in children : what potential deficits to monitor ? *Rev Med Suisse* 2019;15:373-5.
- Prell C, Koletzko B. Breastfeeding and Complementary Feeding Recommendations on Infant Nutrition. *Dtsch Arztebl Int* 2016;113:435-44.
- Qasem W, Fenton T, Friel J. Age of introduction of first complementary feeding for infants: a systematic review. *BMC Pediatrics* 2015;15:107.
- Redsell SA, Edmonds B, Swift JA, Siriwardena A, Weng S, Nathan D et al. Systematic review of randomised controlled trials of interventions that aim to reduce the risk, either directly or indirectly, of overweight and obesity in infancy and early childhood. *Matern Child Nutr* 2016;12:24-38.
- Reed Mangels A, Messina V, Messina M. *The Dietitian's Guide to Vegetarian Diets*. 3rd ed. Sudbury: Jones and Bartlett Learning; 2011. p 596.
- Richter M, Boeing H, Grünewald-Funk D, Hesecker H, Kroke A, Leschik-Bonnet E et al. Vegan Diet. Position of the German Nutrition Society (DGE). *Ernaehrungs Umschau international* 2016;63:92-102.
- Robert M, Thiébaud I, Mulier S. La place des laits alternatifs dans l'alimentation du nourrisson. *Alim Inter* 2007.
- Royaume de Belgique. Arrêté royal du 8 février 1999 concernant les eaux minérales et eaux de sources. *MB* du 23 avril 1999. p.13486.
- Schürmann S, Kersting M, Alexy U. Vegetarian diets in children: a systematic review. *Eur J Nutr* 2017;56:1797-1817.
- Tucker KL. Vegetarian diets and bone status. *Am J Clin Nutr* 2014;100:329S-35S.
- UE - Union européenne. Directive 2006/141/CE de la commission européenne du 22 décembre 2006 concernant les préparations pour nourrissons et les préparations de suite et modifiant la directive 1999/21/CE. *JO L* 401 du 30 décembre 2006, p. 1-33.
- UE - Union européenne. Directive 2009/54/CE du Parlement européen et du Conseil du 18 juin 2009 relative à l'exploitation et à la mise dans le commerce des eaux minérales naturelles. *JO L* 164 du 26 juin 2009, p. 45-58.
- UE - Union européenne. Directive 2013/46/UE de la commission européenne du 28 août 2013 modifiant la directive 2006/141/CE en ce qui concerne les exigences en matière de protéines pour les préparations pour nourrissons et les préparations de suite. *JO L* 230 du 29 août 2013, p.16-19.
- UE - Union européenne. Règlement (UE) n° 609/2013 du Parlement européen et du Conseil du 12 juin 2013 concernant les denrées alimentaires destinées aux nourrissons et aux enfants en bas âge, les denrées alimentaires destinées à des fins médicales spéciales et les substituts de la ration journalière totale pour contrôle du poids. *JO L* 181 du 29 juin 2013b, p. 35-56.

- UE - Union européenne. Règlement 2015/1006/UE de la commission du 25 juin 2015 modifiant le règlement (CE) no 1881/2006 en ce qui concerne les teneurs maximales en arsenic inorganique dans les denrées alimentaires. JO L 161 du 26 juin 2015, p. 14-16.
- UE - Union européenne. Rapport de la Commission au Parlement Européen et au Conseil sur les préparations pour enfants en bas âge. COM/2016/0169 final. 2016a
Available from: URL:<<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:52016DC0169>>.
- UE - Union européenne. Règlement délégué (UE) 2016/127 de la Commission du 25 septembre 2015 complétant le règlement (UE) n° 609/2013 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences spécifiques en matière de composition et d'information applicables aux préparations pour nourrissons et aux préparations de suite et les exigences portant sur les informations relatives à l'alimentation des nourrissons et des enfants en bas âge. JO L 25 du 2 février 2016b, p. 1-29.
- UE - Union européenne. Règlement délégué (UE) 2016/128 de la Commission du 25 septembre 2015 complétant le règlement (UE) n° 609/2013 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences spécifiques en matière de composition et d'information applicables aux denrées alimentaires destinées à des fins médicales spéciales. JO L 25 du 2 février 2016c, p. 30-43.
- Van Winckel M, Vande Velde S, De Bruyne R, Van Biervliet S. Clinical practice: vegetarian infant and child nutrition. Eur J Pediatr 2011;170:1489-94.
- Melina V, Craig W, Levin S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. J Acad Nutr Diet 2016;116:1970-80.
- Waldmann A, Koschizke JW, Leitzmann C, Hahn A. Dietary intakes and lifestyles factors of a vegan population in Germany: results from the German vegan study. Eur J Clin Nutr 2003;57:947-55.
- Weder S, Hoffmann M, Becker K, Alexy U, Keller M. Energy, Macronutrient Intake, and Anthropometrics of Vegetarian, Vegan, and Omnivorous Children (1-3 Years) in Germany. Nutrients 2019;11:832.
- WHO – World Health Organization. Breastfeeding 2018.
Available from: URL:<<http://www.who.int/topics/breastfeeding/fr/>>.
- Yeliosof O, Silverman LA. Veganism as a cause of iodine deficient hypothyroidism. J Pediatr Endocrinol Metab 2018;31:91-4.

3. L'ENFANT DE PLUS DE 4 ANS ET L'ADOLESCENT

3.1 Introduction

La période entre la petite enfance et l'adolescence est une période de changement au niveau alimentaire. L'enfant est entré à l'école et devient plus indépendant. La surveillance des repas s'estompe : des boîtes à tartines pour les uns, des repas complets pour les autres, un temps de pause raccourci, une collation s'installe à 10 heures, etc.

Cette période de croissance est aussi le temps de l'apprentissage. L'enfant trouve des repères qu'il fixe et maintiendra à l'âge adulte.

Au plan des apports nutritionnels, la répartition des macro-nutriments se modifie en fonction des besoins énergétiques changeants. La part des calories lipidiques diminue tandis que le profil des graisses dorénavant plus saturées se rapproche de celui des adultes. En juste retour, la part des calories glucidiques augmente.

L'adolescence est une phase de la vie où la personnalité se forme, où les jeunes cherchent leur identité et explorent d'autres modes de vie et d'autres univers de pensée. En pratique, ils manifestent progressivement leur indépendance. Le choix d'une alimentation végétarienne peut faire partie de cette évolution. Leur motivation est moins axée sur les effets sanitaires bénéfiques que sur le bien-être animal, la sauvegarde de la planète et le contrôle de leur poids (*Voedingsdriehoek* ; Les guides alimentaires du Canada; *The vegetarian food pyramid*). Les adolescents qui adoptent des habitudes alimentaires végétariennes pour perdre du poids et ne possèdent pas de véritables connaissances nutritionnelles sont à risque de déficits, de carences, voire de malnutrition avérée. Toutes ces situations peuvent à terme perturber leur croissance (Perry et al, 2002). Il n'y a aucune raison de penser que le « régime » végétarien provoque des troubles du comportement. En revanche, il peut parfois en être une conséquence occulte. Dès lors, le praticien se doit d'interroger l'adolescent pour identifier ses véritables motivations et ne pas passer à côté d'un trouble psychiatrique sérieux comme l'anorexie mentale. (Perry et al, 2002).

Certains questionnaires permettent de dépister un éventuel trouble du comportement alimentaire (Eat-26, ChEAT, cf. site Eetexpert.be pour la Flandre).

Un régime végétarien équilibré avec une source fiable de vitamine B12 (aliments enrichis et/ou compléments alimentaires) peut assurer la croissance et le développement des enfants de 4 ans et plus, tout comme celui des adolescents (ADA, 2009 ; Amit, 2010). Les études suivies sur le long terme confirmant qu'un régime végétarien strict (végan notamment) permet aux enfants et aux adolescents de se développer normalement sont peu nombreuses et n'autorisent aucune conclusion fiable (Amit, 2010).

Néanmoins, il faut savoir que la croissance des enfants et adolescents suivant un régime macrobiotique¹⁷ est inférieure à celle de leurs pairs suivant un régime omnivore (Agnoli et al, 2017). La Société allemande de nutrition ainsi que la Société canadienne de pédiatrie ne recommandent pas ces régimes stricts chez les enfants et les adolescents (Richter et al, 2016 ; Amit, 2010). Il est indispensable de bénéficier de conseils diététiques avisés en cas de végétarisme et de véganisme pour permettre aux enfants de plus de 4 ans et aux adolescents de grandir et de se développer adéquatement. Avoir recours aux professionnels de la santé s'avère en pratique l'approche la plus pertinente.

Certaines spécificités nutritionnelles de l'enfant plus grand et l'adolescent sont reprises dans les chapitres suivants.

3.2 Apports en macronutriments

3.2.1. Protéines

L'apport protéique moyen des enfants (4 - 10 ans) et des adolescents végétariens s'identifie aux recommandations générales (Agnoli et al, 2017 ; Baroni et al, 2018) pour autant que l'apport énergétique soit suffisant (Baroni et al, 2018).

Les protéines végétales étant moins digestibles et ne contenant pas l'ensemble des acides aminés essentiels, il est souhaitable que les apports en protéines des enfants et des adolescents végans soient accrus (Agnoli et al, 2017). Le choix des aliments protéinés doit aussi assurer la complémentarité des protéines végétales de sorte à couvrir suffisamment toute la gamme des acides aminés essentiels (Baroni et al, 2018). Il n'est pas indispensable chez les enfants de combiner les protéines complémentaires au sein du même repas, même si cette pratique semble quelque peu avantageuse (Baroni et al, 2018 ; cf. chapitre III.1. Protéines).

Les données scientifiques traitant de ce sujet sont limitées, mais il semble que la consommation de soja chez l'enfant et l'adolescent n'affecte pas leur développement pubertaire (Messina et al, 2017). Il est néanmoins recommandé de ne pas dépasser 1 mg de phyto-oestrogènes/kg/j (AFSSA & AFSSAPS, 2005a). Cette quantité est déjà atteinte par un enfant de 15 kg qui consommerait 500 ml de boisson de soja ou 50 g de tofu par jour (AFSSA & AFSSAPS, 2005b ; Thompson LU et al, 2006 ; USDA Database ; UFC-Que choisir, 2019) .

¹⁷ Régime macrobiotique : la version strictement végétarienne de ce régime se compose de céréales, de légumineuses, de légumes, d'algues marines et de produits à base de soja ; les produits laitiers, les œufs et certains légumes sont évités (Agnoli et al, 2017).

3.2.2. Acides gras essentiels à longue chaîne (DHA)

Des enquêtes nutritionnelles indiquent que l'apport en LNA est plus élevé chez les sujets végétan comparés aux omnivores. De même, leur rapport oméga-6/oméga-3 est fort, voire trop élevé (Agnoli et al, 2017).

Chez les pesco-végétariens, la consommation bihebdomadaire de poissons (saumon, maquereau, sardines) riches en EPA/DHA (au moins 1,4/100 g) permet de couvrir les besoins en EPA/DHA.

Chez les (lacto)-ovo-végétariens, favoriser les œufs enrichis en EPA/DHA ; 1 œuf (175 mg de DHA par 100g) contribue pour 70 % aux recommandations préconisées pour le besoin en DHA d'un enfant de 4 ans et plus, et pour 35 % chez les adolescents.

Un déséquilibre dans les acides gras poly-insaturés (AGPI) a un impact défavorable sur l'incorporation membranaire des acides gras oméga-3 à longue chaîne. L'impact peut s'avérer délétère sur la santé de l'enfant et de l'adolescent. Chez le lacto-végétarien et le végétan, la consommation quotidienne de deux portions de 10g d'aliments riches en oméga-3 (huile de noix, colza, margarines riches en LNA, noix et graines oléagineuses) et la diminution des huiles riches en oméga-6 (tournesol et maïs) peut réduire le déséquilibre en AGPI (Leray, 2013 ; Lane et al, 2014 ; Geppert et al, 2006 ; Baroni et al, 2018) [voir chapitre III. 2. Lipides].

3.3 Apports en minéraux, oligo-éléments et vitamines

3.3.1. Calcium et vitamine D

Tous les enfants et les adolescents, qu'ils soient végétariens ou non, doivent couvrir leurs besoins en calcium car leur squelette en pleine croissance n'atteint sa teneur maximale en calcium qu'à la fin de la période d'adolescence.

Les apports calciques recommandés pour la population (CSS, 2016) permettent d'assurer une densité minérale osseuse optimale. Cette densité réduit sensiblement le risque de fracture à un âge plus avancé (CSS, 2016 ; ADA, 2009 ; Tounian, 2016 ; Tucker, 2014).

Un régime végétarien contenant légumes verts, œufs, grains non raffinés, légumineuses, noix, graines, fruits et du lait ou laitages est positivement associé à la santé osseuse (Movasseh et al, 2018).

Concernant les produits laitiers (source principale de calcium), la recommandation est d'en consommer 2 à 3 portions par jour chez l'enfant de 4 ans et plus, et de 3 à 4 portions chez l'adolescent (Les guides alimentaires du Canada ; *The vegetarian food pyramid*).

Une portion de produit laitier équivaut à 125 g de yaourt, 100 g de fromage blanc, 30 g de fromage, 150 ml de lait 1/2 écrémé.

Chez l'ovo-végétarien et le végétan, le calcium est un nutriment crucial parce que les apports spontanés peuvent ne pas suffire. Il est indispensable de porter une consommation préférentielle sur des produits riches ou enrichis en calcium (boissons végétales enrichies, légumes sources de calcium et pauvre en oxalate (crucifères comme les choux et brocolis) , figes et fruits à coques, eau calcique) (Agnoli et al, 2017 ; Baroni et al, 2018 ; Melina et al, 2016 ; Tucker, 2014 ; Knurick et al, 2015).

Si les quantités consommées de ces aliments ne permettent pas de couvrir les besoins en calcium, il faut proposer un complément calcique adapté (Perry et al, 2002).

Il n'est pas utile ni même souhaitable de dépasser 2500 mg de calcium par jour (alimentation + complément alimentaire) (CSS, 2016).

Concomitamment, il est nécessaire de couvrir les besoins en vitamine D. Indépendamment de l'apport alimentaire, un apport complémentaire en vitamine D de 10 µg est recommandé chez l'enfant, et de 10 - 15 µg chez l'adolescent (CSS, 2016). La complémentation en vitamine D n'est pas seulement souhaitable mais nécessaire lorsque l'exposition aux UV solaires est faible (Baroni et al, 2018), comme c'est toujours le cas durant l'hiver.

3.3.2. Iode

Chez les enfants plus âgés et les adolescents ovo-végétariens et végétans, l'iode émane uniquement du pain et du sel iodé (non du sel marin). La consommation d'algues marines n'est pas recommandée à cet âge en raison de la contamination de ces aliments en arsenic inorganique et en métaux lourds (CSS, 2015 ; Canada, 2019). Poursuivre la prise d'une préparation pour enfants en bas âge à base de soja peut s'avérer une alternative utile pour couvrir plus facilement les besoins en iode. Cependant les enfants et adolescents n'acceptent pas toujours de consommer encore de tels produits/boissons à leur âge. Il faut aussi attirer l'attention sur le fait que ces préparations à base de soja sont une source d'isoflavones (voir le chapitre IV-B. 2.2. Les perturbateurs endocriniens).

Une complémentation sera envisagée sous avis médical si les apports en iode sont insuffisants en cas de véganisme (CSS, 2016). Un complément alimentaire adéquat contient entre 50 - 100 µg d'iode (CSS, 2016). Dans la tranche d'âge considérée ici, l'apport maximal tolérable se situe entre 200 et 500 µg d'iode (CSS, 2016).

3.3.3. Fer

Le déficit en fer est fréquent chez l'enfant dans les pays européens quel que soit le régime alimentaire consommé (Baroni et al, 2018). De l'ordre de 10 % des enfants tout venant sont concernés par une déplétion des réserves martiales tandis que moins de la moitié d'entre eux manifeste une anémie (Dupont C, 2017).

Les enfants lacto-ovo-végétariens et végétans ont un apport en fer inférieur à celui des enfants omnivores mais leur taux sérique se maintient dans les normes. Par contre, les enfants sous régime macrobiotique ont des taux sériques inférieurs.

Il est recommandé d'augmenter les apports en fer chez les végétariens de manière à satisfaire les besoins nutritionnels (Agnoli et al, 2017).

Pour réduire le risque de carence en fer, la biodisponibilité peut être améliorée en tenant compte des conseils prodigués préalablement (cf. chapitre III. 6.3). Les aliments enrichis en fer (céréales enrichies) peuvent réduire le risque de carence en fer et en zinc.

Chez l'enfant plus âgé et l'adolescent, une boisson à base de soja ne pourra contribuer que de manière mineure à l'apport en fer car elle n'en contient qu'entre 0,3 (boisson non enrichie) et 0,6 mg/100 ml (boisson enrichie en fer), même si la fève de soja en contient naturellement beaucoup (environ 8 à 10 mg de fer/100 g de graine de soja sèche) (Gibson et al, 2014 ;

NUBEL, 2009).

Chez l'enfant et l'adolescent, la complémentation en fer peut s'avérer nécessaire si un dosage sanguin motivé par une crainte d'anémie montre un statut martial bas (Gibson et al, 2014). Chez l'adolescente, il est conseillé de pratiquer plus systématiquement encore un dosage du fer sanguin en raison d'un risque accru d'anémie lorsque les règles s'installent. Le bénéfice de la complémentation systématique n'a pas été démontré (Hunt, 2003). Par contre, une étude suggère qu'une complémentation en fer devrait être proposée aux adolescent(e)s lacto-ovo-végétariens et végétans car leur croissance est rapide (Agnoli et al, 2017).

Selon le CSS, les compléments en fer destinés à des groupes à risque de déficit devraient leur apporter de 50 à 100 % des apports recommandés pour l'âge (CSS, 2016).

La teneur d'un supplément martial consommé quotidiennement ne peut dépasser les apports journaliers recommandés (CSS, 2016).

3.3.4. Vitamine B12

Selon une étude américaine, la carence en vitamine B12 (ensemble des cobalamines) chez les végétariens est estimée à 25 – 86 % (taux variant d'une étude à l'autre) chez les enfants et entre 21 – 41 % chez les adolescents (Pawlak et al, 2013). Une carence en vitamine B12 chez les végétans est une cause connue d'anémie mégalo-blastique (Katakam & Hegde, 2018). Chez les enfants plus âgés et les adolescents ovo-végétariens ou végétans, les boissons végétales enrichies en vitamine B12 peuvent aider à couvrir les besoins en vitamine B12.

En cas d'apport insuffisant, un complément en vitamine B12 est recommandé sous avis médical (voir chapitre III.5).

3.3.5. Zinc

De concentrations sériques basses en zinc sont détectées chez les adolescents végétariens lors d'études scientifiques (Gibson et al, 2014). Les adolescents ont de manière générale des besoins élevés en zinc et s'ils suivent un régime végétarien (lacto-ovo-végétarien et végétans) leur statut en zinc peut se montrer inadéquat (Agnoli et al, 2017). Une carence grave en zinc chez l'enfant et l'adolescent peut entraîner des problèmes de croissance osseuse, de développement sexuel et comportemental (Agnoli et al, 2017). Ces sujets sont dans leur ensemble à risque de statut sub-optimal en zinc, en particulier pendant les pics de croissance (CSS, 2016 ; Foster M & Samman, 2015).

Concernant le zinc, le CSS recommande de majorer systématiquement les apports en zinc de 50 % (jusqu'à 13 à 20 mg/jour) chez les adolescents lacto-végétariens et les végétans et d'augmenter les apports des enfants, en veillant à ne pas dépasser l'apport maximal tolérable (AMT) au cours de la journée (CSS, 2016).

Chez les lacto-(ovo)-végétariens et les pesco-végétariens, les oeufs, le poisson, les substituts de viande à base de mycoprotéines, le lait, le fromage, les légumineuses, les graines et fruits oléagineux contribuent à l'apport en zinc.

Chez le végétan, les graines et fruits oléagineux et les produits enrichis en zinc (céréales petit-déjeuner) sont les seuls aliments sources de zinc.

Des compléments en zinc peuvent être nécessaires chez le végétan ayant un régime restreint

(Gibson et al, 2014).

3.4 Les algues et micro-algues

Les algues et micro-algues sont des produits fréquemment consommés par les végétariens. Les algues marines contiennent d'importantes quantités d'arsenic (organique et inorganique), des métaux lourds (cadmium, plomb, mercure, etc.) et sont souvent contaminées par des toxines (CSS, 2015).

Il est important de minimiser l'exposition à ces substances chez les enfants et les femmes en âge de procréer (Fløtre et al, 2017).

3.5 Conclusions et recommandations pratiques

Il est recommandé de :

- Augmenter les apports en protéines de 20 - 30 % chez les enfants végétariens de 2 à 6 ans (Agnoli et al, 2017). Les adolescents végétariens actifs doivent consommer 7 à 10 % de leurs calories sous forme de protéines et davantage encore pour les adolescents végétariens sédentaires de 10 à 13 % (Agnoli et al, 2017).
- S'assurer d'un apport adéquat en protéines par la consommation de substituts de viande adaptés (légumineuses, œufs, tofu et tempeh nature, substitut à base de mycoprotéines nature, seitan, substituts de viande maison préparés à base de légumineuses, de céréales, de graines, etc.) (Voedingsdriehoek ; les guides alimentaires du Canada ; *the vegetarian food pyramid*).
- Assurer chez le végétarien, la complémentarité des protéines végétales sur la journée (couvrir les besoins en acides aminés essentiels).
- Ne pas dépasser une consommation de 1 mg de phyto-oestrogènes par kg/jour.
- Favoriser les aliments riches en LNA.
Limiter les prises d'huiles riches en LA (tournesol et maïs) et les acides gras trans ainsi que la consommation d'alcool (ados) (Agnoli et al, 2017 ; Melina et al, 2016).
- Encourager la consommation de 2 à 3 portions de produits laitiers chez l'enfant de plus de 4 ans et 3 à 4 portions de produits laitiers chez l'adolescent. Pour ceux qui ne consomment pas de produits laitiers, favoriser la consommation d'aliments riches ou enrichis en calcium et/ou passer à la prise d'un complément alimentaire. L'association d'un complément en vitamine D est recommandé quand l'exposition au soleil est faible (d'office en période d'hiver) ou en cas d'insuffisance lors d'un dosage sanguin.
- Favoriser le sel iodé chez les enfants et adolescents végétariens. La quantité d'iode par g de sel varie d'un pays à l'autre. En Belgique, le sel iodé contient entre 10 - 15 mg d'iode/kg de sel. Complémenter en iode selon les apports individuels.
- Multiplier l'apport recommandé en fer par un facteur 1,8 chez les enfants et les adolescents lacto-ovo-végétariens et végétariens (Agnoli et al, 2017).
- Doser le fer sérique chez les enfants végétariens et proposer un complément alimentaire en fonction des résultats du dosage. Proposer une complémentarité en fer chez les adolescents végétariens (lacto-ovo-végétariens et végétariens) (Agnoli et al, 2017).
- Proposer la complémentarité en vitamine B12 chez l'enfant et l'adolescent ovo-végétarien et végétarien quand l'apport en boissons végétales enrichies en vitamine B12 ne peut couvrir les besoins. Adapter ce conseil en fonction du statut sanguin.
- Majorer les apports en zinc en ciblant la consommation d'aliments appropriés.
- Déconseiller la consommation des algues et des micro-algues.

3.6 Références

- ADA - Association Américaine de Diététique. Position officielle de l'association américaine de diététique au sujet de l'alimentation végétarienne. *J Am Diet Assoc* 2009;109:1266-82.
- AFSSA & AFSSAPS - Agence française de sécurité sanitaire des aliments et Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé. Vous et les phyto-estrogènes. *Information consommateur* 2005a.
Available from: URL:< <http://www.grio.org/documents/rcd-5-1263309895.pdf>>.
- AFSSA & AFSSAPS - Agence française de sécurité sanitaire des aliments et Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé. Rapport Sécurité et bénéfices des phyto-estrogènes apportés par l'alimentation – recommandations. 2005b.
- Agnoli C, Baroni L, Bertini I, Ciappellano S, Fabbri A, Papa M et al. Position paper on vegetarian diets from the working group of the Italian Society of Human Nutrition. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2017;27:1037-52.
- Amit M. Les régimes végétariens chez les enfants et les adolescents. *Paediatr Child Health* 2010;15:309-14.
- Baroni L, Goggi S, Battino M. Planning Well-Balanced Vegetarian Diets in Infants, Children, and Adolescents: The VegPlate Junior. *J Acad Nutr Diet* 2019;119:1067-74.
- Canada. Arsenic inorganique et d'algue marine hijiki. Agence canadienne d'inspection des aliments. Canada; 2019.
Available from: URL:<<http://www.inspection.gc.ca/aliments/information-pour-lesconsommateurs/fiches-de-renseignements/produits-et-risques-specifiques/dangers-chimiques/arsenicinorganique/fra/1332268146718/1332268231124>>.
- CSS – Conseil supérieur de la santé. L'arsenic et autres éléments présents dans les algues et compléments alimentaires à base d'algues. Bruxelles:CSS; 2015. Avis n°9149.
- CSS - Conseil supérieur de la santé. Recommandations nutritionnelles pour la Belgique - 2016. Bruxelles: CSS; 2016. Avis n° 9285.
- Dupont C. Prevalence of iron deficiency. *Arch Pediatr* 2017;24:5S45-8.
- Eetexpert - Kenniscentrum voor eet- en gewichtsproblemen. Eet- en Gewichtsproblemen. Available from: URL:<www.eetexpert.be>.
- Fløtre CH, Varsi K, Helm T, Bolann B, Bjørke-Monsen AL. Predictors of mercury, lead, cadmium and antimony status in Norwegian never-pregnant women of fertile age. *PLoS One* 2017;12:e0189169.
- Foster M, Samman S. Vegetarian diets across the lifecycle: impact on zinc intake and status. *Advances in Food and Nutrition Research* 2015;74:93-131.
- Geppert J, Kraft V, Demmelmair H, Koletzko B. Microalgal docosahexaenoic acid decreases plasma triacylglycerol in normolipidaemic vegetarians: a randomised trial. *Br J Nutr* 2006;95: 779-86.
- Gibson RS, Heath AL, Szymlek-Gay EA. Is iron and zinc nutrition a concern for vegetarian infants and young children in industrialized countries? *Am J Clin Nutr* 2014;100:459S-68S.
- Hunt JR. Bioavailability of iron, zinc, and other trace minerals from vegetarian diets. *Am J Clin Nutr* 2003;78:633S-9S.
- Katakam PK, Hegde AP, Venkataramaiahyaappa M. Vitamin B12 deficiency: unusual cause of jaundice in an adolescent. *BMJ Case Rep* 2018;2018:bcr2017222302.

- Knurick JR, Johnston CS, Wherry SJ, Aguayo I. Comparison of Correlates of Bone Mineral Density in Individuals Adhering to Lacto-Ovo, Vegan, or Omnivore Diets: A Cross-Sectional Investigation. *Nutrients* 2015;7:3416-26.
- Lane K, Derbyshire E, Li W, Brennan C. Bioavailability and potential uses of vegetarian sources of omega-3 fatty acids: a review of the literature. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2014;54: 572-9.
- Lefebvre C & Nicolas C. Les végétarismes chez l'enfant, l'adolescent, la femme enceinte et allaitante. EME éditions 2021. Médecine au quotidien. 172p.
- Leray C. Les lipides: nutrition et santé. Tec & Doc Lavoisier; 2013.
- Les guides alimentaires du Canada. Santé Canada. Available from: URL:<<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/guides-alimentaires-canada.html>>.
- Melina V, Craig W, Levin S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: vegetarian diets. *J Acad Nutr Diet* 2016;116:1970-80.
- Messina M, Rogero MM, Fisberg M, Waitzberg D. Health impact of childhood and adolescent soy consumption. *Nutr Rev* 2017;75:500-15.
- Movassagh EZ, Baxter-Jones AD, Kontulainen S, Whiting S, Szafron M, Vatanparast H. Vegetarian-style dietary pattern during adolescence has long-term positive impact on bone from adolescence to young adulthood: a longitudinal study. *Nutr J* 2018;17:36.
- NUBEL. Table belge de composition des aliments – 5^{ème} édition. Bruxelles: Nubel asbl, 2009.
- Pawlak R, Parrott SJ, Cullum-Dugan D, Lucas D. How prevalent is vitamin B12 deficiency among vegetarians? *Nutr Rev* 2013;71:110-7.
- Perry CL, McGuire MT, Neumark-Sztainer D, Story M. Adolescent vegetarians: how well do their dietary patterns meet the healthy people 2010 objectives? *Arch Pediatr Adolesc Med* 2002;156:431-7.
- Richter M, Boeing H, Grünewald-Funk D, Heseker H, Kroke A, Leschik-Bonnet E et al. Vegan Diet. Position of the German Nutrition Society (DGE). *Ernaehrungs Umschau international* 2016;63:92-102.
- The vegetarian food pyramid. Loma Linda University. School of Public Health. Available from: URL:<<http://www.vegetariannutrition.org/6icvn/food-pyramid.pdf>>.
- Thompson LU, Boucher BA, Liu Z, Cotterchio M, Kreiger N. Phytoestrogen content of foods consumed in Canada, including isoflavones, lignans and coumestrol. *Nutr Cancer* 2006;54:184-201.
- Tounian P. Végétarisme chez l'enfant : une véritable maltraitance nutritionnelle. *Cholé-doc* 2016;152.
- Tucker KL. Vegetarian diets and bone status. *Am J Clin Nutr* 2014;100:329S-35S.
- UFC-Que Choisir. Perturbateurs endocriniens dans les produits à base de soja. 2019. Available from: URL:<www.quechoisir.org>.
- USDA - United states department of agriculture. Database for the isoflavone content of selected foods, Release 2.0. Available from: URL:<<https://data.nal.usda.gov/dataset/usda-database-isoflavone-content-selected-foods-release-20>>.
- Voedingsdriehoek. Vlaams Instituut Gezond Leven. Available from: URL:<<https://www.gezondleven.be/themas/voeding>>.

4. LES PERSONNES AGEES

4.1 Introduction

Les recommandations reprises dans la première partie de cet avis (chapitre III. Composants nutritionnels à surveiller) concernent essentiellement les personnes adultes. Pour les adultes « végétariens » âgés de 18 à 59 ans, ces conseils suffisent. Par contre, chez les personnes plus âgées, les modifications physiologiques qui leur sont propres imposent des conseils adaptés. Le texte ci-après se penche sur ces ajustements.

4.2 Définition du groupe ‘personnes âgées’

Ce concept est difficile à cerner. Le vieillissement est un processus physiologique qui ne débute pas à un âge précis et sa dynamique est très variable d'un individu à l'autre.

Les recommandations nutritionnelles pour la Belgique (2016) proposent des valeurs de référence pour les personnes de plus de 60, ou même de 70 ans (CSS, 2016). Les propositions émises ci-dessous sont basées et adaptées de ces valeurs (moyennes).

4.3 Changements physiologiques et adaptations nécessaires de l'alimentation chez les personnes âgées

Le vieillissement impacte la composition corporelle, le poids et l'activité physique et ce faisant, la dépense énergétique totale (TEE). Ces modifications varient fort selon les individus (CSS, 2016). D'une manière générale, on peut dire que le besoin énergétique diminue progressivement avec l'âge, mais cette évolution mérite d'être suivie chez chaque personne individuellement.

Au contraire du besoin en énergie qui décroît, les besoins de la plupart des nutriments ne changent pas réellement, voire même augmentent pour certains d'entre eux. Ceci signifie que les nutriments essentiels doivent être fournis par un apport alimentaire quantitativement moins important. En pratique, pour assurer les besoins, il est impératif d'augmenter la densité nutritionnelle de l'alimentation, qui doit donc être plus élevée que chez les personnes d'âge moindre.

Un nombre de fonctions corporelles régressent avec l'âge ce qui peut faire obstacle à la prise suffisante d'une alimentation équilibrée (Rottiers, 2005 ; Walsh et al, 2017 ; Breedveld & peters, 2017) :

- Une mauvaise dentition rend la mastication des légumes crus, des fruits frais et des fruits oléagineux souvent plus difficile.
- Une altération des sens peut entraver la perception visuelle, tactile et gustative des aliments, et peut par conséquent réduire l'appétit ou augmenter le recours à des exhausteurs de goût tels que le sel et le sucre.

- La soif diminue exposant au risque de déshydratation (en particulier pendant les étés chauds) ; un apport hydrique insuffisant favorise également la constipation.
- L'absorption de certains nutriments peut être perturbée par une réduction de la production d'acide gastrique (Melina et al, 2016).
- Des maladies chroniques sont fréquentes à ces âges: hypertension, insuffisance cardiaque, respiratoire, rénale, diabète de type 2, etc. et supposent des contraintes alimentaires qui ne sont pas toujours respectées de façon optimale. Les médicaments eux-mêmes peuvent induire de l'inappétence.
- Chez les personnes très âgées, des affections neuro-psychiatriques peuvent conduire à de la confusion, de la dépression, de l'insomnie, voire certaines formes de démence. Ces situations entravent une bonne alimentation.

Des **situations socio-économiques** d'isolement, de solitude, de faible revenu ou de mobilité réduite jouent parfois aussi un rôle néfaste dans la composition de l'alimentation.

Commentaire : la problématique médicale et sociale de l'alimentation de la personne âgée végétarienne ou végan ne se dissocie pas de celle de toute autre personne avancée en âge. Dès lors, ce thème ne sera pas approfondi davantage dans ce document spécifique.

4.4 Aperçu des principaux nutriments à risque chez les personnes végétariennes/végans âgées

4.4.1. Protéines

Les protéines présentes dans des végétaux, dont ceux riches en fibres, sont moins digestes et donc moins assimilables (Agnoli et al, 2017).

La teneur élevée en fibres de l'alimentation végétarienne/végan augmente le volume des repas. Ce point souvent considéré comme un avantage dans la prévention du surpoids peut amener les personnes âgées à ne pas consommer suffisamment d'énergie.

Chez ces sujets, une atrophie gastrique est fréquente et peut engendrer des problèmes digestifs supplémentaires (Melina et al, 2016).

Le vieillissement, la maladie et l'activité physique réduite induisent une fonte musculaire progressive. Outre l'exercice physique, une consommation suffisante de protéines est indispensable pour combattre cette évolution (Breedveld & Peters, 2017).

En effet, les études indiquent qu'en général les personnes âgées végétariennes consomment moins de protéines que les personnes âgées omnivores, cependant ces quantités répondent la plupart du temps à leurs besoins. En outre, il ne semble pas exister de différences au niveau des marqueurs sanguins pour les protéines entre sujets de ces 2 groupes (Agnoli et al, 2017 ; Walsh et al, 2017). Néanmoins, le CSS recommande d'augmenter l'apport protéique d'un facteur 1,2 ou 1,3 respectivement chez les végétariens et végans adultes de tous âges (CSS, 2016).

En outre, il convient dans tous les cas de s'assurer de la bonne qualité des protéines végétales consommées (voir schéma 1 sur les équivalents protéiques de 5 g dans le chapitre III.1).

4.4.2. Fer

Chez les personnes âgées, l'absorption intestinale du fer d'origine végétale pose davantage de problèmes, du fait de sa faible biodisponibilité et de la fréquence de gastrite atrophique. La richesse en fibres peut accentuer cette faible biodisponibilité. Ceci se traduit par une valeur moyenne plus basse de la ferritine sanguine chez les personnes végétariennes âgées. Malgré ces différences dans les réserves martiales, la prévalence de l'anémie ne diffère pas entre ces deux groupes (Walsh et al, 2017).

Comme pour la population végétarienne adulte, il est important de combiner la prise de fer végétal avec un apport adéquat de vitamine C (voir tableaux 16 et 17 du chapitre III.6).

4.4.3. Zinc

Le zinc végétal étant moins bien absorbé, de par les interactions avec les fibres entre autres, l'apport nutritionnel pour les personnes âgées végétariennes et végan doit être respectivement de 13 et 20 mg/jour, comme chez l'adulte.

Il est important ici aussi de combiner la prise de zinc végétal avec un apport adéquat de vitamine C (voir tableaux 19 et 17 du chapitre III.6).

4.4.4. Calcium

Une prise suffisante de calcium est particulièrement importante dans la prévention ou une stabilisation de l'ostéoporose.

Risque de déficit

La consommation de calcium chez les lacto-végétariens est comparable ou supérieure à celle des omnivores et rencontre, voire dépasse d'ordinaire les besoins. Même si leur densité osseuse semble quelque peu plus faible que celle des omnivores, certaines publications sont d'avis qu'il ne paraît pas exister pour autant un risque accru de fracture chez ces personnes (Agnoli et al, 2017 ; Melina et al, 2016). Par contre, des analyses récentes de l'étude prospective EPIC-Oxford démontrent qu'en comparaison avec les carnivores, les pesco-végétariens et les végétariens présentent un risque légèrement accru de fracture de la hanche (Tong et al, 2020).

Les végétariens ont en général une consommation calcique faible qui n'atteint pas la recommandation journalière. Ceci se traduit par une densité osseuse plus faible et un risque accru de fracture. L'étude EPIC-Oxford indique que le risque de fractures osseuses augmente sensiblement chez les personnes végétariens qui consomment moins de 525 mg de calcium par jour (Appleby et al, 2007). Dans une analyse plus récente de cette même étude, les végétariens présentent un risque plus élevé pour toutes les sortes de fractures ainsi que pour les fractures de la hanche, de la jambe et vertébrales (Tong et al, 2020).

Recommandation: une combinaison de sources de calcium d'origine laitière et végétale permet de couvrir les besoins (voir tableau 10 du chapitre III. 4.2).

Une prise systématique de compléments calciques n'est pas conseillée. Seules les personnes qui n'arrivent pas à couvrir leurs besoins via l'alimentation devraient prendre des compléments calciques faiblement dosés (Melina et al, 2016).

4.4.5. Vitamine D

L'apport journalier recommandé en vitamine D3 s'élève à 10 - 15 µg pour un adulte. Chez les personnes au-delà de 70 ans, 20 µg sont préconisés (CSS, 2016).

Risque de déficit

Comme pour toute la population, une exposition insuffisante au soleil (par ex. mois d'hiver) et une consommation insuffisante d'aliments enrichis ou de compléments alimentaires, induisent un risque réel de carence en vitamine D. Les recommandations générales du CSS s'appliquent donc ici également (CSS, 2016). Une attention particulière doit être portée aux personnes séjournant en séniories, homes et maisons de repos (INAMI, 2015).

Recommandation: La médecine factuelle (*evidence-based*) recommande de prescrire des compléments en vitamine D aux personnes carencées et aux personnes âgées séjournant en institutions. Le CSS propose une teneur maximale en vitamine D qu'il convient de ne pas dépasser dans les compléments alimentaires. La limite fixée est de ne pas excéder l'AJR de 2,5 fois chez les personnes âgées (CSS, 2016).

4.4.6. Vitamine B12

L'apport jugé adéquat pour un adulte est de 4 µg/j et est porté à 4,5 µg/j chez les personnes de plus de 70 ans (CSS, 2016).

Les personnes végétariennes âgées méritent une attention particulière. Une atrophie gastrique est fréquente dans ce groupe et constitue une cause importante de déficit en vitamine B12 (CSS, 2016 ; Melina et al, 2016). Une carence avérée en vitamine B12 cause des troubles neuro-sensoriels et une anémie pernicieuse. Chez les végétariens, cette anémie peut être masquée par un apport élevé en acide folique. Le déficit en vitamine B12 peut conduire les personnes âgées, tout particulièrement, à manifester des troubles cognitifs (CSS, 2016).

Recommandation: un complément en vitamine B12 est indispensable chez les personnes âgées véganes et est aussi nécessaire lors de déficits, chez les personnes âgées végétariennes.

4.4.7. Iode

L'apport adéquat en iode chez les personnes âgées est de 150 µg/jour, comme chez les adultes.

Les informations du chapitre III (Nutriments à surveiller) de cet avis s'appliquent également aux personnes âgées.

4.4.8. Acides gras oméga-3

Les acides gras oméga-3 rentrent notamment dans la constitution du cerveau et du système nerveux et exercent aussi des effets anti-inflammatoires utiles. Les études épidémiologiques suggèrent une relation entre les apports alimentaires en oméga-3 et les fonctions cognitives. Ces graisses semblent jouer un rôle dans la prévention du déclin cognitif. Cependant plus d'études sont nécessaires pour clarifier les liens réels entre les oméga-3 et la prévention du déclin cognitif, de la perte de masse osseuse et de masse musculaire, et la réponse immunitaire.

Après 65 ans, il est important d'adapter l'alimentation afin de couvrir les apports recommandés, en consommant des huiles et graines oléagineuses riches en oméga-3. La capacité de bioconversion endogène de LNA en EPA et DHA diminue avec l'âge. Il est dès lors utile d'apporter via l'alimentation une quantité suffisante de DHA (250 mg/jour). Si du poisson gras n'est pas consommé 1 fois par semaine, un complément alimentaire à base d'huile extraite d'algues marines permet de couvrir l'apport conseillé en DHA (Volkert et al, 2015). Il convient d'attirer l'attention sur le fait que les (produits à base d')algues marines contiennent d'importantes quantités d'arsenic et d'autres métaux lourds, ce qui peut constituer un risque pour les gros consommateurs (CSS, 2015) (voir aussi le chap IV. 5.2.).

4.5 Risques d'apports excessifs

Tout comme chez les adultes, les apports excessifs de graisses saturées, sel et sucres ajoutés sont à éviter.

Les informations reprises au chapitre III et IV de cet avis sont également d'application aux personnes âgées.

4.6 Conclusions et recommandations pratiques

Avec l'âge, le besoin en énergie décroît mais les besoins en la plupart des nutriments ne changent pas réellement, voire même augmentent. Ceci signifie en pratique, qu'il est impératif d'augmenter la densité nutritionnelle de l'alimentation.

Un nombre de fonctions corporelles régressent avec l'âge ce qui peut faire obstacle à la prise suffisante d'une alimentation équilibrée (mauvaise dentition, altération du goût, diminution de la soif, inappétence, réduction de la production d'acide gastrique ce qui peut perturber l'absorption de certains nutriments, ...).

- Il est recommandé d'augmenter l'apport protéique d'un facteur 1,2 ou 1,3 respectivement chez les végétariens et végétariens adultes de tous âges. En outre, il convient de s'assurer de la bonne qualité des protéines végétales consommées.
- Il est important de combiner la prise de fer et de zinc végétal avec un apport adéquat de vitamine C.
- Les personnes qui n'arrivent pas à couvrir leurs besoins en calcium via l'alimentation devraient prendre des compléments faiblement dosés.
- Un complément en vitamine D est recommandé aux personnes carencées et aux personnes âgées séjournant en institutions.
- Un complément en vitamine B12 est indispensable chez les personnes âgées véganes et est aussi nécessaire lors de déficits, chez les personnes âgées végétariennes.
- L'apport adéquat en iode est de 150 µg/jour.
- Si du poisson gras n'est pas consommé 1 fois par semaine, un complément en DHA est conseillé.
- Tout comme chez les adultes, les apports excessifs en graisses saturées, sel et sucres ajoutés sont à éviter

4.7 Références

- Agnoli C, Baroni L, Bertini I, Ciappellano S, Fabbri A, Papa M et al. Position paper on vegetarian diets from the working group of the Italian Society of Human Nutrition. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2017;27:1037-52.
- Appleby P, Roddam A, Allen N, Key T. Comparative fracture risk in vegetarians and nonvegetarians in EPIC-Oxford. *Eur J Clin Nutr* 2007;62:1400-6.
- Breedveld B, Peters S. Factsheet ouderen en voeding. Eerlijk over eten: Voedingscentrum 2017.
Available from: URL:<www.voedingscentrum.nl>.
- CSS – Conseil supérieur de la santé. L'arsenic et autres éléments présents dans les algues et les compléments alimentaires à base d'algues. Bruxelles: CSS; 2015. Avis n° 9149.
- CSS - Conseil supérieur de la santé. Recommandations nutritionnelles pour la Belgique - 2016. Bruxelles: CSS; 2016. Avis n° 9285.
- INAMI - Institut national d'assurance maladie-invalidité. L'usage rationnel du calcium et de la vitamine D. Comité d'évaluation des pratiques médicales en matière de médicaments. 2015.
Available from : URL:<https://www.riziv.fgov.be/SiteCollectionDocuments/consensus_texte_long_20150528.pdf>.
- Melina V, Craig W, Levin S. Position paper of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *J Acad Nutr Diet* 2016;116:1970-80.
- NUBEL. Table belge de composition des aliments - 6^{ème} édition. Bruxelles: Nubel asbl, 2017.
Available from: URL:<<http://www.nubel.com/fr/table-de-composition-des-aliments.html>>.
- Rottiers R. Gezond na vijftig : hoe voeding en levenswijze onze gezondheid mee bepalen. Leuven; Davidsfonds; 2005.
- Tong TYN, Appleby PN, Armstrong MEG, Fensom GK, Knuppel A, Papier K et al. Vegetarian and vegan diets and risks of total and site-specific fractures: results from the prospective EPIC-Oxford study. *BMC Medicine* 2020;18:353.
- Volkert D, Chourdakis M, Faxen-Irving G, Frühwald T, Land F, Suominen MH et al. ESPEN guidelines on nutrition in dementia. *Clin Nutr* 2015;34:1052-73.
- Walsh S, Deriemaeker P, Hebbelinck M, Clarys P. Vegetarian and Plant-Based Diets in Health and Disease In: Mariotti F, editor. Elsevier Academic Press; 2017. p. 599-617.

VI. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS GENERALES

1. CONCLUSION

Le végétarisme en tant que choix alimentaire (qu'il soit strict ou uniquement tendanciel) s'associe à un équilibre nutritionnel et à une nutrition saine, pour autant que certaines conditions soient respectées. Les éléments à considérer diffèrent selon les modalités choisies au sein même du végétarisme (par ex., flexivégétarien versus végétan), de l'âge (par ex. enfant versus personne âgée) et des nutriments à prendre en compte (par ex. protéines versus fibres).

Deux principes généraux sont utiles à retenir:

- Plus une alimentation est restreinte (suppression volontaire) ou frappée d'interdits (par ex. allergie), plus le risque de déficit nutritionnel et d'exposition accrue à l'un ou l'autre toxique grandit. En effet, la diversification des sources alimentaires favorise l'équilibre des apports et des nutriments indispensables et évite l'exposition excessive à des toxiques spécifiques à certains aliments.
- Plus un sujet entre ou passe en phase de croissance et de développement, plus ses besoins physiologiques changent et ses apports alimentaires nécessitent une adaptation individuelle réitérée. A titre d'exemple, la poussée de croissance pubertaire implique un ajustement énergétique temporaire majeur pour permettre d'atteindre la taille finale et la composition corporelle adulte, telle la masse musculaire chez les garçons.

Ces deux préceptes, basés sur le bon sens, indiquent pourquoi les régimes les plus restreints, telles les modalités véganes ne peuvent être conseillés aux femmes enceintes, femmes allaitantes et à leurs nourrissons/ enfants en bas âge (< 3 ans) sans pour le moins avoir recours aux avis de professionnels de la santé avertis. Même dans ces conditions, un suivi strict est nécessaire pour s'assurer d'une croissance et d'un développement harmonieux.

Les régimes végétariens plus larges en revanche demandent seulement de porter l'attention sur quelques nutriments spécifiques et potentiellement consommés en quantités marginales :

- Les protéines dont il convient de diversifier les sources,
- La vitamine B12 à compléter (car exclusivement présente sous forme active dans le monde animal),
- Le choix des lipides à cibler en faveur des oméga-3,
- Le calcium et la vitamine D ainsi que le fer à surveiller.

De manière symétrique, la consommation en plus grandes quantités de certains produits (algues, poissons ou riz et légumes particuliers) revient à s'exposer parfois davantage à des substances indésirables (métaux lourds, arsenic, pesticides, etc.). Une prise de conscience, une information critique et des choix conséquents permettent de se soustraire, au moins en bonne partie, aux dangers de ces toxiques.

Ce document et les recommandations émises visent essentiellement à aider les personnes à poser des choix judicieux qui ne les mèneraient pas à terme dans une zone de carence nutritionnelle ni de toxicité alimentaire, mais leur permettent tout au contraire de trouver un équilibre sanitaire au sein du végétarisme compris au sens large. Il est conseillé aux personnes végétariennes ou intéressées par ces modalités, voire désireuses de les suivre à l'avenir, de se pencher sur les recommandations émises dans ce document à but informatif et constructif par le Conseil supérieur de la santé.

2. RECOMMANDATIONS

La manière la plus pratique d'aborder les accommodements alimentaires que le végétarisme suppose, voire impose, revient à envisager ses diverses options en partant des plus larges (lacto-ovo-végétarisme) pour terminer par les plus restreintes (véganisme). De fait, certaines personnes réduisent ou suppriment leur consommation de viande (et produits dérivés) et parfois de poisson, d'autres suppriment en outre le lait, les laitages et fromages ou encore les œufs pour aboutir à des régimes purement végétaux et dès lors restreints.

Les évictions alimentaires et les recommandations qui leurs sont liées

A chaque suppression d'un groupe d'aliments s'ajoutent progressivement des recommandations supplémentaires en vue de prémunir le consommateur d'un déficit nutritionnel, voire à terme d'une véritable carence.

La réduction drastique ou la suppression totale de toute chair animale (viande, volaille, poisson et dérivés)

- Implique de diversifier les sources de protéines, notamment végétales, afin d'assurer l'apport en acides aminés essentiels. En pratique, il convient aussi d'augmenter simultanément la quantité de protéines consommées pour couvrir suffisamment les besoins. Ces recommandations quantitatives (augmenter l'apport protéique de 20 à 30 % - ou encore à 1,2 à 1,3 g/kg/j) et qualitatives (combinaison laitages, œufs, céréales et diverses légumineuses) s'appliquent d'autant plus que les autres sources protéiques animales (poisson, lait et fromages, œufs, etc.) sont en tout ou pour partie supprimées ;
- Entraîne une modification du profil des lipides consommés, avec une réduction sensible, voire quasi complète des acides gras à très longue chaîne EPA, DHA. Ce problème peut être :
 - o évité par le maintien de la consommation de poisson (pesco-végétarien),
 - o fortement atténué par la consommation d'œufs enrichis en oméga-3 (ovo-végétarien),
 - o mais résolu uniquement par la prise de compléments particuliers chez les lacto-végétariens et végétariens (cf. chapitre III. 2. Lipides) ;
- Induit un risque de moindre absorption du fer alimentaire (en raison de sa moins bonne qualité biologique et d'un bol digestif riche en fibres). Cet obstacle peut être surmonté par un apport élevé de vitamine C et réduit en phytates chélateurs par le recours au trempage, fermentation, germination et surtout la cuisson des légumineuses.

La suppression supplémentaire du lait, fromages et de tous laitages suppose en outre de :

- prêter une attention plus particulière à la combinaison **vitamine D-calcium** ; l'apport suffisant de vitamine D (200 à 400 UI/j) permettant une absorption optimale d'un calcium dont l'apport reste toujours sub-optimal, souvent même chez les lacto-végétariens. En pratique, des compléments alimentaires de vitamine D devraient être consommés systématiquement tel que préconisé par le CSS et un choix d'aliments et boissons riches en calcium (et simultanément pauvres en sulfates) favorisé.

Enfin quand s'ajoute **encore la suppression des œufs** :

- un complément alimentaire dosé en vitamine B12 de 2 à max 15 µg/j s'impose. Ce conseil s'applique donc essentiellement, mais pas exclusivement, au régime végétan.

Ces recommandations s'appliquent avec plus d'insistance à certaines périodes sensibles de la vie et donc de groupes d'âge. La grossesse, l'allaitement ainsi que les premières années de vie, et dans une mesure certaine le pic de croissance pubertaire, sont des périodes où les besoins énergétiques et nutritionnels spécifiques sont (fortement) accrus.

Cette constatation est d'autant plus critique que la forme la plus stricte du végétarisme, le régime végétan, est susceptible de ne pas répondre aux besoins des femmes enceintes, allaitantes et de leurs nourrissons / enfants en bas âge (< 3 ans). Ce régime est en général déconseillé pour ces 3 groupes. Quand bien même ce choix serait retenu, un suivi strict et une surveillance régulière de la croissance et du développement fœtal et infantile sont indispensables.

La période de sénescence s'accompagne d'une réduction de l'activité physique mais aussi des capacités digestives. Si certains besoins, notamment en énergie, peuvent parfois être moindres, les apports ne doivent en aucun cas être réduits afin de compenser une absorption souvent diminuée. Cette exigence pose le problème des volumes à ingérer. En pratique, l'apport nutritionnel doit être maintenu mais concentré dans un volume d'aliments susceptible d'être consommé entièrement.

Les remplacements et substituts alimentaires et les recommandations inhérentes

Les aliments écartés (viandes, mais aussi laitages, œufs, etc.) sont d'ordinaire remplacés par des produits nouveaux (algues, tofu, etc.) et/ou compensés par des aliments usuels (riz, légumineuses, etc.) consommés en plus grandes, voire en très grandes quantités. Ces comportements alimentaires portent en soi des risques consécutifs tant

- à l'introduction de produits encore mal connus quant à leur composition
que

- à la prise importante et très régulière de certains aliments concentrant ou accumulant des toxiques.

Des conseils en vue d'éviter une consommation indésirable de substances toxiques sont donc prodigués sous forme de recommandations. Elles s'appliquent à l'ensemble des personnes végétariennes mais avec encore plus d'attention aux femmes enceintes et aux jeunes enfants dont le système neurologique, sensible à divers toxiques, est en plein développement.

- Il est utile de rappeler le respect des bonnes pratiques d'hygiène, valables pour tous les consommateurs, comme se laver soigneusement les mains avant et après la manipulation des végétaux, bien éplucher et laver les fruits et les légumes, laver soigneusement les crudités (salades), et les fruits à peau fine ne pouvant pas être épluchés (raisins, fruits rouges par exemple), respecter les températures et les durées de conservation lorsqu'elles sont mentionnées ainsi que les indications des fabricants (cuisson, etc.) et consommer rapidement après achat les aliments qui se dégradent vite.
- Il est conseillé de choisir des produits issus d'une agriculture biologique ou raisonnée ou des produits non pulvérisés afin de minimiser l'exposition aux pesticides, notamment.
- Il est déconseillé de consommer des légumineuses crues en raison de la présence habituelle de substances qui neutralisent la digestion des protéines.
- Une attention particulière doit porter sur les nouvelles sources de protéines végétales en raison d'incertitudes portant sur la formation d'acrylamide indésirable lorsqu'elles sont transformées (à la chaleur notamment).
- La plus grande diversification des sources alimentaires réduit nettement le risque d'exposition à certains contaminants (MCPD, glycidylesters, etc.). Ce conseil de diversification s'applique aussi aux grands consommateurs de poissons, plus exposés à divers contaminants (POP, dioxines, etc.) concentrés dans certaines espèces marines et dulçaquicoles.
- La présence de phyto-œstrogènes (isoflavones et lignanes, notamment) dans de nombreux produits à base de, ou dérivés du soja doit être signalée en tant que perturbateurs endocriniens. Les adeptes du végétarisme y sont davantage exposés mais l'ampleur du risque sanitaire potentiel n'est à ce jour pas établi.
- Les métaux lourds sont sujet de préoccupation, notamment la présence d'arsenic dans le riz et de méthyl-mercure dans le poisson. Une consommation modérée de ces produits et un choix judicieux et varié des poissons sont conseillés.
- Les mycotoxines des céréales, graines et fruits à coque sont un sujet de souci qui peut être écarté par une sélection des matières premières et des procédés technologiques adaptés.

Le recours aux professionnels de la santé afin de vérifier que les habitudes alimentaires sont équilibrées est recommandé pour les personnes dont l'alimentation est peu diversifiée qu'il s'agisse des sources d'approvisionnement (origines et producteurs) ou du type (nature ou classe) des produits consommés. Une enquête avec calcul diététique et un bilan biologique sanguin peuvent s'avérer nécessaires.

Ce conseil s'applique avec toute sa vigueur aux femmes enceintes et allaitantes, aux nourrissons/ enfants en bas âge (< 3 ans) et aux personnes âgées.

VII. COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL

La composition du Bureau et du Collège ainsi que la liste des experts nommés par arrêté royal se trouvent sur le site internet du CSS (page : [composition et fonctionnement](#)).

Tous les experts ont participé **à titre personnel** au groupe de travail. Leurs déclarations générales d'intérêts ainsi que celles des membres du Bureau et du Collège sont consultables sur le site internet du CSS (page : [conflits d'intérêts](#)).

Les experts suivants ont participé à l'élaboration et à l'approbation de l'avis. Le groupe de travail a été présidé par **Daniel BRASSEUR** et le secrétariat scientifique a été assuré par Michèle ULENS et Florence BERNARDY.

ALAOUI Amal	Diététique pédiatrique	ONE, CEDE
ANDJELKOVIC Mirjana	Toxicologie, résidus chimiques et contaminants	Sciensano
BRASSEUR Daniel	Pédiatrie, nutrition pédiatrique	ULB
DE HENAUW Stefaan	<i>Public Health Nutrition</i>	UGent
DE RONNE Nadine	Pédiatrie, nutrition pédiatrique	Kind & Gezin
HUYGHEBAERT André	Chimie & technologie; qualité & sécurité alimentaire	UGent
HUYSENTRUYT Koen	Pédiatrie, gastroentérologie, hépatologie et nutrition	UZ Brussel
LANGHENDRIES Jean-Paul	Pédiatrie, néonatalogie	CHC- Health Group – Mont Léglia – Liège
LEFEBVRE Céline	Diététique pédiatrique	EpiCURA, CEDE
MAINDIAUX Véronique	Nutrition et diététique	HE Vinci - Institut Paul Lambin
NEVE Jean	Chimie thérapeutique et sciences nutritionnelles	ULB
NICOLAS Charlotte	Diététique pédiatrique	LABIRIS, CEDE
NOTTE – DE RUYTER Agnes	Nutrition et diététique	UGent
SINDIC Marianne	Chimie & technologie alimentaire, qualité & sécurité alimentaire	ULiège
THIEBAUT Isabelle	Diététique, santé publique, épidémiologie	MR Comte d'Egmont, CEDE
VAN WINCKEL Myriam	Pédiatrie, gastroentérologie, hépatologie et nutrition	UGent
XHONNEUX Annick	Diététique, santé publique, épidémiologie	CHC- Health Group – Mont-Léglia – Liège ; Haute Ecole de la Province de Liège

Les experts suivants ont été consultés¹⁸ :

VAN DEN BROECKE Nina	Nutrition et diététique	Odisee Hogeschool
VAN HEMELRYCK Nena	Nutrition et diététique	VBVD

Le groupe de travail permanent en charge du domaine « Nutrition, alimentation et santé, y compris sécurité alimentaire » (NASSA) a approuvé l'avis. Le groupe de travail permanent a été présidé par **Stefaan DE HENAUW** et le secrétariat scientifique a été assuré par Michèle ULENS et Florence BERNARDY.

BRASSEUR Daniel	Pédiatrie, nutrition pédiatrique	ULB
DE BACKER Guy	Médecine préventive, santé publique, épidémiologie	UGent
DE HENAUW Stefaan	<i>Public Health Nutrition</i>	UGent
DELZENNE Nathalie	Nutrition, toxicologie	UCLouvain
GOYENS Philippe	Pédiatrie, nutrition pédiatrique	ULB
HUYGHEBAERT André	Chimie et technologie ; qualité et sécurité des aliments	UGent
LOGNAY Georges	<i>Analytical Chemistry applied to agro-food sciences and chemical ecology</i>	ULiège - Gembloux Agro-Bio-Tech
MAINDIAUX Véronique	Nutrition et diététique	HE Vinci - Institut Paul Lambin
NEVE Jean	Chimie thérapeutique et sciences nutritionnelles	ULB
PUSSEMIER Luc	Résidus et contaminants, risques chimiques	CODA-CERVA
SCHNEIDER Yves-Jacques	Toxicologie, biochimie métabolique, nutrition, biotechnologie	UCLouvain
VANHAUWAERT Erika	Diététique, alimentation et santé	UC Leuven-Limburg

Les administrations et/ou les cabinets ministériels suivants ont été entendus :

LAQUIERE Isabelle	Étiquetage des denrées alimentaires, allégations nutritionnelles et de santé	SPF SPSCAE - DG4
SEEUWS Carine	Diététique, composition des aliments	NUBEL
VINKX Christine	<i>Nutrition policy and Food safety</i>	SPF SPSCAE - DG4

¹⁸ Les experts consultés ne contribuent en tant qu'expert qu'à des sections spécifiques de l'avis et ne sont pas co-auteurs de la version finale de l'avis.

Cet avis a été traduit par un bureau externe.

Au sujet du Conseil supérieur de la santé (CSS)

Le Conseil supérieur de la santé est un organe d'avis fédéral dont le secrétariat est assuré par le Service fédéral santé publique, sécurité de la chaîne alimentaire et environnement. Il a été fondé en 1849 et rend des avis scientifiques relatifs à la santé publique aux ministres de la Santé publique et de l'environnement, à leurs administrations et à quelques agences. Ces avis sont émis sur demande ou d'initiative. Le CSS s'efforce d'indiquer aux décideurs politiques la voie à suivre en matière de santé publique sur base des connaissances scientifiques les plus récentes.

Outre son secrétariat interne composé d'environ 25 collaborateurs, le Conseil fait appel à un large réseau de plus de 500 experts (professeurs d'université, collaborateurs d'institutions scientifiques, acteurs de terrain, etc.), parmi lesquels 300 sont nommés par arrêté royal au titre d'expert du Conseil. Les experts se réunissent au sein de groupes de travail pluridisciplinaires afin d'élaborer les avis.

En tant qu'organe officiel, le Conseil supérieur de la santé estime fondamental de garantir la neutralité et l'impartialité des avis scientifiques qu'il délivre. A cette fin, il s'est doté d'une structure, de règles et de procédures permettant de répondre efficacement à ces besoins et ce, à chaque étape du cheminement des avis. Les étapes clé dans cette matière sont l'analyse préalable de la demande, la désignation des experts au sein des groupes de travail, l'application d'un système de gestion des conflits d'intérêts potentiels (reposant sur des déclarations d'intérêt, un examen des conflits possibles, et une Commission de déontologie) et la validation finale des avis par le Collège (organe décisionnel du CSS, constitué de 30 membres issus du pool des experts nommés). Cet ensemble cohérent doit permettre la délivrance d'avis basés sur l'expertise scientifique la plus pointue disponible et ce, dans la plus grande impartialité possible.

Après validation par le Collège, les avis sont transmis au requérant et au ministre de la Santé publique et sont rendus publics sur le site internet (www.hgr-css.be). Un certain nombre d'entre eux sont en outre communiqués à la presse et aux groupes cibles concernés (professionnels du secteur des soins de santé, universités, monde politique, associations de consommateurs, etc.).

Si vous souhaitez rester informé des activités et publications du CSS, vous pouvez envoyer un mail à l'adresse suivante : info.hgr-css@health.belgium.be.



www.css-hgr.be



Cette publication ne peut être vendue.



service public fédéral
**SANTÉ PUBLIQUE
SÉCURITÉ DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE
ET ENVIRONNEMENT**