



**HAL**  
open science

## Les compléments alimentaires : les risques d'une surconsommation

Philippe Castelli

► **To cite this version:**

Philippe Castelli. Les compléments alimentaires : les risques d'une surconsommation. Sciences pharmaceutiques. 2020. dumas-02951190

**HAL Id: dumas-02951190**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02951190>**

Submitted on 28 Sep 2020

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

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

## **THÈSE**

PRÉSENTÉE ET PUBLIQUEMENT SOUTENUE  
DEVANT LA FACULTÉ DE PHARMACIE DE MARSEILLE

**LE LUNDI 28 SEPTEMBRE 2020**

PAR

**M. PHILIPPE CASTELLI**  
NÉ LE 7 AVRIL 1994 À MARSEILLE (13)

EN VUE D'OBTENIR  
**LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE**

TITRE :

**LES COMPLÉMENTS ALIMENTAIRES :  
LES RISQUES D'UNE SURCONSOMMATION**

JURY :

Président : Pr. Frédérique GRIMALDI

Membres : Dr. Édouard LAMY

Dr. Marie-Françoise GERMAIN



## **THÈSE**

PRÉSENTÉE ET PUBLIQUEMENT SOUTENUE  
DEVANT LA FACULTÉ DE PHARMACIE DE MARSEILLE

**LE LUNDI 28 SEPTEMBRE 2020**

PAR

**M. PHILIPPE CASTELLI**  
NÉ LE 7 AVRIL 1994 À MARSEILLE (13)

EN VUE D'OBTENIR  
**LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE**

TITRE :

**LES COMPLÉMENTS ALIMENTAIRES :  
LES RISQUES D'UNE SURCONSOMMATION**

JURY :

Président : Pr. Frédérique GRIMALDI

Membres : Dr. Édouard LAMY

Dr. Marie-Françoise GERMAIN

27 Boulevard Jean Moulin – 13385 MARSEILLE Cedex 05  
Tel. : 04 91 83 55 00 – Fax : 04 91 80 26 12

**ADMINISTRATION :**

<i>Doyen :</i>	Mme Françoise DIGNAT-GEORGE
<i>Vice-Doyens :</i>	M. Jean-Paul BORG, M. François DEVRED, M. Pascal RATHELOT
<i>Chargés de Mission :</i>	Mme Pascale BARBIER, M. David BERGE-LEFRANC, Mme Manon CARRE, Mme Caroline DUCROS, Mme Frédérique GRIMALDI, M. Guillaume HACHE
<i>Conseiller du Doyen :</i>	M. Patrice VANELLE
<i>Doyens honoraires :</i>	M. Patrice VANELLE, M. Pierre TIMON-DAVID,
<i>Professeurs émérites :</i>	M. José SAMPOL, M. Athanassios ILIADIS, M. Henri PORTUGAL, M. Philippe CHARPIOT
<i>Professeurs honoraires :</i>	M. Guy BALANSARD, M. Yves BARRA, Mme Claudette BRIAND, M. Jacques CATALIN, Mme Andrée CREMIEUX, M. Aimé CREVAT, M. Gérard DUMENIL, M. Alain DURAND, Mme Danielle GARÇON, M. Maurice JALFRE, M. Joseph JOACHIM, M. Maurice LANZA, M. José MALDONADO, M. Patrick REGLI, M. Jean-Claude SARI
<i>Chef des Services Administratifs :</i>	Mme Florence GAUREL
<i>Chef de Cabinet :</i>	Mme Aurélie BELENGUER
<i>Responsable de la Scolarité :</i>	Mme Nathalie BESNARD

**DEPARTEMENT BIO-INGENIERIE PHARMACEUTIQUE**

Responsable : Professeur Philippe PICCERELLE

**PROFESSEURS**

BIOPHYSIQUE	M. Vincent PEYROT M. Hervé KOVACIC
GENIE GENETIQUE ET BIOINGENIERIE	M. Christophe DUBOIS
PHARMACIE GALENIQUE, PHARMACOTECHNIE INDUSTRIELLE, BIOPHARMACIE ET COSMETOLOGIE	M. Philippe PICCERELLE

## MAITRES DE CONFERENCES

BIOPHYSIQUE

M. Robert GILLI  
Mme Odile RIMET-GASPARINI  
Mme Pascale BARBIER  
M. François DEVRED  
Mme Manon CARRE  
M. Gilles BREUZARD  
Mme Alessandra PAGANO

GENIE GENETIQUE ET BIOTECHNOLOGIE

M. Éric SEREE-PACHA  
Mme Véronique REY-BOURGAREL

PHARMACIE GALENIQUE, PHARMACOTECHNIE INDUSTRIELLE,  
BIOPHARMACIE ET COSMETOLOGIE

M. Pascal PRINDERRE  
M. Emmanuel CAUTURE  
Mme Véronique ANDRIEU  
Mme Marie-Pierre SAVELLI

BIO-INGENIERIE PHARMACEUTIQUE ET BIOTHERAPIES  
PHARMACO ECONOMIE, E-SANTE

M. Jérémy MAGALON  
Mme Carole SIANI

## ENSEIGNANTS CONTRACTUELS

ANGLAIS

Mme Angélique GOODWIN

## DEPARTEMENT BIOLOGIE PHARMACEUTIQUE

Responsable : Professeur Françoise DIGNAT-GEORGE

## PROFESSEURS

BIOLOGIE CELLULAIRE

M. Jean-Paul BORG

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Mme Françoise DIGNAT-GEORGE  
Mme Laurence CAMOIN-JAU  
Mme Florence SABATIER-MALATERRE  
Mme Nathalie BARDIN

MICROBIOLOGIE

M. Jean-Marc ROLAIN  
M. Philippe COLSON

PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE, HYGIENE ET  
ZOOLOGIE

Mme Nadine AZAS-KREDER

## MAITRES DE CONFERENCES

BIOCHIMIE FONDAMENTALE, MOLECULAIRE ET CLINIQUE

M. Thierry AUGIER  
M. Édouard LAMY  
Mme Alexandrine BERTAUD  
Mme Claire CERINI  
Mme Edwige TELLIER  
M. Stéphane POITEVIN

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Mme Aurélie LEROYER  
M. Romaric LACROIX  
Mme Sylvie COINTE

MICROBIOLOGIE

Mme Michèle LAGET  
Mme Anne DAVIN-REGLI  
Mme Véronique ROUX  
M. Fadi BITTAR  
Mme Isabelle PAGNIER  
Mme Sophie EDOUARD  
M. Seydina Mouhamadou DIENE

PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE, HYGIENE ET ZOOLOGIE

Mme Carole DI GIORGIO  
M. Aurélien DUMETRE  
Mme Magali CASANOVA  
Mme Anita COHEN

BIOLOGIE CELLULAIRE

Mme Anne-Catherine LOUHMEAU

## ATER

BIOCHIMIE FONDAMENTALE, MOLECULAIRE ET CLINIQUE

Mme Anne-Claire DUCHEZ

BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLECULAIRE

Mme Alexandra WALTON

## A.H.U.

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Mme Mélanie VELIER

## DEPARTEMENT CHIMIE PHARMACEUTIQUE

Responsable : Professeur Patrice VANELLE

## PROFESSEURS

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION

Mme Catherine BADENS

CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES

M. David BERGE-LEFRANC

CHIMIE MINERALE ET STRUCTURALE – CHIMIE THERAPEUTIQUE

M. Pascal RATHELOT  
M. Maxime CROZET

CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE

M. Patrice VANELLE  
M. Thierry TERME

PHARMACOGNOSIE, ETHNOPHARMACOGNOSIE

Mme Evelyne OLLIVIER

## MAITRES DE CONFERENCES

BOTANIQUE ET CRYPTOLOGAMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE	Mme Anne FAVEL Mme Joëlle MOULIN-TRAFFORT
CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	Mme Catherine DEFOORT M. Alain NICOLAY Mme Estelle WOLFF Mme Élise LOMBARD Mme Camille DESGROUAS M. Charles DESMACHELIER
CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. Pierre REBOUILLON
CHIMIE THERAPEUTIQUE	Mme Sandrine ALIBERT Mme Caroline DUCROS M. Marc MONTANA Mme Manon ROCHE Mme Fanny MATHIAS
CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE HYDROLOGIE	M. Armand GELLIS M. Christophe CURTI Mme Julie BROGGI M. Nicolas PRIMAS M. Cédric SPITZ M. Sébastien REDON
PHARMACOGNOSIE, ETHNOPHARMACOLOGIE	M. Riad ELIAS Mme Valérie MAHIOU-LEDDET Mme Sok Siya BUN Mme Béatrice BAGHDIKIAN

## MAITRES DE CONFERENCE ASSOCIES A TEMPS PARTIEL (M.A.S.T.)

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	Mme Anne-Marie PENET-LOREC
CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. Cyril PUJOL
DROIT ET ECONOMIE DE LA PHARMACIE	M. Marc LAMBERT
GESTION PHARMACEUTIQUE, PHARMACOECONOMIE ET ETHIQUE PHARMACEUTIQUE OFFICINALE, DROIT ET COMMUNICATION PHARMACEUTIQUES A L'OFFICINE ET GESTION DE LA PHARMAFAC	Mme Félicia FERRERA

## A.H.U.

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	M. Mathieu CERINO
--	-------------------

## ATER

CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. Duje BURIC
---	---------------



**DEPARTEMENT MEDICAMENT ET SECURITE SANITAIRE**

Responsable : Professeur Benjamin GUILLET

**PROFESSEURS**

PHARMACIE CLINIQUE	M. Stéphane HONORÉ
PHARMACODYNAMIE	M. Benjamin GUILLET
TOXICOLOGIE ET PHARMACOCINETIQUE	M. Bruno LACARELLE Mme Frédérique GRIMALDI M. Joseph CICCOLINI

**MAITRES DE CONFERENCES**

PHARMACODYNAMIE	M. Guillaume HACHE Mme Ahlem BOUHLEL M. Philippe GARRIGUE
PHYSIOLOGIE	Mme Sylviane LORTET Mme Emmanuelle MANOS-SAMPOL
TOXICOLOGIE ET PHARMACOCINETIQUE	Mme Raphaëlle FANCIULLINO Mme Florence GATTACECCA
TOXICOLOGIE GENERALE ET PHARMACIE CLINIQUE	M. Pierre-Henri VILLARD Mme Caroline SOLAS-CHEsNEAU Mme Marie-Anne ESTEVE

**A.H.U.**

PHYSIOLOGIE / PHARMACOLOGIE	Mme Anaïs MOYON
PHARMACIE CLINIQUE	M. Florian CORREARD

**ATER.**

TOXICOLOGIE ET PHARMACOCINETIQUE	Mme Anne RODALLEC
----------------------------------	-------------------

## **CHARGES D'ENSEIGNEMENT A LA FACULTE**

Mme Valérie AMIRAT-COMBRALIER, Pharmacien-Praticien hospitalier

M. Pierre BERTAULT-PERES, Pharmacien-Praticien hospitalier

Mme Marie-Hélène BERTOCCHIO, Pharmacien-Praticien hospitalier

Mme Martine BUES-CHARBIT, Pharmacien-Praticien hospitalier

M. Nicolas COSTE, Pharmacien-Praticien hospitalier

Mme Sophie GENSOLLEN, Pharmacien-Praticien hospitalier

M. Sylvain GONNET, Pharmacien titulaire

Mme Florence LEANDRO, Pharmacien adjoint

M. Stéphane PICHON, Pharmacien titulaire

M. Patrick REGGIO, Pharmacien conseil, DRSM de l'Assurance Maladie

Mme Clémence TABELLE, Pharmacien-Praticien attaché

Mme TONNEAU-PFUG, Pharmacien adjoint

M. Badr Eddine TEHHANI, Pharmacien – Praticien hospitalier

M. Joël VELLOZZI, Expert-Comptable

Mise à jour le 23 janvier 2020

*« L'Université n'entend donner aucune approbation, ni improbation aux opinions émises dans les thèses. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs. »*

## **Remerciements**

Madame le Président et ma Directrice de thèse, le Professeur Frédérique Grimaldi qui m'a accompagnée tout au long de mes études et surtout pendant l'élaboration de ma thèse. Merci d'avoir accepté de présider ce jury et de diriger ma thèse.

Le Docteur Édouard Lamy qui a accepté très spontanément de participer à mon jury, malgré les conditions sanitaires actuelles. C'est pour moi un honneur de vous compter dans mon jury.

Le Docteur Marie-Françoise Germain, qui m'a tout appris du métier de pharmacien d'officine. En effet, j'ai eu la chance d'effectuer l'ensemble de mes stages au sein de son équipe. Je suis heureux d'avoir pu commencer en tant qu'employé dans son entreprise. Merci pour toute la confiance que vous m'avez accordée.

Je tiens à remercier l'équipe de la Pharmacie Hubert-Germain, merci au Docteur Clémentine Hubert-Pourcel qui a contribué à ma formation et m'a donné mes premières responsabilités. Je remercie l'ensemble de l'équipe, Annie et Valérie qui ont contribué à m'apprendre la conscience professionnelle et la rigueur indispensable au métier de pharmacien. Je n'oublie pas non plus Mélissa qui a débuté en même temps que moi dans cette pharmacie.

A mes parents, pour m'avoir toujours soutenu tout au long de ces années qui ne furent pas simples. Ma mère, pour toutes les heures où elle est restée avec moi pour m'encourager dans cette thèse mais aussi dans ces études. Mon père, qui a toujours cru en moi. Sans eux, je ne serai pas ici aujourd'hui.

A mes grands-parents, qui ne peuvent pas être ici à cause de la situation actuelle, mais qui je sais sont fiers de moi et ont toujours été près de moi. Merci pour tout ce que vous m'avez appris.

A mon grand-frère, qui m'a toujours poussé à me dépasser et qui m'a montré la voie à suivre.

A Bérengère, pour ton soutien constant ; tu m'as toujours encouragé et supporté malgré la distance. Pour ton temps passé dans la relecture de cette thèse. Je sais que tu es et seras toujours là pour moi. A ses parents, pour leur gentillesse et l'accompagnement dont ils font preuve.

A ma tante et la famille Ribero, pour votre soutien familial.

A Roch, pour ces moments que l'on a partagé depuis tout ce temps et à notre profonde amitié. Merci d'avoir effectué le déplacement aujourd'hui.

A Laurent, merci d'avoir fait le déplacement pour cette soutenance. Elle ne serait pas la même sans toi. A notre amitié sans faille depuis le lycée où nous nous sommes connus.

A ma binôme Annabelle, qui depuis la PACES a dû me supporter en cours et en TP, on aura quand même réussi à bien rigoler même dans les moments plus difficiles...

A Oriane et Jérémy, vous êtes la rencontre de mes études, elles n'auraient pas été les mêmes sans vous, et toutes ces soirées que l'on aura partagées. Merci pour votre soutien.

A Meryl et Quentin, je suis très heureux d'avoir pu vous rencontrer, que vous soyez présent, maintenant c'est à votre tour et je viendrai pour assister à vos soutenances. Merci à vous aussi pour votre soutien.

A mes amis, qui m'ont accompagné et apporté de la bonne humeur au cours de mes études :

- De la faculté : Adrien, Cécilia, Chloé, Elodie, François, Julia, Julie, Kalil, Marie, Maxime L., Maxime R., Pierre Adrien, Raphaël, Steven, Vincent.
- En dehors : Clément, Elodie, Kim, Matthias, Maurin, Nils, Sephora, Sylvain.

A toutes les personnes que j'ai pu rencontrer à l'AE2P pour les bons souvenirs partagés.

A mes amis des 2 Alpes, avec qui j'ai grandi et passé des moments inoubliables... Adrien, Benjamin, Clémence, Cyril, Sébastien, Sixtine. A l'ESF des 2 Alpes, Jonathan, Marie-Laure, Pierre-Alain et Yves.

A l'institut Vallier, Alain, Davy, Michel et les amis du club pour les valeurs que le judo m'a apprises.

J'aurais aimé pouvoir tous vous convier en ce jours, mais les circonstances actuelles en ont décidé autrement... Nous fêterons ça plus tard !

## Table des matières

<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>11</b>
<b>LISTE DES ABREVIATIONS</b> .....	<b>17</b>
<b>TABLE DES TABLEAUX</b> .....	<b>19</b>
<b>TABLE DES FIGURES</b> .....	<b>19</b>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>20</b>
<b>I. DEFINITIONS</b> .....	<b>22</b>
A. LA NUTRITION.....	22
1. <i>Diététique</i> .....	22
2. <i>Aliments</i> .....	23
3. <i>Nutriments</i> .....	26
4. <i>Compléments alimentaires</i> .....	26
a. Les suppléments alimentaires .....	27
b. Les compléments nutritionnels oraux.....	28
c. Les allégations nutritionnelles.....	28
B. LES CALORIES, LES BESOINS ENERGETIQUES.....	29
1. <i>La notion de calories</i> .....	29
2. <i>Les notions de besoins nutritionnels et énergétiques</i> .....	29
C. LES REPERES UTILISES EN NUTRITION.....	31
1. <i>L'ANC</i> .....	31
2. <i>Les BNM, RNP, AS, IR, LSS</i> .....	32
3. <i>Les références nutritionnelles</i> .....	34
4. <i>Le Ciqua</i> .....	36
<b>II. LES MACRONUTRIMENTS</b> .....	<b>37</b>
A. LES PROTEINES ET ACIDES AMINES .....	37
1. <i>La caséine</i> .....	40
2. <i>Les protéines de lactosérum</i> .....	41
3. <i>Les protéines de soja</i> .....	41
4. <i>Les protéines à activité enzymatique</i> .....	42
5. <i>La bromélaïne ou bromélaïne</i> .....	42

6.	<i>La papaïne</i> .....	43
7.	<i>La lactase</i> .....	43
8.	<i>Les protéines de choc thermique</i> .....	43
9.	<i>L'arginine</i> .....	44
10.	<i>La glutamine</i> .....	45
11.	<i>La taurine</i> .....	46
12.	<i>Les acides aminés à chaînes ramifiées</i> .....	47
13.	<i>La citrulline</i> .....	49
B.	LES LIPIDES .....	50
1.	<i>Les acides gras polyinsaturés oméga-3 ou n-3</i> .....	51
2.	<i>Les acides gras polyinsaturés oméga-6 ou n-6</i> .....	53
C.	LES GLUCIDES.....	54
<b>III.</b>	<b>LES MICRONUTRIMENTS .....</b>	<b>56</b>
A.	LES MINERAUX .....	56
1.	<i>Le calcium</i> .....	56
2.	<i>Le magnésium</i> .....	59
3.	<i>Le phosphore</i> .....	60
4.	<i>Le potassium</i> .....	62
B.	LES OLIGOELEMENTS .....	63
1.	<i>Le manganèse</i> .....	63
2.	<i>Le cuivre</i> .....	65
3.	<i>Le fer</i> .....	66
4.	<i>Le sélénium</i> .....	68
5.	<i>Le zinc</i> .....	70
6.	<i>Le chrome</i> .....	72
7.	<i>L'iode</i> .....	73
C.	LES VITAMINES .....	75
1.	<i>Les vitamines hydrosolubles</i> .....	75
a.	La vitamine B1 .....	75
b.	La vitamine B2 .....	77
c.	La vitamine B3 .....	79
d.	La vitamine B5 .....	81



e.	La vitamine B6 .....	82
f.	La vitamine B8 .....	84
g.	La vitamine B9 .....	85
h.	La vitamine B12.....	87
i.	La vitamine C .....	89
2.	<i>Les vitamines liposolubles.....</i>	<i>91</i>
a.	La vitamine A.....	91
b.	La vitamine D.....	93
c.	La vitamine E .....	95
d.	La vitamine K.....	97
<b>IV.</b>	<b>LES CAUSES DU RISQUE DE SURCONSOMMATION ET LE ROLE DU</b>	
	<b>PHARMACIEN .....</b>	<b>99</b>
A.	LA PLACE DES COMPLEMENTS ALIMENTAIRES DANS LA POPULATION .....	99
B.	LES CIRCUITS DE DISTRIBUTIONS DES COMPLEMENTS ALIMENTAIRES .....	101
C.	LE ROLE DU PHARMACIEN DANS LA PREVENTION DU RISQUE DE SURCONSOMMATION .....	104
	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>106</b>
	<b>ANNEXES .....</b>	<b>108</b>
A.	ANNEXE DU REGLEMENT CE N°1924/2006 DU PARLEMENT EUROPEEN ET DU CONSEIL DU 20 DECEMBRE 2006 CONCERNANT LES ALLEGATIONS NUTRITIONNELLES ET DE SANTE PORTANT SUR LES DENREES ALIMENTAIRES(51).....	108
B.	TABLEAU DE SYNTHESE DES MACRONUTRIMENTS ET MICRONUTRIMENTS.....	116
C.	ANNEXE DES DONNEES DU CHIFFRE D’AFFAIRE DES CIRCUITS DE DISTRIBUTION .....	144
	<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>145</b>
	<b>SERMENT DE GALIEN .....</b>	<b>150</b>

## **Liste des abréviations**

**AACR** : Acides Aminés à Chaînes Ramifiées

**ACP** : Acyl Carrier Protein

**ADN** : Acide DésoxyriboNucléique

**AET** : Apport Energétique Total

**AFSSAPS** : Agence Française de Sécurité Sanitaire et des Produits de Santé

**AGPI** : Acides Gras Polyinsaturés

**ALA** : Acide Alpha-Linolénique

**AMM** : Autorisation de Mise sur le Marché

**AMP** : Adénosine MonoPhosphate

**ANC** : Apport Nutritionnel Conseillé

**ANSES** : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

**ARA** : Acide ARachidonique

**ARN** : Acide RiboNucléique

**AS** : Apport Satisfaisant

**AVC** : Accident Vasculaire Cérébral

**BEJ** : Besoin Energétique Journalier

**BNM** : Besoins Nutritionnels Moyens

**CES** : Comité d'Experts Spécialisés

**Ciqual** : Centre d'Information sur la Qualité des Aliments

**CoA** : Coenzyme A

**CREDOC** : Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de Vie

**DGCCRF** : Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes

**DGS** : Direction Générale de la Santé

**DHA** : Acide docosahexaénoïque

**EFSA** : European Food Safety Authority

**EPA** : Acide EicosaPentaénoïque

**ER** : Equivalent Rétinol

**FAD** : Flavine DiNucléotide

**FMN** : Flavine MonoNucléotide

**HAS** : Haute Autorité de Santé  
**HDL** : High Density Lipoprotein  
**INCA** : Individuelles Nationales des Consommations Alimentaires  
**IOM** : Institute Of Medecine  
**IPP** : Inhibiteur de la Pompe à Protons  
**IR** : Intervalle de Référence  
**LA** : Acide Linoléique  
**LDL** : Low Density Lipoprotein  
**LSS** : Limite Supérieure de Sécurité  
**NAD<sup>+</sup>** : Nicotinamide Adénine Dinucléique  
**NADP<sup>+</sup>** : Nicotinamide Adénine Dinucléique Phosphate  
**NAP** : Niveau d'Activité Physique  
**P** : 5-Phosphate  
**PL** : Pyridoxal  
**PLP** : Phosphate de Pyridoxal  
**PM** : Pyridoxamine  
**PMP** : Phosphate de Pyridoxamine  
**PN** : Pyridoxine  
**PNA** : Programme National pour l'Alimentation  
**PNP** : Phosphate de Pyridoxine  
**PLS** : Protéines de lactosérum  
**pH** : potentiel Hydrogène  
**PNNS** : Plan National de Nutrition Santé  
**PP** : Pellagra Preventive  
**RNP** : Référence Nutritionnelle pour la Population  
**THF** : Tétrahydrofolate  
**TPP** : Pyrophosphate de Thiamine  
**VLDL** : Very Low Density Lipoprotein  
**5-MTHF** : 5-Méthyl-Tétrahydrofolate

## **Table des tableaux**

Tableau n°1 : Catégorisation des aliments.....	25
Tableau n°2 : Terminologie des références nutritionnelles en fonction des pays .....	33
Tableau n°3 : Récapitulatif des références nutritionnelles en macronutriments énergétiques pour les hommes et les femmes adultes .....	34
Tableau n°4 : Estimation du métabolisme de base (kcal/j) selon la taille médiane de la population rapportée par l'étude INCA2 et selon cinq équations prédictives retenues par l'EFSA.....	35
Tableau n°5 : Liste des acides aminés protéinogènes.....	39
Tableau n°6 : Le taux de croissance des circuits de distribution des compléments alimentaires en France entre 2009 et 2019 .....	102

## **Table des figures**

Figure n°1 : La pyramide alimentaire .....	24
Figure n°2 : Besoin énergétique (kcal/j), pour un NAP médian de 1,63, des hommes et des femmes estimés selon l'âge et l'équation prédictive du métabolisme de base .....	36
Figure n°3 : Composition des compléments alimentaires consommés au cours des 12 derniers mois de l'étude INCA 2 (adultes).....	100
Figure n°4 : Évolution de la répartition du marché des compléments alimentaires en France par les circuits de distribution.....	103

## **Introduction**

La nutrition a pris une place de plus en plus importante en France au cours de ces vingt dernières années. Depuis 2001, la France a mis en place une politique nutritionnelle de santé publique avec l'élaboration de plans nationaux de nutrition santé quinquennaux (2001-2005, 2006-2010, 2011-2015, 2019-2023), accompagnés d'études Individuelles Nationales des Consommations Alimentaires (INCA). Celles-ci ont permis de s'intéresser plus précisément à la consommation alimentaire, mais aussi à la consommation des compléments alimentaires de la population française.

Les compléments alimentaires sont des denrées ayant pour but de compléter un régime alimentaire normal. Ils sont composés de macronutriments (protéines, lipides et glucides) et de micronutriments (minéraux, oligoéléments et vitamines). Le risque de surconsommation peut prendre différentes formes avec : une consommation dépassant les limites de sécurité, une interaction médicamenteuse, l'état de santé de la personne, ou encore le circuit de distribution. Ce risque est accru par les médias, les réseaux sociaux et internet, qui ont été la cible de nombreuses publicités vantant les bienfaits des compléments alimentaires et qui semblent être devenus la solution à beaucoup de maux de tous les jours.

La population française devient soucieuse d'avoir une alimentation de qualité (avec un essor de la consommation « bio ») et s'intéresse d'avantage aux compléments alimentaires et aux bienfaits que ceux-ci peuvent apporter à leur santé. Cela reflète une volonté de vivre plus longtemps et en bonne santé physique et morale.

Le pharmacien est quotidiennement confronté à cette nouvelle demande, pour accompagner un traitement ou pour soulager certains troubles mineurs et améliorer le confort de vie. La patientèle est persuadée de l'innocuité de ces compléments. Il est donc intéressant de se demander s'il n'existe pas un risque de surconsommation des compléments alimentaires et s'il y a une solution pour le limiter.

Dans ce travail, nous allons nous intéresser dans un premier temps à définir les notions de bases et essentielles concernant la nutrition. Dans un deuxième temps, nous

allons voir les caractéristiques des principaux nutriments, au sein des macronutriments et des micronutriments qui composent notre alimentation. Leurs spécificités et leurs risques seront synthétisés dans un tableau. Enfin, nous pourrions mettre en évidence les risques liés à une surconsommation des compléments alimentaires ainsi que l'importance du rôle du pharmacien dans le conseil et la délivrance de ceux-ci, pour essayer de limiter ces risques. Ce travail a pour but d'avoir les connaissances nécessaires afin de répondre à cette demande de compléments alimentaires qui est en plein essor.

# **I. Définitions**

Nous allons tout d'abord voir quelques définitions et notions essentielles pour la compréhension du sujet.

## **A. La nutrition**

La nutrition est une science qui étudie les liens entre l'alimentation et la santé. Elle correspond à l'utilisation des aliments par les individus pour leur croissance et le maintien de leurs fonctions vitales.

Cette notion prend en compte les processus physiologiques de transformation des aliments en nutriments (le métabolisme) et les circonstances pathologiques (dénutrition, diabète...) qui peuvent la modifier.

Lorsqu'il y aura un déficit alimentaire ou un apport insuffisant, nous parlerons de dénutrition. Si les apports sont déséquilibrés, en qualité ou en quantité insuffisante ou excessive (surconsommation), nous parlerons de malnutrition.

### **1. Diététique**

La diététique est un régime, un art de vivre, une science de l'alimentation équilibrée avec l'étude et le contrôle du régime alimentaire(1). Elle s'intéresse aux aliments avec leurs spécificités nutritionnelles (calories, micronutriments, vitamines) et leurs préparations (mode de cuisson, de conservation...) qui peuvent modifier les apports nutritionnels.

Il existe dans la population des comportements alimentaires dépendants d'aspects psychologiques, environnementaux, politiques ou culturels qui sont influencés par des facteurs socio-économiques.

Les choix diététiques des individus sont déterminés par le cerveau(2). Il est constitué d'une part du cortex qui va recueillir les informations qui seront « interprétées » par le système limbique(3) et qui permettra la prise de décision avec la notion de plaisir. D'autre part, du cerveau « reptilien » ou basal présent pour prendre une décision et ainsi assurer la survie de l'individu (passer au-dessus du dégoût).

## **2. Aliments**

Le terme « denrée alimentaire » ou « aliment » correspond à « *toute substance ou produit, transformé, partiellement transformé ou non transformé, destiné à être ingéré ou raisonnablement susceptible d'être ingéré par l'être humain.*

*Il ne couvre pas :*

- a) les aliments pour animaux ;*
- b) les animaux vivants à moins qu'ils ne soient préparés en vue de la consommation humaine ;*
- c) les plantes avant leur récolte ;*
- d) les médicaments au sens des directives »(4).*



## La pyramide alimentaire

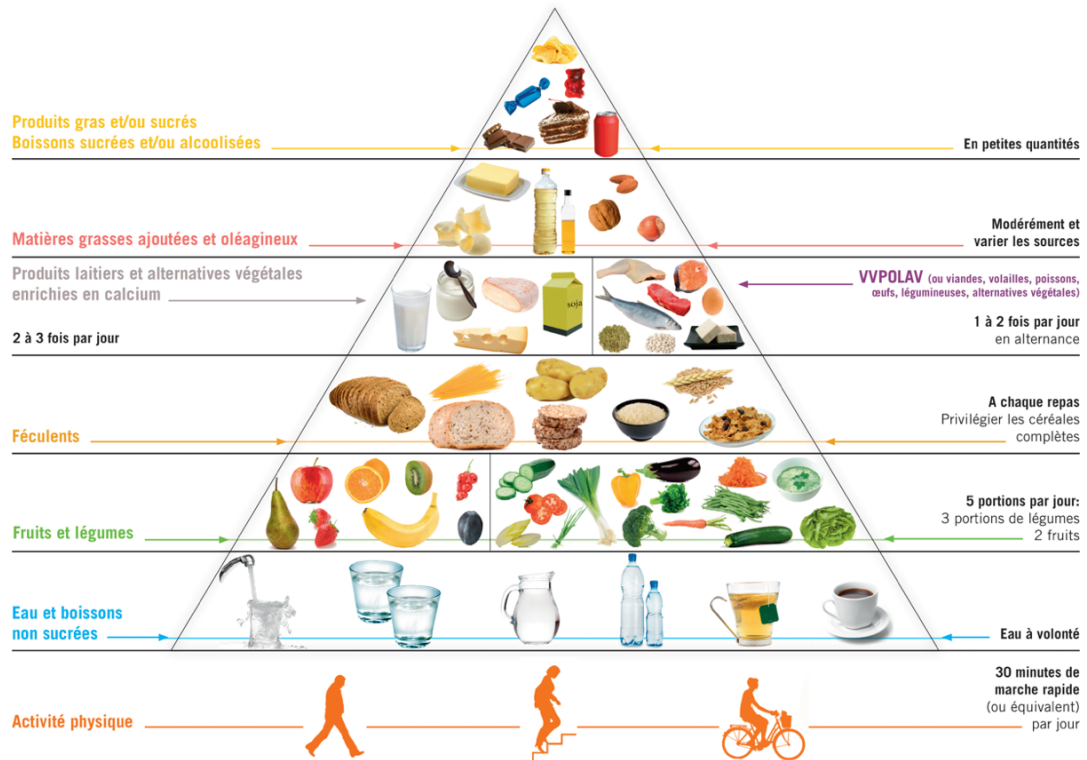


Figure n°1 : La pyramide alimentaire(5)

Les denrées alimentaires et leurs apports conseillés sont regroupés en groupes d'aliments (pour une activité physique modérée de 30 minutes de marche ou équivalents) :

- Produits sucrés (en petites quantités),
- Corps gras (modérer l'apport et varier les sources),
- Produits laitiers ou alternatives végétales enrichies en calcium (2 à 3 fois par jour),
- Viandes, poissons, œufs ou alternatives végétales (1 à 2 fois par jour),
- Céréales, féculents (à chaque repas),
- Fruits et légumes frais (5 portions par jour),
- Boissons non sucrées, eau (à volonté et au moins 1,5 L par jour).

Groupes d'aliments (PNNS 2001)	Sous-groupes établis	Exemples d'aliments	Groupes actualisés
Fruits et légumes	Fruits frais	Pommes, bananes, oranges	Fruits et légumes
	Fruits secs	Abricots secs, pruneaux	
	Fruits transformés	Compotes, fruits au sirop	
	Légumes	Courgettes, carottes, tomates, haricots-verts, maïs doux, petit-pois	
	Oléagineux	Noix, amandes	
Féculeux : Pains, céréales, pommes de terre et légumes secs	Pain et produits de panification complets	Pain et biscottes complets	Féculeux
	Pain et produits de panification raffinés	Pain et biscottes blancs	
	Produits à base d'amidon, transformés sucrés/gras	Céréales de petit-déjeuner	
	Produits à base d'amidon, transformés salés/gras	Frites, biscuits apéritifs	
	Autres féculeux complets	Riz complet, blé complet	
	autres féculeux raffinés	Riz, pâtes, pomme de terre bouillies	
	Légumineuses	Lentilles, pois chiches, fèves	Légumineuses
Viandes et volailles, produits de la pêche, œufs	Charcuterie	Saucisse, jambon, pâtés	Viandes et charcuteries, produits de la pêche, œufs (VPO)
	Œufs	Œufs	
	Poissons gras	Saumon, maquereau, sardine, hareng	
	Autres poissons, mollusques et crustacés	Cabillaud, bar, dorade, moules, crevettes	
	Viande hors volaille	Bœuf, veau, porc, mouton, agneau, cheval, abats, gibier	
	volaille	Poulet, canard	
Lait et produits laitiers	Desserts sucrés lactés	Crèmes dessert, crèmes glacées	Lait et produits laitiers
	Fromages	Fromages à pâte molle, pressée	
	Lait	Lait demi-écrémé, lait entier	
	Produits laitiers frais nature	Yaourts nature, fromages blancs	
	Produits laitiers frais sucrés	Yaourts sucrés	
Matières grasses ajoutées	Beurre et beurres allégés	Beurre	Matières grasses ajoutées
	Huiles végétales riches ALA	Huile de colza, de noix	
	Huiles végétales pauvres en ALA et margarines	Huile de tournesol, huile d'olive	
	Sauces crèmes fraîches et condiments	Mayonnaise, ketchup, crème fraîche	
Produits sucrés	Produits sucrés ou sucrés et gras	Confiture, viennoiseries, biscuits, pâtisseries	Produits sucrés ou sucrés et gras
Boissons	Eau de boisson	Eau	Eau
	Boissons sucrées de type soda	Sodas, limonade	Boissons sucrées
	Jus de fruits	Jus d'orange	
Sel	Sel	Sel	Sel

Tableau n°1 : Catégorisation des aliments(6)

Dans chaque groupe d'aliments, les nutriments apportés peuvent être similaires ou différents en fonction de chaque aliment. Chaque groupe d'aliments doit être consommé de façon adaptée aux besoins alimentaires d'un individu.

### **3. Nutriments**

Les nutriments correspondent à « *tout composé chimique contenu dans les aliments et qui peut être utilisé par l'organisme* »(7).

Il existe deux catégories de nutriments en fonction de l'ordre de grandeur des apports alimentaires ou du stock corporel (également appelé la réserve corporelle) :

- Les macronutriments : regroupent les protéines, les lipides et les glucides. Ils constituent les ingrédients essentiels de l'alimentation : ils sont de l'ordre du gramme (g) voire du kilogramme (kg) pour la réserve corporelle.
- Les micronutriments : ont un rôle essentiel de cofacteurs pour le métabolisme et sont de l'ordre du milligramme (mg) ou du microgramme ( $\mu\text{g}$ ). Ils sont divisés en deux groupes :
  - Les minéraux qui peuvent être des :
    - Macroéléments minéraux, en mg, avec sodium (Na), potassium (K), calcium (Ca), magnésium (Mg), phosphore (P)...
    - Microéléments minéraux, en  $\mu\text{g}$ , qui sont les oligoéléments fer (Fe), zinc (Zn), cuivre (Cu), sélénium (Se), manganèse (Mn), iode (I)...
  - Les vitamines qui peuvent être :
    - Hydrosolubles comme les vitamines B et C. Il est essentiel d'en avoir un apport quotidien car il n'y a pas de réserve.
    - Liposolubles comme les vitamines A, D, E et K.

A ceux-là s'ajoute le groupe des fibres qui ne sont pas absorbées. Ces fibres jouent un rôle essentiel dans la digestion car elles permettent la régulation du transit intestinal et donc influent sur l'absorption intestinale. Ce ne sont pas à proprement parler des nutriments.

### **4. Compléments alimentaires**

Le concept de compléments alimentaires a été publié au Journal Officiel des Communautés Européennes n° L 183 du 12 juillet 2002 et transposé dans le droit français avec le décret n°2006-352 du 20 mars 2006.

Les compléments alimentaires sont des « *denrées alimentaires dont le but est de compléter le régime alimentaire normal et qui constituent une source concentrée de nutriments ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique seuls ou combinés, commercialisés sous forme de doses, à savoir les formes de présentation telles que les gélules, les pastilles, les comprimés, les pilules et autres formes similaires, ainsi que les sachets de poudre, les ampoules de liquide, les flacons munis d'un compte-gouttes et les autres formes analogues de préparations liquides ou en poudre destinées à être prises en unités mesurées de faible quantité* »(8).

Leur but est donc de compléter un régime alimentaire normal ou habituel et ne peut pas se substituer à celui-ci.

Pour être vendus, les compléments alimentaires ne nécessitent pas une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM). Ils font l'objet d'une déclaration auprès de la Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes (DGCCRF). Elle examine leurs compositions et réalise des contrôles par l'intermédiaire de l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) en cas de doutes.

Les industriels sont responsables de la conformité des compléments alimentaires mis sur le marché avec les dispositions réglementaires en vigueur. Ils doivent donc veiller à respecter les normes de sécurité et d'information du consommateur. Toutes les allégations revendiquées doivent avoir été autorisées et se retrouvent inscrites dans le règlement (UE) n°432/2012 de la commission du 16 mai 2012(9).

#### **a. Les suppléments alimentaires**

La notion de supplémentation alimentaire consiste à prendre un concentré de nutriments ou autres substances, alors que les besoins nutritionnels sont déjà assurés par l'alimentation courante.

Ils correspondent en grande partie aux compléments alimentaires conseillés en officine pour traiter les maux du quotidien.

### **b. Les compléments nutritionnels oraux**

Ils correspondent à des aliments diététiques destinés à des fins médicales. Ce sont des mélanges nutritifs utilisés pour des patients dénutris, anorexiques, dysphagiques, ou en situation d'hypercatabolisme, nécessitant un apport protéique accru avec ou sans complément énergétique.

La Haute Autorité de Santé (HAS) a défini des critères pour que, dans un contexte de dénutrition avérée, une délivrance remboursable avec prescription médicale puisse être effectuée. Un fichier d'aide au diagnostic est fourni par la Haute Autorité de Santé(10).

Ce sont des produits hyperénergétiques et normo ou hyperprotéiques. Ils peuvent aussi être source de vitamines, de minéraux et de fibres. Ils sont enrichis en antioxydants, comme la vitamine E et C, et/ou en immunonutriments comme l'arginine, les acides gras polyinsaturés oméga-3.

Les compléments nutritionnels oraux peuvent avoir différentes qualités organoleptiques. Nous les retrouvons sous forme liquide (avec les boissons lactées, les jus de fruits), semi-liquide (en potage, crème, compote), de préparation mixée prête à l'emploi et sous forme de poudre à reconstituer.

### **c. Les allégations nutritionnelles**

Les allégations nutritionnelles sont définies par le décret n°93-11305 du 27 septembre 1993 relatif aux qualités nutritionnelles des denrées alimentaires comme « toute représentation et tout message publicitaire qui énonce, suggère ou implique qu'une denrée alimentaire possède des propriétés particulières en raison de l'énergie, des nutriments qu'elle contient ou non, ou qu'elle fournit à un taux réduit ou accru : par exemple "source de", "riche en", "exempt", "à teneur réduite en", etc. »(11).

Les allégations se retrouvent inscrites dans le règlement (UE) n°432/2012 de la commission du 16 mai 2012(9).

## **B. Les calories, les besoins énergétiques**

### **1. La notion de calories**

La calorie est une unité énergétique mesurant l'énergie libérée par la chaleur. C'est la quantité d'énergie requise pour élever la température d'un gramme d'eau liquide de 1°C (14,5°C à 15,5°C) sous un bar de pression atmosphérique(12).

Dans l'usage quotidien on utilise le kilocalorie (Kcal) ou 1 Kcal = 1 000 cal. Cette unité permet de quantifier l'énergie apportée par la consommation d'un aliment, c'est l'apport calorique. Elle permet aussi de quantifier les dépenses énergétiques de l'organisme, c'est la dépense calorique.

L'apport calorique de chaque aliment est caractérisé par sa composition en macronutriment :

- 1 g de protéine est égal à 4 Kcal
- 1 g de glucide est égal à 4 Kcal
- 1 g de lipide est égal à 9 Kcal
- 1 g d'éthanol est égal à 7 Kcal

Sur les emballages alimentaires on retrouve des valeurs exprimées aussi en kJ ou kilojoules qui est une unité de mesure énergétique. Il existe une correspondance avec les kilocalories :

$$1 \text{ kJ} \rightarrow 0,24 \text{ kcal}$$

$$1 \text{ kcal} \rightarrow 4,18 \text{ kJ}$$

### **2. Les notions de besoins nutritionnels et énergétiques**

Le Besoin Energétique Journalier (BEJ) correspond à une quantité de calories suffisantes pour couvrir les dépenses énergétiques du corps humain (le fonctionnement métabolique et physiologique, et éventuellement la croissance) sans modification du poids corporel pour une activité journalière standard.

Les besoins nutritionnels des adultes vont donc varier selon l'âge, le sexe, la corpulence, l'activité/l'intensité physique quotidienne et l'existence éventuelle de problèmes de santé.

En cas de déséquilibre entre les apports caloriques et les dépenses de l'organisme, une influence sur le poids de l'individu pourra être constatée :

- Une perte du poids si les apports sont inférieurs aux dépenses,
- Une augmentation du poids, si les apports sont supérieurs aux dépenses.

Ceci entraîne à terme des problèmes de santé chez les sujets concernés.

Dans le cas de personnes qui ne s'alimentent pas, ou ayant un régime inadapté qui ne couvre pas les dépenses énergétiques du quotidien, on pourra constater une perte de poids, des signes de carences en protéines (avec une fonte musculaire), en vitamines... L'organisme va puiser dans ses réserves pour compenser le manque d'apport, mais aussi certains nutriments dont il a besoin et qui ne sont pas synthétisés par celui-ci. Il faudra dans un premier temps essayer d'avoir un apport calorique suffisant à l'aide de compléments alimentaires oraux afin d'aider l'organisme à se reconstituer. Dans un deuxième temps, il faudra prendre en charge ces personnes afin de comprendre d'où provient ce trouble alimentaire et traiter l'origine de celui-ci.

Dans le cas de personnes ayant un apport alimentaire excessif, qui envisagent de perdre du poids en utilisant des régimes. Il faudra faire attention car il y aura un apport alimentaire qui deviendra insuffisant par rapport aux dépenses énergétiques pour avoir une perte de poids. Il sera donc nécessaire de faire un suivi de ces personnes, afin de déceler un risque de carence éventuelle et voir si une supplémentation alimentaire pourra aider à compenser ce déficit.

Les besoins nutritionnels se divisent en trois groupes de nutriments :

- Les « essentiels » sont indispensables car l'organisme est incapable de les synthétiser. Il existe huit acides aminés essentiels qui sont uniquement apportés par l'alimentation.
- Les « non-essentiels » ne sont pas obligatoirement apportés par l'alimentation. L'organisme est capable de les synthétiser. Il existe onze acides aminés qui sont

fabriqués par l'organisme et certains sont même synthétisés à partir d'acides aminés indispensables.

- Les « conditionnellement essentiels ». Ces acides aminés sont synthétisés par l'organisme mais en quantité insuffisante. Il sera donc nécessaire d'en apporter par l'alimentation afin d'avoir un apport suffisant.(13)

## **C. Les repères utilisés en nutrition**

### **1. L'ANC**

L'Apport Nutritionnel Conseillé ou ANC représente la quantité de nutriments, macronutriments et micronutriments, nécessaire à couvrir l'ensemble des besoins physiologiques. Ce sont des besoins nutritionnels moyens permettant des apports optimaux pour une population.

Cette notion remonte à 1981. Elle a évolué jusqu'aux ANC de 2010 suivant des études scientifiques, la connaissance en matière de nutrition et répond à des règles fixées par l'Agence Française de Sécurité Sanitaire et des Produits Santé (AFSSAPS) qui est devenue Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES).

Les ANC sont calculés de manière à couvrir 97,5 % des Besoins Nutritionnels Moyen (BNM) des individus d'une population donnée. Ces valeurs sont des repères permettant de fixer un risque de déficience au sein d'une population.

Dans le cadre du Plan National Nutrition Santé (PNNS), la Direction Générale de la Santé (DGS) a demandé qu'une mise à jour des repères nutritionnels soit effectuée. L'ANSES a publié un rapport en décembre 2016 sous le titre « *Actualisation des repères du PNNS: élaboration de références nutritionnelles* ». L'ANSES a établi de nouvelles terminologies afin de remplacer les ANC :

- La Référence Nutritionnelle pour la Population (RNP),
- L'Apport Satisfaisant (AS),
- L'Intervalle de Référence (IR)(14).



## 2. Les BNM, RNP, AS, IR, LSS

Les besoins nutritionnels moyens sont définis comme le « *besoin moyen au sein de la population, tel qu'estimé à partir de données individuelles d'apport en relation avec un critère d'adéquation nutritionnelle lors d'études expérimentales* »(14).

Ces données sont issues d'études dont le nombre d'individu est souvent faible, les critères qui sont utilisés sont :

- Le bilan en nutriment ou le renouvellement métabolique,
- La modification de l'état des réserves,
- Les marqueurs des fonctions associées aux nutriments lors d'études de déplétion-réplétion.

La référence nutritionnelle pour la population correspond à un « *apport qui couvre le besoin de presque toute la population considérée, tel qu'estimé à partir de données expérimentales* ».

Le besoin nutritionnel moyen permet de fixer la référence nutritionnelle pour la population ; auquel on ajoutera deux écart-types pour obtenir l'apport qui couvre les besoins de 97,5 % de la population. L'écart-type étant fixé à 15 % du besoin nutritionnel moyen. La référence nutritionnelle pour la population vaudra 1,3 fois le BNM. La définition de la RNP correspond à celle de l'ANC. Or l'utilisation de l'ANC a été abandonnée, au profit de la RNP et de deux nouveaux types de référence : l'apport satisfaisant et l'intervalle de référence, pour simplifier la compréhension.

L'apport satisfaisant est un « *apport moyen d'une population ou d'un sous-groupe pour lequel le statut nutritionnel est jugé satisfaisant* ». Cette notion est utilisée lorsque les données sont insuffisantes pour estimer le BNM et la RNP, ou lorsque l'on a une corrélation entre l'apport et la modulation du risque de pathologie à long terme. Le statut nutritionnel est obtenu par des études d'observation et d'études expérimentales. Les critères utilisés sont :

- Cliniques (ex : la vitesse de croissance),
- Métaboliques (ex : la concentration normale ou souhaitable de nutriments ou de métabolites indicateurs),
- Physiologiques,
- Le risque de pathologie à long terme.

L'intervalle de référence est « l'intervalle d'apports considérés comme satisfaisants pour le maintien de la population en bonne santé.

Il s'agit d'une référence nutritionnelle spécifique aux macronutriments énergétiques, exprimée en pourcentage de l'apport énergétique total ».

La Limite Supérieure de Sécurité (LSS) est un « apport journalier chronique maximal d'une vitamine ou d'un minéral considéré comme peu susceptible de présenter un risque d'effets indésirables sur la santé de toute la population ». Lorsque celui-ci est dépassé on parle de surconsommation.

	Références nutritionnelles					
France (Anses, 2017 <sup>2</sup> )	Référence nutritionnelle pour la population (RNP)	Besoin nutritionnel moyen (BNM)	-	Apport satisfaisant	Intervalle de référence (IR)	Limite supérieure de sécurité (LSS)
France (Afssa 2001)	Apport nutritionnel conseillé (ANC)	Besoin nutritionnel moyen (BNM)	-	Apport nutritionnel conseillé (ANC)	Apport nutritionnel conseillé (ANC)	Limite de sécurité
Europe (EFSA 2010a)	Population Reference Intake (PRI)	Average requirement (AR)	Lower threshold intake (LTI)	Adequate intake (AI)	Reference intake range (RI)	Tolerable upper intake level (UL)
Etats-Unis (IOM 2000b)	Recommended Dietary Allowance (RDA)	Estimated average requirement (EAR)	-	Adequate Intake (AI)	Acceptable macronutrient distribution ranges (AMDR)	Tolerable upper intake level (UL)
Pays nordiques (NCM 2004)	Recommended Intakes (RI)	Average Requirement (AR)	Lower limit of intake (LI)	-	-	Upper intake level (UL)
OMS (WHO/FAO 2003)	Recommended nutrient intake (RNI)	Estimated average requirement (EAR)	-	Recommended Safe intake	-	Upper tolerable nutrient intake level (UL)
Australie / Nouvelle-Zélande (NHMRC-MoH 2006)	Recommended Dietary intake (RDI)	Estimated average requirement (EAR)	-	Adequate Intake (AI)	Acceptable macronutrient distribution ranges (AMDR)	Upper intake level (UL)

Tableau n°2 : Terminologie des références nutritionnelles en fonction des pays(14)

### 3. Les références nutritionnelles

Dans cette partie nous allons voir comment les références nutritionnelles sont établies :

- Les références nutritionnelles en macronutriments ont été définies par un groupe de travail qui a établi un rapport validé par le Comité d'Experts Spécialisés « CES nutrition humaine ».

Macronutriments énergétiques	IR		AS	Niveau d'apport maximal
	Borne inférieure	Borne supérieure		
<b>Protéines (% AET)</b>	<b>10</b>	<b>20</b>		
<b>Lipides (% AET)</b>	<b>35</b>	<b>40</b>		
Acides gras saturés totaux (% AET)				12
Acides laurique + myristique+ palmitique (% AET)				8
Acide linoléique (% AET)			4	
Acide $\alpha$ -linoléique (% AET)			1	
EPA + DHA (mg)			500	
<b>Glucides (% AET)</b>	<b>40</b>	<b>55</b>		
Sucres totaux hors lactose (g)				100
Fibres (g)			30	

AET, apport énergétique total ; AS, apport satisfaisant ; IR, intervalle de référence.

Tableau n°3 : Récapitulatif des références nutritionnelles en macronutriments énergétiques pour les hommes et les femmes adultes (6)

- Les références nutritionnelles en micronutriments sont le résultat de la réévaluation complète des références nutritionnelles entreprise par l'European Food Safety Authority (EFSA) depuis 2010.
- La référence nutritionnelle pour l'eau est estimée par l'EFSA à partir des données disponibles. L'apport satisfaisant en eau est de 2 L pour les femmes et de 2,5 L pour les hommes en tenant compte de toutes les sources d'apport d'eau. Pour une

population ayant une activité de vie modérée et vivant en zone tempérée. EFSA 2010b

- La référence pour le besoin énergétique « *suppose de connaître le besoin énergétique basal des individus d'une population, lui-même estimé à partir de l'âge, du sexe, de la taille et du poids et de connaître le Niveau d'Activité Physique (NAP)* ». EFSA 2013c

Hommes			Métabolisme de base (kcal/j)				
Tranche d'âge	Taille médiane INCA2 (cm)	Poids (kg) pour IMC de 22 kg/m <sup>2</sup>	Schofield <i>et al.</i> , 1985	Mifflin <i>et al.</i> , 1990	Harris et Benedict, 1919	Müller <i>et al.</i> , 2004	Henry, 2005
18-29 ans	178	69,7	1742	1696	1753	1708	1659
30-39 ans	178	69,7	1673	1642	1679	1670	1579
40-49 ans	176	68,1	1655	1564	1580	1617	1557
50-59 ans	174	66,6	1637	1487	1481	1565	1535
60-69 ans	172	65,1	1350	1410	1383	1514	1411
Femmes			Métabolisme de base (kcal/j)				
Tranche d'âge	Taille médiane INCA2 (cm)	Poids (kg) pour IMC de 22 kg/m <sup>2</sup>	Schofield <i>et al.</i> , 1985	Mifflin <i>et al.</i> , 1990	Harris et Benedict, 1919	Müller <i>et al.</i> , 2004	Henry, 2005
18-29 ans	163	58,5	1353	1324	1403	1340	1319
30-39 ans	163	58,5	1321	1270	1352	1302	1261
40-49 ans	163	58,5	1321	1220	1305	1267	1261
50-59 ans	161	57	1309	1144	1241	1217	1248

Tableau n°4 : Estimation du métabolisme de base (kcal/j) selon la taille médiane de la population rapportée par l'étude INCA2 et selon cinq équations prédictives retenues par l'EFSA(14).

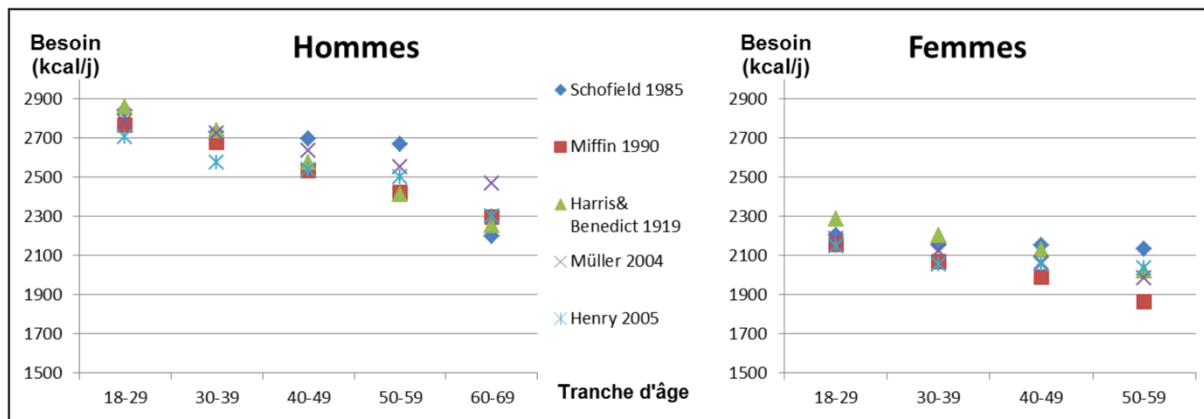


Figure n°2 : Besoin énergétique (kcal/j), pour un NAP médian de 1,63, des hommes et des femmes, estimés selon l'âge et l'équation prédictive du métabolisme de base(14).

Ces données nous permettent d'estimer un besoin énergétique de 2 600 kcal/j pour les hommes âgés de 18 à 69 ans et de 2 100 kcal/j pour les femmes âgées de 18 à 59 ans.

#### 4. Le Ciqua

Le Centre d'Information sur la Qualité des ALiments (Ciqua) faisant partie de l'unité observatoire des aliments de l'ANSES.

Les principales activités du Ciqua sont :

- « La collecte, la production et l'évaluation de données de composition nutritionnelle, ainsi que leur intégration dans une base de données de référence,
- La collaboration à l'évaluation des risques nutritionnels et sanitaires des aliments, au sein de l'ANSES,
- La communication et la diffusion des données de composition nutritionnelle aux administrations, aux chercheurs, aux nutritionnistes, aux industriels de l'agroalimentaire et aux consommateurs ».

C'est un site internet (<https://ciqua.anses.fr/>) qui nous permet de connaître la composition nutritionnelle des aliments.

Après s'être intéressé à ces définitions, nous allons pouvoir aborder les éléments constituant les compléments alimentaires en commençant par les macronutriments.

## **II. Les macronutriments**

Nous allons nous intéresser à la partie essentielle de notre alimentation : les macronutriments.

Ils sont regroupés en trois familles distinctes :

- Les protéines représentant 10 à 20 % des Apports Énergétiques Totaux (AET),
- Les lipides représentant 35 à 40 % des AET,
- Les glucides représentant 50 à 55 % des AET(14).

### **A. Les protéines et acides aminés**

Les protéines représentent 20 % de la masse corporelle et se renouvellent en permanence.

Le manque ou l'excès de protéine est délétère à l'organisme. Les protéines possédant une haute qualité nutritionnelle (teneur en acide aminé et digestibilité) se retrouvent principalement dans les aliments d'origine animale.

Pour une alimentation courante, la complémentation en isolats de protéines n'a pas permis de démontrer scientifiquement une amélioration de l'état de santé. Par contre, dans le cas de dénutrition protéino-énergétique, la complémentation nutritionnelle orale hyperprotéinée permet de pallier en partie le déficit d'apport calorico-azoté.

Les acides aminés sont l'unité de base des protéines. Ces dernières sont des enchaînements de longues chaînes d'acides aminés reliées par des liaisons peptidiques, dont la séquence est dictée par le code génétique. Ces chaînes peuvent avoir subi des modifications post-traductionnelles tel que l'ajout de ramifications, la fixation de glucides, de lipides, de minéraux... Elles sont plus ou moins repliées sur elles-mêmes dans l'espace.

Ce sont des molécules quaternaires composées de carbone (C), d'hydrogène (H), d'oxygène (O) et d'azote (N).

La masse musculaire d'un adulte représente 75 % de son poids. Elle se renouvelle constamment à hauteur de 250 à 300 g/j, ce qui correspond environ à 2,5 % de la masse protéique totale.

Les protéines ont un rôle de :

- Structure (collagène, protéines du cytosquelette...)
- Mobilité (actine, myosine...)
- Défenses immunitaires (immunoglobulines...)
- Métabolisme (enzymes...)
- Communication intra- et inter-cellulaire (hormones, médiateurs, récepteurs, transporteurs...)
- Contrôle de la transcription des gènes.

Au niveau des besoins nutritionnels moyens, les protéines ingérées correspondent à 15 % de la ration calorique journalière, soit 4 kcal/g. Les protéines ne sont pas considérées comme une source d'énergie sauf dans certains cas :

- Les efforts longs et intense,
- La réserve glucidique épuisée,
- La réserve graisseuse faible.

Les protéines sont la source essentielle d'azote de l'organisme. Or l'azote a un rôle important au sein de celui-ci : il est constituant des protéines, des neurotransmetteurs, de l'ARN et de l'ADN.

L'apport en protéine doit permettre de couvrir les besoins en acides aminés essentiels pour l'organisme. Cet apport doit permettre le maintien de la masse protéique totale. Il existe 20 acides aminés protéinogènes utilisés par l'organisme, 8 d'entre eux ne sont pas synthétisés par l'organisme et doivent être apportés par l'alimentation : ce sont les acides aminés essentiels. Les 12 autres sont non-essentiels car ils peuvent être synthétisés directement par l'organisme.

Acides aminés non-essentiels	Acides aminés essentiels
Arginine	Isoleucine
Alanine	Leucine
Asparagine	Lysine
Aspartate	Méthionine
Glutamate	Phénylalanine
Cystéine	Thréonine
Glutamine	Tryptophane
Glycocolle	Valine
Histidine	
Proline	
Sérine	
Tyrosine	

Tableau n°5 : Liste des acides aminés protéinogènes

En situation pathologique, l'organisme aura besoin d'un apport accru en certains acides aminés non-essentiels : la synthèse n'est plus suffisante. Il sera donc nécessaire de les apporter de façon exogène. Ce sont des acides aminés conditionnellement-essentiels.

L'apport de protéines est essentiellement d'origine animale (85 % dans les pays industrialisés) :

- Les produits carnés à hauteur de 50 % (15-30 % de protéines par produit),
- Les produits laitiers 35 %,
- Les poissons 8 %,
- Les œufs 6 %.

L'apport de protéines végétales est essentiellement constitué par :

- Les céréales (blés, riz, maïs),
- Les légumineuses (pois, haricots, lentilles, soja, fève),
- Les graines oléagineuses (cacahuète, amande, pistache),

Les protéines végétales sont moins digestibles que les protéines animales. Les protéines végétales sont moins digestibles que les protéines animales. Dans les régimes



végétariens, il est donc conseillé d'avoir un apport très varié des différentes sources végétales pour éviter les carences. Tandis que les protéines animales ont une excellente digestibilité, mais elles peuvent présenter un haut taux de graisses saturées.

La qualité nutritionnelle de l'apport protéique se caractérise par deux critères :

- L'indice chimique est « *la teneur en acide-aminé essentiel le plus limitant, il est exprimé en pourcentage de la teneur du même acide aminé dans une protéine de référence, l'albumine* »(15).
- L'indice de digestibilité est « *l'indice chimique de l'acide aminé le plus limitant corrigé par la digestibilité de la protéine (lait de vache ou œuf 100 %, pois 70 %, blé 34 %)* »(15).

La référence nutritionnelle pour la population en protéine varie en fonction de l'âge et de l'activité physique de chacun. Pour l'adulte en bonne santé elle est de 0,83 g/kg/j.

D'après l'étude INCA2 (étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires), dans un contexte d'activité physique usuelle, quels que soit l'âge et le sexe, la consommation habituelle des protéines est bien supérieure à la référence nutritionnelle pour la population avec des apports allant de 1,1 à 1,2 g/kg/j.

Un apport protéique supérieur à 1,9 g/kg/j aura des effets délétères notamment sur la fonction rénale. Les apports élevés en protéines majorent la fuite urinaire de calcium ce qui représente un facteur de risque osseux.

## **1. La caséine**

C'est une protéine souvent utilisée pour augmenter la masse musculaire et la maintenir. Elle a deux allégations autorisées « *les protéines contribuent à augmenter la masse musculaire* », « *les protéines contribuent au maintien de la masse musculaire* ».

La source alimentaire principale est le lait de mammifères.(16)

La référence nutritionnelle pour la population est de 1,5 à 1,7 g/kg/j pour un maintien de la masse musculaire et de 2 à 3 g/kg/j pour contribuer à une augmentation de celle-ci.

## **2. Les protéines de lactosérum**

Elles sont réparties en deux groupes :

- Sécrétées par les glandes mammaires ( $\beta$ -lactoglobuline 50 % des protéines de la lactosérum (PLS),  $\alpha$ -lactalbumine 20 % des PLS, glyco-macropéptide 5 % des PLS. Ce sont des protéines hautement digestibles Elles constituent un apport rapide en acide aminés et sont donc conseillées à la suite d'un entraînement.
- Présentes dans le sérum (immunoglobulines 10 % des PLS, albumine 10 % des PLS, lactoferrine 3 % des PLS). La lactoferrine aurait des effets bénéfiques sur les défenses immunitaires.

Les protéines de lactosérum sont produites à partir du petit-lait (lactosérum). 10 L de lait de vache permet d'obtenir 1 kg de fromage et 9 L de lactosérum permet d'obtenir 600 g de lactosérum en poudre.

Aucune allégation n'a été autorisée par l'EFSA qui a estimé que les données disponibles étaient insuffisantes.

## **3. Les protéines de soja**

Les protéines de soja ont un fort risque allergisant. Elles sont extraites de graines qui proviennent le plus souvent de soja transgénique. Les hydrolysats sont représentés à :

- 33 % de  $\beta$ -conglycine
- 5 % de protéase p34
- 1 % de lectines
- 1 % d'inhibiteurs de protéases

Le soja se retrouve dans le tofu, les boissons au soja, le lait de soja, les graines de soja rôties...

Aucune allégation n'a été autorisée pour le maintien du taux sanguin de cholestérol, ni pour son effet antioxydant, ni pour contribuer à la perte ou au contrôle du poids.

#### **4. Les protéines à activité enzymatique**

Elles correspondent aux : protéases, lipases,  $\alpha$ -amilases, glucosidases et lactases. Les protéines à activité enzymatique sont souvent retrouvées dans les compléments alimentaires.

Elles sont extraites des végétaux (malte d'orge, riz, champignons) ou produites par biotechnologie.

Les allégations pour l'amélioration de la digestion et de la biodisponibilité des nutriments n'ont pas été validées par l'EFSA car ces enzymes sont inactivées dans le pH gastriques ce qui limite donc son activité dans l'intestin grêle.

#### **5. La bromélaïne ou bromélaïne**

C'est une enzyme protéolytique, extraite de la tige, des feuilles, ou du jus d'ananas. Des propriétés anti-inflammatoire, digestive, amaigrissante, anticoagulante, anti-tumorale et immunitaire lui ont été attribuées.

Aucune de ces allégations n'a été retenue par l'EFSA car il n'y pas de preuve scientifique d'efficacité étayant ces propriétés.

## **6. La papaïne**

C'est une enzyme protéolytique du latex retrouvée entre l'écorce et la pulpe de la papaye mais aussi retrouvée au sein des feuilles de l'arbre. Des propriétés sur la digestion des nutriments, l'amélioration du système immunitaire lui ont été attribuées.

Aucune de ces allégations n'a été retenue par l'EFSA car il n'y a pas de preuve scientifique d'efficacité étayant ces propriétés.

## **7. La lactase**

C'est une enzyme glycolytique qui appartient à la famille des  $\beta$ -galactosidases. Plus de 1 900 acides aminés compose la lactase. Elle est excrétée par les entérocytes (cellules intestinales) dans la lumière du tube digestif. La lactase a pour rôle principal de décomposer le lactose.

C'est la seule enzyme à posséder une allégation : « *La lactase facilite la digestion du lactose chez les individus qui ont des difficultés à le digérer* ».

La référence nutritionnelle pour la population à respecter pour suivre l'allégation est de 53 mg/j.

## **8. Les protéines de choc thermique**

Ce sont des protéines chaperonnes qui participent à la bonne conformation et la protection des protéines cellulaires face au stress (chaleur, déshydratation, stress oxydatif).

Aucune allégation n'a fait l'objet de demande auprès de l'EFSA et aucune publication scientifique sur d'éventuels effets sur l'ingestion de protéines de chocs thermique n'a été faite.

## 9. L'arginine

C'est un acide aminé non-essentiel, elle peut donc être synthétisée en quantité suffisante par l'organisme. L'arginine possède une action sécrétagogue : elle augmente la sécrétion d'une glande endocrine. L'arginine augmente la sécrétion d'insuline, d'hormone de croissance, de glucagon et de prolactine.

Elle est un élément important de l'énergétique musculaire car elle participe à la synthèse de la créatine. Via la synthèse de proline, l'arginine participe à la production de collagène améliorant la cicatrisation des plaies et escarres.

L'arginine est à l'origine du monoxyde d'azote (NO) : agent cytotoxique des cellules immunitaires. Elle contribue à la relaxation vasculaire et possède une action au niveau vasculaire avec une propriété antiathérogène.

L'arginine est présente dans toutes les protéines alimentaires. Elle est en compétition avec la lysine au niveau de l'absorption intestinale. Les protéines végétales ont un bon ratio pour l'arginine.

Aucune allégation n'a été autorisée par l'EFSA.

Il n'y a pas de référence nutritionnelle pour la population car c'est un acide aminé non-essentiel. Avec un apport de 20-30 g/j il y a une augmentation de la réponse mitogénique des lymphocytes, une préservation des fonctions immunitaires en cas de stress, une amélioration de la cicatrisation grâce au collagène et une diminution des douleurs chez les patients atteints d'artérites des membres inférieurs.

L'organisme peut le synthétiser donc il n'existe pas de carence, mais des cas ont été rapportés où les besoins dépassent la capacité de synthèse endogène dans les cas de croissance ou de situations traumatiques

L'arginine a une très faible toxicité, l'apport en bolus supérieur à 10 g donne lieu à une diarrhée osmotique et peut entraîner une hypoglycémie dû à la sécrétion insulinaire.

Elle est déconseillée chez les patients insuffisants rénaux ou hépatiques. L'arginine peu réduire l'effet du traitement de l'herpès contenant de la lysine à cause de leur compétition intestinale. Elle peut potentialiser les traitements hypotenseurs. Lorsqu'elle est associée aux diurétiques et aux inhibiteurs de l'enzyme de conversions l'arginine peut entraîner une hyperkaliémie.

## **10. La glutamine**

C'est un acide aminé non-essentiel, il est le plus abondant de l'organisme. Il possède un rôle central dans le métabolisme azoté.

La glutamine est un acide aminé conditionnellement essentiel. L'organisme peut le synthétiser en grande quantité mais cette synthèse peut s'avérer insuffisante dans certaines circonstances (les polytraumatismes, les chirurgies lourdes...).

L'apport de glutamine limite le catabolisme protéique et réduit le risque infectieux. C'est un acide aminé qui joue un rôle majeur dans les étapes de la réponse immunitaire. Elle a un rôle clé dans les échanges azotés, un effet trophique au niveau intestinal et un rôle principal comme antioxydant intracellulaire. C'est aussi un précurseur de neuromédiateurs (GABA).

Aucune allégation n'a été autorisée pour le moment. Dans les prochaines années la glutamine pourrait se voir autoriser certaines allégations.

La glutamine a un apport moyen de 5 à 10 g par jour car elle est présente dans tout ce qui contient des protéines mais la concentration est variable. Nous la retrouvons entre 7 et 10 % dans la caséine, et à 25 % dans les protéines de blé.

Aucune référence nutritionnelle pour la population n'a été établie, car c'est un acide aminé non-essentiel il n'est donc pas nécessaire d'en apporter de façon exogène chez un individu sain. En cas d'état catabolique, un apport de 15 à 30 g/j est nécessaire pour améliorer la prolifération cellulaire et réduire les complications infectieuses. Chez le sportif, un apport de 5 à 10 g/j permettrait d'améliorer son immunité.

En cas de surconsommation, nous retrouvons les conséquences négatives de tout apport azoté excessif qui endommageraient la fonction rénale. Il y a donc un principe de précaution chez les personnes insuffisantes rénales ou hépatiques.

## **11. La taurine**

C'est un acide aminé non-essentiel, soufré, ne faisant pas partie des acides aminés protéinogènes (il ne participe pas à la composition des protéines).

La taurine endogène est obtenue à partir du pool en méthionine et cystéine en présence de vitamine B6. Chez l'enfant, c'est un acide aminé semi-essentiel car il est fourni par le lait maternel (la synthèse endogène n'étant pas suffisante). En cas d'alimentation par lait de vache chez l'enfant (dépourvu de taurine), aucun problème ne fut détecté.

Elle est présente dans tous les tissus et concentrée dans les muscles striés, le cerveau, le foie, les leucocytes, les plaquettes et la rétine. Elle possède des propriétés antioxydantes, de stabilisation de la membrane cellulaire, détoxifiantes, osmorégulatrices, de contrôle des flux ionique, hypoglycémiantes, neuromodulatrices et de développement tissulaire.

Une carence en zinc ou magnésium, majore l'excrétion urinaire de taurine.

Aucune allégation n'a été autorisée par l'EFSA.

Les principales sources alimentaires sont animales à travers les mollusques et la viande de bœuf. La taurine ne se trouve pas dans les apports végétaux. Les études sont insuffisantes pour recommander sa complémentation. Il n'y a pas de carence démontrée chez les végétariens stricts.

Il n'y a pas de référence nutritionnelle pour la population d'élevage car c'est un acide aminé non-essentiel. Cependant, il lui a été attribué certaines actions thérapeutiques :

- La taurine est autorisée en complément alimentaire à 1 g/j au maximum et 4 g pour les boissons énergisantes.
- Pour les hépatites, un apport de 4 g, 3 fois par jour, réduit l'ictère en hépatite aigüe et pourrait potentialiser l'action de l'acide ursodésoxycholique dans le traitement de la lithiase biliaire.
- Dans les cas d'obésité, un apport de 3 g/j pendant 7 semaines, réduirait le poids et les concentrations plasmatiques en triglycérides.
- En cas de diabète, elle s'oppose au développement des complications de rétinopathies et d'insuffisance rénale grâce à l'activité osmolyte et ses propriétés antioxydantes. Dans le diabète de type 1, elle s'opposerait à la destruction des îlots de Langerhans.
- En cardiologie, un apport de 2 g, 3 fois par jour, aurait des propriétés antiarythmiques et antihypertensives.
- En neurologie, un apport de 1 g, 3 fois par jour, aurait une action anxiolytique et améliorerait l'état psychologique des alcooliques en période de sevrage.
- En médecine du sport, elle augmenterait l'endurance et diminuerait le rythme cardiaque.

La taurine est atoxique dans le registre des doses utilisées. La toxicité des boissons énergisantes ne serait pas liée à la taurine. Par principe de précaution, elle est interdite chez la femme enceinte et proscrite chez le patient épileptique ou présentant une pathologie thyroïdienne.

## **12. Les acides aminés à chaînes ramifiées**

Ce sont des acides aminés essentiels, ils correspondent à la leucine, l'isoleucine et la valine. Ils ne sont pas synthétisés par l'organisme.

Les Acides Aminés à Chaînes Ramifiées (AACR) correspondent à 22-25 % des constituants des protéines. Les protéines doivent être de bonne qualité (au moins 1/3 d'origine animale).



Les AACR ont un rôle de synthèse protéique et de substrats énergétiques surtout au niveau musculaire.

La leucine est un agent régulateur du métabolisme protéique. Elle a un effet sur la synthèse protéique musculaire qu'elle stimule par deux voies :

- Indépendante de son effet sécrétagogue sur l'insuline.
- Direct via les voies de signalisation mTOR et p70S6k comme cible moléculaire identifiée.

La leucine inhibe la protéolyse soit :

- Par action directe
- Par l'intermédiaire de son métabolite ( $\alpha$ -céto-isocaproate)

Aucune allégation n'a été autorisée par l'EFSA. La complémentation est tout de même autorisée en France.

Les sources alimentaires sont toutes les protéines de haute valeur biologique avec les viandes, le poisson, les œufs, le lait et le fromage.

Pour la leucine :

- Le lait maternel apporte 1,05 g/l
- Les protéines de bœuf apportent 84 mg/g

Pour l'isoleucine :

- Le lait maternel apporte 0,55 g/l
- Les protéines de bœuf apportent 64 mg/g

Pour la valine :

- Le lait maternel apporte 0,55 g/l
- Les protéines de bœuf apportent 71 mg/g

La référence nutritionnelle pour la population est de 42 mg/kg/j pour la leucine, de 19 mg/kg/j pour l'isoleucine, de 24 mg/kg/j pour la valine chez l'adulte.

La dose maximale sans effet observable est de 0,53 g/kg/j chez un individu sain. En l'absence de preuve d'innocuité, le principe de précaution s'impose. Il faut éviter de consommer des doses supérieures à 10 g/j. Au-dessus de 3 g, ils sont considérés comme délétères pour la fonction rénale.

Les AACR sont contre-indiqués dans les familles ayant des antécédents connus de maladie innée du métabolisme de ces acides aminés.

### **13. La citrulline**

C'est un acide aminé non-essentiel, non protéinogène. La citrulline est issue de la pastèque. Sa disponibilité systémique résulte d'une synthèse au niveau de l'intestin.

Elle a des propriétés directes : elle favorise la synthèse de protéines musculaire et a un pouvoir antioxydant. Via sa conversion rénale en arginine, c'est un précurseur de monoxyde d'azote (NO).

La synthèse de protéine musculaire augmente l'expression des principaux composants myofibrillaires, la masse et la force musculaire.

En tant que précurseur du monoxyde d'azote, la citrulline a une activité cardiovasculaire par le relâchement des artères, ainsi qu'un effet vasodilatateur au niveau de la fonction érectile.

Elle aurait aussi des propriétés antioxydantes et antiathérogènes, protégeant les VLDL (Very Low Density Lipoprotein) et LDL (Low Density Lipoprotein) de l'oxydation.

Aucune allégation n'est autorisée par l'EFSA.

La citrulline se retrouve en grande quantité dans la pastèque de 0,7 à 3,6 mg de citrulline par g de chair. Elle est aussi présente dans d'autres cucurbitacées comme le concombre, le melon, la citrouille ou la courge.

Il n'y a pas de référence nutritionnelle pour la population car elle est suffisamment synthétisée par l'organisme (à partir de la glutamine et de l'arginine).

Il n'y a pas eu d'effet indésirable observé, même chez les personnes âgées.

La citrulline est absorbée au niveau intestinal par plusieurs transporteurs. Elle a donc moins de risque de s'accumuler dans la lumière intestinale que l'arginine, ce qui explique la tolérance pour des doses élevés (jusqu'à 15 g) sans apparition de diarrhée osmotique (comme ce serait le cas de l'arginine).

Elle ne modifie pas non plus les sécrétions d'insuline ou d'hormones de croissance et n'a pas d'impact sur l'homéostasie calcique. L'homéostasie est le « *processus de régulation par lequel l'organisme maintient les différentes constantes du milieu intérieur (ensemble des liquides de l'organisme) entre les limites des valeurs normales* »(17).

## **B. Les lipides**

Les lipides ont deux rôles principaux dans l'organisme :

- Un rôle de stockage de l'énergie sous forme de triglycérides, notamment dans les tissus adipeux,
- Un rôle structural sous forme de phospholipides constituant des membranes cellulaires.

Les triglycérides et les phospholipides sont constitués essentiellement d'acide gras apportés par l'alimentation qui peuvent être des précurseurs pour l'organisme.

Le cholestérol fait aussi partie des lipides. C'est le précurseur des hormones stéroïdiennes. Il provient exclusivement de l'alimentation de produit animal ; dans les végétaux ce sont les phytostérols (molécules ressemblantes et présentes en faible quantité)(18).

## **1. Les acides gras polyinsaturés oméga-3 ou n-3**

Les Acides Gras Polyinsaturés (AGPI) n-3 sont essentiels : ils interviennent dans des fonctions physiologiques importantes de l'organisme et ne peuvent être synthétisés. L'Acide Alpha-Linolénique (ALA) est un précurseur à partir duquel l'organisme peut synthétiser l'ensemble des acides gras de la série n-3. Ils seront obtenus par des élongations et des désaturations successives.

L'Acide EicosaPentaénoïque (EPA) et l'Acide DocosaHexaénoïque (DHA) représentent moins d'1 % de sa conversion. Il y a une compétition entre la série n-3 et n-6, il faut donc un équilibre avec un rapport de n-6/n-3 inférieur à 5 pour l'alimentation quotidienne.

Les AGPI n-3 sont des constituants des phospholipides. Ils font partie intégrante des membranes biologiques, ils agissent sur la neurotransmission au niveau des synapses, ainsi que sur la transmission de l'influx nerveux rétinien. Les AGPI n-3 à longue chaîne sont inhibiteurs de l'agrégation plaquettaire.

Les EPA sont des médiateurs lipidiques oxydés ayant plusieurs fonctions :

- Immunitaires,
- L'inhibition de l'agrégation plaquettaire,
- L'action anti-inflammatoire,
- De croissance et de différenciation cellulaire
- De lipolyse

Le DHA est précurseur de dérivés oxygénés ayant des effets neuroprotecteurs et anti-inflammatoires au niveau du cerveau.

Les AGPI activent des facteurs de transcription et régulent l'expression de certains gènes impliqués dans le métabolisme des lipides et des lipoprotéines. EPA et DHA ont des effets hypotriglycéridémiants.

L'ALA est présent dans certaines huiles végétales (huile de colza, de noix, de germe de blé et de soja) et certains animaux qui consomment des végétaux riches en ALA.

En général, il faut 10 g d'huile pour 1 g d'ALA. L'huile la plus riche est l'huile de lin avec un rapport de 1 g d'ALA pour 2 g d'huile environ.

Les graisses de volaille apportent 1 à 2 g pour 100 g. Les EPA et DHA seront plus présents dans les poissons gras avec 5 à 10 g d'huile de poisson qui donne 1 g d'EPA et de DHA. 40 à 60 g de maquereau, de sardine, de thon, de hareng ou de saumon apporteront aussi 1 g d'EPA et de DHA.

Les allégations suivantes sont reconnues par l'EFSA par l'apport d'au moins 40 mg de DHA pour 100 g ou pour 100 kcal : « *Le rôle de l'ALA pour maintenir une cholestérolémie normale* » ; « *le rôle du DHA dans le fonctionnement normal du cerveau est dans le maintien d'une vision normale* » ; « *l'EPA et le DHA contribuent à une fonction cardiaque normale* ». Pour cette dernière allégation, il faut une consommation quotidienne de 250 mg de DHA et d'EPA.

Pour obtenir des effets sur la triglycéridémie ou sur la pression artérielle, les experts de l'EFSA considèrent qu'il faut consommer entre 2 et 4 g/j d'EPA et de DHA.

La référence nutritionnelle pour la population pour l'ALA est de 2,25 g/j avec 250 mg/j de DHA et 250 mg/j de EPA.

Il y a un risque d'augmenter le temps de saignement avec un risque d'hémorragie en cas de forte consommation. Il faut donc éviter de consommer plus de 5 g de d'EPA et de DHA. Il faudra surveiller biologiquement et cliniquement les sujets traités par des anticoagulants et des antiagrégants plaquettaires.

## **2. Les acides gras polyinsaturés oméga-6 ou n-6**

L'Acide Linoléique (LA) est le précurseur de l'ensemble des acides gras de la série n-6 et est considéré comme indispensable. Il va permettre la formation de l'Acide ARachidonique (ARA), par élongations et désaturations successives.

Ce sont des constituants des triglycérides, des phospholipides, des sphingolipides, et des esters de cholestérol. Ils sont rarement présents sous forme libre. Les acides gras polyinsaturés n-6 comportent au moins deux liaisons stables dont la première doit se trouver entre les atomes de carbone 6 et 7.

La nomenclature permet de connaître le nombre d'atome de carbone, le nombre d'insaturations (de doubles liaisons), et de situer la première insaturation. L'acide linoléique se nomme C18 : 2 n-6, il possède donc 18 atomes de carbones, deux doubles liaisons dont la première se situe entre les atomes de carbones 6 et 7.

Étant des composants des phospholipides, ils font partie intégrante des membranes cellulaires. Ils auront une influence sur la fluidité membranaire et sur l'activité des protéines qui y sont insérées (enzymes, récepteurs, transporteurs).

L'apport d'acide linoléique pour maintenir une cholestérolémie normale est reconnu, notamment lorsqu'il est utilisé pour remplacer les acides gras saturés dans l'alimentation. L'acide arachidonique est un précurseur médiateur des lipides oxydés.

L'AL est présent dans certaines huiles végétales et certains animaux qui consomment des végétaux qui en sont riches. La volaille et certaines viandes peuvent avoir un apport de 50 à 100 mg d'acide arachidonique pour 100 g. Les graisses de volailles (poulet, dinde) apportent 1 à 3 g d'acide linoléique pour 100 g. Les huiles de tournesol, de maïs, de carthame, de soja et de sésame figurent parmi les plus riches en acide linoléique avec 5 à 6 g pour 10 g d'huile.

Les allégations suivantes sont autorisées par l'EFSA : « *contribues au maintien du taux sanguin de cholestérol normal si et seulement si ces produits apportent au moins 1,5 g*

*d'acide linoléique pour 100 g et 100 kcal d'aliment, et si la personne ingère au moins 10 g d'acide linoléique par jour». De plus ils « sont nécessaires à la croissance et au développement normal des enfants si et seulement si ces produits apportent au moins une dose quotidienne de 10 g d'acide linoléique associée à une dose quotidienne de 2 g d'acide alpha-linolénique (ALA, oméga-3) »(19). Il faut un équilibre avec un rapport de n-6/n-3 inférieur à 5.*

Les acides gras polyinsaturés de la série n-6 ne peuvent donc pas prétendre avoir un rôle :

- Important sur le fonctionnement du système immunitaire,
- Important pour l'intégrité des vaisseaux sanguins,
- Pour contribuer au développement intellectuel,
- Pour soulager les yeux secs (en association à l'acide gamma-linolénique).

La référence nutritionnelle pour la population est de 8,8 g/j d'acide linoléique soit environ 4 % de la référence nutritionnelle totale pour la population.

Un faible apport en AL est considéré comme défavorable sur un plan cardiovasculaire, un apport trop important le sera aussi.

### **C. Les glucides**

Les glucides sont des macronutriments très hétérogènes. Ils existent sous deux formes : les glucides simples (ex : sucre blanc, lait) et les glucides complexes (ex : pommes de terre, pain, pâtes et céréales).

Les glucides simples sont composés de glucose, de fructose et de galactose qui en s'assemblant vont former du saccharose, du lactose ou du maltose. Ils sont composés en général d'une ou deux molécule(s).

Les glucides complexes sont composés de chaînes de sucres parfois très complexes comme par exemple l'amidon. Ils n'ont pas de goût sucré et sont absorbés plus lentement que les glucides simples.

Ils correspondent à 50-55 % des AET. Pour avoir des apports optimaux, il faut un apport de 40 à 48 % de glucides complexes et un apport inférieur à 10 % de glucides simples.

Des apports trop importants favorisent l'augmentation des triglycérides et la diminution du HDL-cholestérol (High Density Lipoprotein). Le HDL-cholestérol (« bon cholestérol ») est un transporteur qui va permettre de conduire le cholestérol des artères vers le foie pour qu'il puisse y être éliminé. Il ne faut pas le confondre avec le LDL-cholestérol (« mauvais cholestérol ») qui en cas d'excès peut accumuler le cholestérol dans les artères et les veines.

Les fibres peuvent également être classées avec les glucides. Elles ont un apport énergétique de 2 kcal/g et leur référence nutritionnelle pour la population est de 25 à 30 g/j. Cet apport est assez dur à atteindre car les fibres sont difficilement dégradées par l'organisme.

Ces fibres sont indispensables pour faciliter le transit intestinal. Elles ont également un rôle dans la satiété et l'absorption de certains aliments.

L'apport de glucides (grâce à la métabolisation de ceux-ci) sera source de glucose, source d'énergie essentielle des cellules de l'organisme. Ce glucose sera soit immédiatement utilisé soit stocké sous forme de glycogène au niveau du foie et des muscles pour une utilisation ultérieure.

Un apport trop important donnera lieu à un risque de caries dentaires, de surpoids, de troubles cardiovasculaires ainsi que d'une hypertriglycéridémie.

Nous avons vu et détaillé les principaux macronutriments, nous allons maintenant nous intéresser aux micronutriments.



### **III. Les micronutriments**

Les micronutriments ne peuvent pas être synthétisés par l'organisme (pour la plupart) il faut donc les apporter par la nutrition. L'organisme n'a pas besoin d'apport important mais leur rôle est essentiel dans de nombreux processus physiologiques.

Les micronutriments se répartissent en trois groupes :

- Les minéraux,
- Les oligoéléments,
- Les vitamines.

Les minéraux représentent 4 et 5 % du poids de notre organisme. Ces substances sont des sels minéraux lorsqu'elles sont rencontrées en grande quantité dans notre corps et oligoéléments lorsqu'elles y sont qu'en très petites quantités.

#### **A. Les minéraux**

Les minéraux apportés par notre alimentation sont sous forme de sels. Ils sont indispensables à la vie de nos cellules et nécessaire à tous les organes. Souvent ce sont des coenzymes donc certaines enzymes ne peuvent pas fonctionner sans. Ils donc ont un rôle essentiel.

##### **1. Le calcium**

C'est un des composants majoritaires des os. Il est le minéral le plus présent dans le corps humain. La majorité du calcium est contenu dans le squelette et les dents à 99 %, les 1 % restant sont extracellulaire et sont essentiels à l'activité de l'organisme.

Le calcium (Ca) est utile dans de nombreuses fonctions du corps humain comme la contraction musculaire, la transmission nerveuse, la fonction vasculaire, l'agrégation plaquettaire et la coagulation. A partir de 30 ans, il y a une perte physiologique et progressive de la masse osseuse.

Le devenir du calcium est étroitement lié à celui du phosphore. La calcémie est régulée par la parathormone (métabolite actif de la vitamine D) et de la calcitonine en fonction des réserves osseuses. Il y a trois niveaux de régulation qui mettent en jeu ces acteurs de l'homéostasie phosphocalcique :

- L'absorption au niveau intestinale du calcium alimentaire,
- Le renouvellement osseux (ostéolyse et ostéosynthèse),
- La réabsorption rénale et donc l'excrétion urinaire.

Le calcium se trouve dans les produits laitiers, les légumineuses, les fruits à coques, les produits céréaliers, certains légumes feuilles (le chou, les épinards...), les fruits de mer et certaines eaux dures.

D'après l'INCA2, l'apport de calcium pour les français se fait par les produits laitiers à 42,7 %, les eaux à 10,3 %, les pains et les produits de la panification à 5,5 %, et les légumes à 5,2 %.

Pour être "source" de calcium il faudra un apport supérieur à 120 mg pour 100 g ou 100 ml. Pour être "Riche" en calcium il faudra un apport supérieur à 240 mg pour 100 g ou 100 ml. Les denrées alimentaires qui sont au moins "source" de calcium ont comme allégations autorisées :

- « *Le calcium est nécessaire au maintien normal :*
  - o *Des os,*
  - o *Des dents.*
- *Le calcium joue un rôle dans le processus de division et de spécialisation cellulaire*
- *Le calcium contribue à :*
  - o *Un rendement énergétique normal,*
  - o *Une coagulation sanguine normale,*
  - o *Une fonction musculaire normale,*
  - o *Une neurotransmission normale,*
  - o *Une fonction normale des enzymes digestives »(15).*

La référence nutritionnelle pour la population est de 1 000 mg/j avec un besoin nutritionnel moyen de 860 mg/j pour la population adulte de moins de 24 ans. Et pour les

plus de 24 ans, la référence nutritionnelle pour la population est de 950 mg/j et un besoin nutritionnel moyen de 750mg/j.

Dans les compléments alimentaires, le calcium peut être utilisé, dans la limite de la dose journalière maximale de 800 mg.

Pour le calcium, il y a une limite supérieure de sécurité de 2 500 mg/j qui a été proposée par l'EFSA. A la suite de nombreuses études de longues durées dans lesquelles aucun effet délétère n'a été rapporté pour des apports de 2 500 mg/j.

Dans certaines situations, exclusion de la société, végétalisme, suppression des produits lactés, ou dans certains cas physiologiques comme la croissance, la grossesse, la vieillesse ; il existe un risque de déficit voir de carence en calcium. Il faudra une exploration clinique et biologique pour déterminer la prise en charge thérapeutique adéquate notamment la déminéralisation du tissu ostéoïde ou la perte excessive de substance osseuse favorisant les tassements vertébraux et les fractures.

Des apports excessifs en calcium peuvent donner lieu à une hypercalciurie, donc une lithiase urinaire et à une néphrocalcinose. Ce risque peut être majoré en cas d'hypervitaminose D(20).

En cas de traitement au long court un suivi biologique sera nécessaire. En cas d'insuffisance rénale ou d'hyperparathyroïdie un contrôle de la calcémie et de la calciurie sera nécessaire afin d'éviter un surdosage.

En cas de traitement antibiotique (cyclines, quinolones) ou d'hormones thyroïdiennes, un intervalle de 3h est recommandé. La supplémentation en vitamine D et calcium peut augmenter la toxicité des digitaliques.

## 2. Le magnésium

Chez l'adulte, le magnésium (Mg) représente 25 g dont 50 à 60 % dans les os et 25 % dans les muscles et 1 % est extracellulaire. Il est après le potassium le cation intracellulaire le plus abondant et est le quatrième cation le plus abondant de l'organisme.

Le magnésium participe aux réactions d'utilisation ou de stockage de l'énergie cellulaire. Il joue un rôle dans la synthèse des acides nucléiques, de l'AMP cyclique et participe au métabolisme glucidique, lipidique et protéique.

Le magnésium possède un effet protecteur et stabilisant de la membrane cellulaire. C'est un antagoniste physiologique du calcium. Les ions magnésium régulent les transferts ioniques de calcium, potassium et sodium à travers les membranes cellulaires.

Dans des conditions physiologiques normales, le magnésium alimentaire est absorbé à 30-50%. Le principal organe impliqué dans son homéostasie est le rein.

Les sources alimentaires de magnésium sont les oléagineux, le chocolat, le café, les céréales complètes, les mollusques et les crustacés.

D'après l'INCA2, l'apport de magnésium pour les français se fait par les produits laitiers à 25,7 %, les poissons à 9,9 % et le pain et les produits de la panification à 7 %.

Les allégations suivantes ont été autorisées, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 56 mg de magnésium pour 100 g ou 100 ml. Dans ce cas ils peuvent prétendre à contribuer :

- *« Au métabolisme énergétique normal,*
- *Au fonctionnement normal du système nerveux,*
- *Au fonctionnement normal des muscles,*
- *Au fonctionnement psychique normal,*
- *A la réduction de la fatigue ».*

La référence nutritionnelle pour la population est de 420 mg/j pour les hommes et de 360 mg/j pour les femmes. Il n'y a pas de valeur de besoin nutritionnel moyen qui a été

fixé, les valeurs de référence pour la population ont été choisies comme valeurs de recommandation sous la forme d'un apport satisfaisant.

L'EFSA confirme la limite supérieure de sécurité de 250 mg/j pour le magnésium dissociable (sulfate, chlorure, lactate), les compléments alimentaires ou ajoutés aux boissons et aliments sous forme d'oxyde magnésium. En cas de surconsommation, les effets indésirables sont des troubles gastro-intestinaux tel qu'un risque de diarrhées.

Le déficit en magnésium se manifeste par des signes d'hyperexcitabilités neuromusculaires, représentés par des signes de tétanies latentes (crampes...). Un apport insuffisant de magnésium est un facteur de risque de pathologies cardiovasculaires. En cas de carence prolongée, ce sont les os avec les échanges tissulaires qui maintiennent la magnésémie.

Le magnésium a un risque d'interaction avec les antibiotiques (quinolones, tétracyclines, aminoglycosides, vancomycine) ; il faudra respecter un écart de trois heures entre les deux prises. L'association avec les quinidiniques est déconseillée. A forte dose l'apport de magnésium peut nuire à l'absorption du fer et des biphosphonates. Il y a un risque de chélation (« *Complexation d'un ion ou d'un atome métallique par un ligand, conduisant à un chélate* »(21)) entre le magnésium et le fluor (F) en cas de prise simultanée.

### **3. Le phosphore**

Le phosphore (P) est un minéral sous forme de phosphates (surtout calcium et potassium) dans notre organisme. Il est présent à 85 % dans les os et les dents ; à 14 % dans les tissus mous comme les muscles, le foie, le cœur et les reins ; à 1 % dans les fluides extracellulaires. Le phosphore est le 2<sup>e</sup> minéral le plus présent dans l'organisme (après le calcium). C'est un des composants de la structure cellulaire.

Il est intégré dans de nombreux processus biologiques comme la réserve et le transport de l'énergie, la gestion de l'équilibre acido-basique corporel, la signalisation cellulaire et la minéralisation osseuse et dentaire. L'homéostasie du phosphore est étroitement liée à celle du calcium.

Les sources alimentaires sont principalement les produits ultra-frais laitiers, les fromages, les oléagineux, les viandes et les abats (surtout le foie).

D'après l'INCA2, l'apport de phosphore pour les français se fait par les fromages à 10,6 %, la viande à 9,3 %, le pain et les produits de la panification à 9,2 %, les produits ultra-frais laitiers et le lait à 12,2 %, la volaille et le gibier à 6,1 %.

Les allégations suivantes ont été autorisées, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 105 mg de phosphore pour 100 g, 100 ml ou par portion. Dans ce cas ils peuvent prétendre contribuer :

- *« Au métabolisme énergétique normale,*
- *Au fonctionnement normal des membranes cellulaires*
- *Au maintien de la santé des os et des dents,*
- *A la croissance des enfants et au développement de leurs os.*

*Par contre, les aliments et les compléments alimentaires qui contiennent du phosphore ne peuvent pas prétendre soulager la fatigue (dans le cadre d'un mélange de vitamines et de minéraux). Cette revendication d'effet a été interdite »(22).*

La référence nutritionnelle pour la population est la valeur proposée par l'EFSA de 700 mg/j qui sera considérée comme un apport satisfaisant. Cette valeur vient de la proportion équimolaire entre le calcium et le phosphore, le calcium ayant un apport suffisant de 950 mg/j et le rapport des masses atomiques du phosphore et du calcium étant égale à 0,775. On obtient en arrondissant 738 mg/j et la valeur de 700 mg/j a donc été retenue car le phosphore a une meilleure biodisponibilité que le calcium.

Le déficit de phosphore est rare, en cas d'insuffisance rénale, d'alcoolisme chronique, d'anorexie, d'usage excessif d'antiacides. Ce déficit se traduira par une perte d'appétit, une fragilité osseuse, une atrophie des muscles ou des troubles cardiaques.

En cas de surconsommation (apport supérieur à 70 mg/j) des troubles gastro-intestinaux ont été relevés mais n'ont pas permis de fixer une limite supérieure de sécurité.

Un apport simultané de calcium est indispensable en cas de complémentation. Les femmes enceintes, allaitantes, les insuffisants rénaux doivent éviter d'en prendre. Les effets indésirables les plus courants sont des nausées, des diarrhées et des maux de ventres.

#### **4. Le potassium**

Le potassium (K) est un minéral, l'un des principaux cations de l'organisme. Conjointement au sodium (Na) ils ont un rôle dans le potentiel membranaire, permettent de maintenir l'acidité (le pH) et l'équilibre des fluides intracellulaires.

Le potassium a un rôle central dans la transmission nerveuse, la contraction musculaire et aussi un rôle dans la sécrétion d'insuline, le métabolisme glucidique, protéique, dans l'équilibre acido-basique et dans le maintien de la pression artérielle.

Les sources alimentaires principales de potassium sont le café, le chocolat, les épices, les fruits et les légumes.

D'après l'INCA2, l'apport de potassium pour les français se fait par les légumes à 10,6 %, les fruits à 9,1 %, les pommes de terre à 8,2 % et la viande à 6,2 %.

Les allégations suivantes ont été autorisées, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 300 mg de potassium pour 100 g, 100 ml ou par portion. Dans ce cas ils peuvent prétendre contribuer :

- « *Au fonctionnement normal du système nerveux,*
- *Au fonctionnement normal des muscles et de la transmission neuromusculaire,*
- *Au maintien d'une pression artérielle normale »(23).*

La référence nutritionnelle pour la population est à déterminer sur la base d'un rapport équimolaire Na/K. le choix d'une référence nutritionnelle pour le potassium est donc conditionné par l'apport en sodium.

Les carences en potassium sont rares. Les personnes souffrant de diarrhées, de vomissements répétés, de traitements diurétiques, laxatifs, ou corticostéroïdes de longue durée sont à risques de carence. Ce manque se manifeste principalement par de la fatigue, des crampes et une constipation. En cas de diminution importante du potassium dans le sang, il y a risque de paralysie musculaire et de troubles du rythme cardiaque.

Les données sont insuffisantes pour proposer une limite de sécurité pour le potassium apporté naturellement par l'alimentation.

La prise de potassium en plus de l'apport alimentaire et les compléments multivitaminiques est fortement déconseillé sans contrôle médical. Les femmes enceintes ou allaitantes, les personnes diabétiques, ayant des pathologies cardiaques, vasculaires, des constipations ou des diarrhées, ne doivent pas prendre de compléments riches en potassium sans en parler à leur médecin traitant.

## **B. Les oligoéléments**

### **1. Le manganèse**

Le manganèse (Mn) est un oligoélément. Il est présent sous de nombreux états d'oxydation, les ions  $Mn^{2+}$  et  $Mn^{3+}$  étant les plus actifs. Il doit être apporté par notre alimentation quotidienne car un tiers de nos réserves est renouvelé chaque jour.

Il participe à la composition ou à l'activation de nombreuses enzymes. Il est impliqué dans le métabolisme des glucides, des lipides, la formation du cartilage et de l'os, dans la cicatrisation, la synthèse du monoxyde d'azote et la protection antioxydante. Son absorption chez l'adulte est faible (moins de 5 %), sa biodisponibilité est réduite par les nutriments comme le fer, le calcium, les polyphénols et les fibres.

Les sources alimentaires sont principalement les oléagineux, les mollusques, les crustacés et le chocolat.



D'après l'INCA2, l'apport de manganèse pour les français se fait par les pains et les produits de la panification à 24,4 %, les boissons chaudes (thés, chocolat...) à 9,6 %, les fruits à 8,5 % (ananas, myrtilles...) et les légumes à 8,3 %.

Les allégations suivantes ont été autorisées, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 0,3 mg de manganèse pour 100 g, 100 ml ou par portion. Dans ce cas ils peuvent prétendre contribuer :

- *« Au métabolisme énergétique normal,*
- *Au maintien de l'état normal des os,*
- *Au maintien de la formation normale du tissu conjonctif,*
- *A la protection des cellules contre les radicaux libres (effet anti-oxydant).*

*Par contre, les aliments et les compléments alimentaires qui contiennent du manganèse ne peuvent pas prétendre : être important pour le fonctionnement du cerveau, soulager la fatigue (mélanges de vitamines et de minéraux). Ces revendications d'effets sont désormais interdites »(24).*

Il n'y a pas de référence nutritionnelle pour la population mais un apport satisfaisant qui a été fixé par l'EFSA à 2,8 mg/j pour les hommes et 2,5 mg/j pour les femmes.

La carence en manganèse est exceptionnelle, elle se manifestera par des troubles de la croissance, de la coagulation, des problèmes de peau, d'ongles, de cheveux (teinte rousse), et une perte de poids.

Les données disponibles ne permettent pas de fixer une limite supérieure de sécurité.

Chez femmes enceintes et allaitantes il ne faudrait pas consommer plus de 5 mg de manganèse par jour. Chez les insuffisants hépatiques, le manganèse peut s'accumuler dans le cerveau et donner lieu à des symptômes proches de la maladie de Parkinson.

## 2. Le cuivre

Le cuivre (Cu) est un oligoélément essentiel qui a une régulation homéostatique. Il intervient dans des réactions d'oxydoréduction. Il intervient aussi dans la formation des tendons et des cartilages, dans la minéralisation des os, dans la production des globules rouges, et dans la synthèse de la mélanine. Il a un rôle ambivalent dans le stress oxydant.

Les sources alimentaires principales sont les abats, les crustacés, les mollusques et les céréales.

D'après l'INCA2, l'apport de cuivre pour les français se fait par le pain et les produits de la panification à 14,1 %, les légumes à 7,8 %, les abats à 7,4 %, les fruits à 6,1 % et les pommes de terre à 5,5 %.

Les allégations suivantes ont été autorisées, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 0,15 mg de cuivre pour 100 g, 100 ml ou par portion. Dans ce cas ils peuvent prétendre contribuer :

- *« Au métabolisme énergétique,*
- *Au maintien du tissu conjonctif,*
- *Au fonctionnement du système nerveux,*
- *A la pigmentation de la peau et des cheveux,*
- *Au transport du fer dans le sang,*
- *Au fonctionnement du système immunitaire,*
- *A la protection contre les radicaux libres (effet antioxydant).*

*Par contre ils ne peuvent pas prétendre : contribuer au métabolisme du glucose ou du cholestérol, réduire la fatigue (dans le cadre de mélanges de vitamines et de minéraux). Ces revendications d'effets sont désormais interdites »(25).*

La référence pour la population est de 1,3 mg/j pour les hommes et de 1 mg/j pour les femmes et le besoin nutritionnel moyen est respectivement de 1 mg/j pour les hommes et 0,8 mg/j pour les femmes.

Le déficit en cuivre est rare dans les pays industrialisés, il donne lieu à une anémie, une fragilité osseuse, des retards de croissance et une sensibilité accrue aux infections.

La limite supérieure de sécurité a été fixée à 5 mg/j. La consommation chronique en excès de cuivre peut entraîner des atteintes hépatiques sévères. Un apport de plusieurs grammes en une seule prise, dans ce cas-là le cuivre est un poison qui donne des vomissements, des hémorragies, de la diarrhée et des problèmes de foie.

Les femmes enceintes, allaitantes et les personnes ayant une insuffisance hépatique ne devraient pas consommer plus de 3 mg de cuivre par jour.

### **3. Le fer**

Le fer (Fe) est un oligoélément, un homme adulte contient 4 g de fer :

- 70 % de celui-ci est sous forme hémique, est associé à l'hémoglobine et à la myoglobine (provient de viandes et poissons),
- 30 % est sous forme non hémique qui est une forme de transport et de réserve (provient des produits laitiers et des végétaux).

Le fer vient en majeure partie du recyclage du fer érythrocytaire, le fer apporté par l'alimentation est là pour combler et répondre au besoin plus important de fer.

Il a un rôle essentiel dans la respiration, les fonctions musculaires et l'activité enzymatique dans le métabolisme.

Les sources alimentaires principales sont les épices, le chocolat, les céréales (de petit-déjeuner), les produits carnés et les légumineuses.

D'après l'INCA2, l'apport de fer pour les français se fait par les viandes et la charcuterie à 14,9 %, le pain et les produits de la panification à 9,7 %, légumes à 8,7 % et les boissons alcoolisées à 6,7 %.

Les allégations suivantes ont été autorisées, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 2,1 mg de fer pour 100 g, 100 ml ou par portion. Dans ce cas ils peuvent prétendre contribuer :

- « *Au métabolisme énergétique normal,*
- *Aux fonctions intellectuelles normales,*
- *A la synthèse d'hémoglobine et de globules rouges,*
- *Au transport de l'oxygène dans le corps,*
- *Au fonctionnement normal du système immunitaire,*
- *A réduire la fatigue,*
- *Au développement intellectuel normal de l'enfant,*
- *A la division cellulaire.*

*Par contre ils ne peuvent pas prétendre contribuer : à influencer l'activité du cœur, des muscles ou du foie, prétendre lutter contre la perte excessive de cheveux chez les femmes ménopausées, au métabolisme des médicaments et autres substances actives. Ces revendications d'effets sont désormais interdites »(26).*

La référence nutritionnelle pour la population est de 11 mg/j pour les hommes et de 11 à 16 mg/j pour les femmes en fonction de l'utilisation d'une contraception. Les besoins nutritionnels moyens sont estimés à 6 mg/j pour les hommes et 7 mg/j pour les femmes.

Le déficit en fer donne une anémie qui a pour symptômes la fatigue, la pâleur, les palpitations, une diminution des performances intellectuelles ou un affaiblissement de la fonction immunitaire. Il y a un risque de carence plus élevé chez les femmes en âge de procréer, les femmes enceintes, les adolescentes, les enfants en période de croissance, les végétaliens, les athlètes féminines et les personnes souffrant d'ulcères digestifs. Cette insuffisance peut être repérée en dosant deux protéines du sang : la ferritine et l'hémoglobine. Ces protéines permettent d'évaluer les réserves de fer de l'organisme.

En cas de surconsommation, il y aura des troubles gastro-intestinaux, des nausées ou vomissements, des constipations ou un inconfort épigastrique. Il n'y a pas de limite

supérieure de sécurité ayant pu être fixée. Il existe tout de même une dose létale à 200-300 mg/kg de poids.

La complémentation en fer doit se faire sous un contrôle médical. Les personnes en situation d'alcoolisme ne doivent pas prendre de compléments en fer. Certains médicaments ont leur absorption diminuée à cause du fer comme les antibiotiques (les quinolones, les cyclines), les traitements de l'ostéoporose et les hormones thyroïdiennes. Un délai de deux heures est nécessaire entre la prise de ces médicaments et du fer.

#### **4. Le sélénium**

C'est un oligoélément essentiel à risque de carence chez l'homme, il possède des propriétés physicochimiques similaires à celles du soufre. Le sélénium (Se) est principalement concentré au niveau du foie et des muscles du squelette. Il est éliminé par les fèces et les urines.

La plupart des fonctions du sélénium se font par les sélénoprotéines. Les principales qui ont été identifiées sont les désiodases (impliqué dans le métabolisme des hormones thyroïdiennes), les glutathions peroxydases, la sélénoprotéine P et la thiorédoxine qui sont des enzymes qui interviennent en tant que défense contre le stress oxydant.

Le taux de sélénium présent dans les végétaux est fonction du taux de sélénium présent dans les sols où ceux-ci ont été produits.

Les sources alimentaires principales sont les poissons, les crustacés, la viande, les œufs et les oléagineux.

D'après l'INCA2, l'apport de sélénium pour les français se fait par les volailles et le gibier à 12,3 %, les poissons à 12 %, la viande à 8,7 %, le pain et les produits de la panification à 8,3 % et la charcuterie à 6,5 %.

Les allégations suivantes ont été autorisées, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 8,25 µg de sélénium pour 100 g, 100 ml ou par portion. Dans ce cas ils peuvent prétendre contribuer :

- « *A la production normale de spermatozoïdes,*
- *Au maintien d'une chevelure et d'ongles normaux,*
- *Au fonctionnement normal du système immunitaire,*
- *A la protection des cellules contre les radicaux libres (effet antioxydant),*
- *Au fonctionnement normal de la thyroïde.*

*Par contre ils ne peuvent pas prétendre contribuer : contribuer à maintenir la santé de la prostate, protéger la peau des ultraviolets du soleil (en association avec des vitamines) contribuer à maintenir la santé des articulations, contribuer à maintenir la santé du cœur et des vaisseaux sanguins, améliorer le fonctionnement du cerveau, participer à la protection des cellules contre les métaux lourds. Ces revendications d'effets sont désormais interdites »(27).*

La référence nutritionnelle pour la population n'a pas pu être fixée, il a été choisi d'établir une valeur d'apport satisfaisant fixée à 70 µg/j.

Le déficit en sélénium est rare, touche principalement les personnes qui se trouvent dans des zones où le sol est pauvre en sélénium (Chine, Sibérie), les personnes ayant des maladies intestinales chroniques (maladie de Crohn, colites ulcéreuse). Les symptômes du déficit sont des troubles cardiovasculaires, une baisse de l'immunité, de la fertilité masculine et un risque plus élevé pour certains cancers.

Une limite supérieure de sécurité a été fixée à 300 µg/j par rapport à certaines études. Un apport supérieur à 1 000 µg/j de sélénium donne lieu à des cheveux cassants, des ongles devenant friables et présentant des stries horizontales, la peau s'infecte facilement, l'haleine devient aigre et une asthénie.

Il existe un risque de cancer de la prostate avec une association de la vitamine E et du sélénium, il sera donc déconseillé de prendre ces compléments alimentaires chez les hommes. Les personnes qui ont un goitre doivent éviter une supplémentation en sélénium.

## 5. Le zinc

Le zinc (Zn) est un oligoélément essentiel, il intervient dans des fonctions cellulaires catalytiques, régulatrices et structurales.

Il participe à l'activité enzymatique de plus de trois cents enzymes, joue un rôle dans la structure de protéines (protéines « à doigts de zinc »). Il y a près de deux mille facteurs de transcriptions dit zinc dépendant.

Le zinc joue un rôle central dans la synthèse des acides nucléiques et des protéines. Il va activer les ADN et ARN polymérase, l'ARN synthase, la transcriptase inverse et la thymidine kinase. Il joue aussi un rôle essentiel dans l'activité biologique de certaines hormones peptidiques, comme l'insuline et la thymuline, et de nombreux récepteurs nucléaires d'hormones.

Le zinc exerce différentes fonctions :

- Un effet antioxydant par :
  - Induction de la synthèse de métallothionéine,
  - Compétition avec le fer et le cuivre pour leurs liaisons aux membranes cellulaires,
  - L'activité de l'enzyme antioxydante superoxyde dismutase,
  - Par protection des groupements thiols de l'oxydation.
- Un effet anti-inflammatoire avec l'inhibition de la voie NFκB par l'induction de la protéine A20 qui est inhibitrice de cette voie.
- Dans le métabolisme de la vitamine A, des acides gras polyinsaturés et des prostaglandines.

Les sources d'aliments sont la viande, les abats, le fromage, les légumineuses, les poissons, les mollusques et les crustacés.

D'après l'INCA2, l'apport de zinc pour les français se fait par la viande à 19,6 %, le fromage à 11 %, le pain et les produits de la panification à 9 %, les plats composés à 6,6 %, et la charcuterie à 6 %.

Les allégations suivantes ont été autorisées, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 1,5 mg de zinc pour 100 g, 100 ml ou par portion. Dans ce cas ils peuvent prétendre contribuer :

- *« A la synthèse normale d'ADN,*
- *Au métabolisme acidobasique normal,*
- *Au métabolisme normal des aliments, des glucides (sucres), des acides gras, de la vitamine A,*
- *Aux fonctions intellectuelles normales,*
- *A la fertilité et à la reproduction normales,*
- *A la synthèse des protéines,*
- *Au maintien des os,*
- *Au maintien des cheveux, des ongles et de la peau,*
- *Au maintien de concentrations normales de testostérone dans le sang,*
- *A la vision normale (action au niveau de la DMLA),*
- *Au fonctionnement normal du système immunitaire,*
- *A la division cellulaire,*
- *A la protection des cellules contre les radicaux libres (effet antioxydant).*

*Par contre ils ne peuvent pas prétendre contribuer : à la santé de la prostate, à la santé des articulations, à améliorer l'haleine en neutralisant les composés soufrés volatils présents dans la bouche, à la santé du cœur et des vaisseaux sanguins, à maintenir la santé du cœur et des vaisseaux sanguins, aux fonctions et aux performances musculaires, à réduire la fatigue (au sein d'un mélange de vitamines et de minéraux). Ces revendications d'effets sont désormais interdites »(28).*



La référence nutritionnelle pour la population est de 9,4 à 14 mg/j pour les hommes et 7,5 à 11,0 mg/j pour les femmes. Les besoins nutritionnelles moyens sont eux fixés entre 7,5 et 11,0 mg/j pour les hommes et entre 6,2 et 8,9 mg/j pour les femmes.

Le déficit modéré en zinc s'exprime par un retard de croissance, un hypogonadisme, une peau rouge, un ralentissement de la réflexion et des infections plus fréquentes. Certaines pathologies sont associées à un état de carence en zinc comme l'obésité, le diabète, l'anorexie, l'acné, l'alopécie, les troubles de la vision, l'hypofertilité, l'inflammation et des troubles du métabolisme osseux.

Une limite de sécurité de 25 mg/j a été fixé par l'EFSA.

Une prise de complément en zinc sur le long court expose à une baisse de l'immunité ainsi qu'une carence en cuivre. Ses principaux effets indésirables sont des maux de têtes et un goût métallique. Les compléments alimentaires contenant du zinc doivent être pris à deux heures de compléments contenant du fer, des antibiotiques (cyclines et quinolones), des traitements de l'ostéoporose ou des médicaments neutralisant l'acidité gastrique.

## **6. Le chrome**

C'est un oligoélément essentiel, il a un rôle dans l'utilisation des acides gras, des glucides, protéines. Le chrome (Cr) contribuerait à l'efficacité de l'insuline et à la régulation du taux de sucre dans le sang.

Le chrome trivalent ( $\text{Cr}^{3+}$ ) joue un rôle clé dans la régulation de l'homéostasie glucidique, c'est un potentialisateur de la signalisation insulinique qui favorise l'absorption intracellulaire de glucose. Il permet une augmentation du nombre de récepteurs à l'insuline et stimule la liaison de l'insuline à son récepteur.

Le chrome intervient aussi dans le métabolisme lipidique, donnant une diminution du taux de triglycéride, de LDL-cholestérol et une augmentation du taux de HDL-cholestérol.

Les sources alimentaires sont : la levure de bière, la bière, le foie, les légumes (brocolis, haricots verts, pommes de terre, asperges), les pommes de terre, les céréales complètes (germe de blé, les fruits (prunes), les champignons et la viande.

Les allégations suivantes ont été autorisées, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 8 µg de chrome pour 100 g, 100 ml ou par portion. Dans ce cas ils peuvent prétendre contribuer :

- « *Au métabolisme normal des macronutriments (aliments),*
- *Au maintien d'un taux sanguin de glucose (glycémie) normal.*

*Par contre ils ne peuvent pas prétendre contribuer : à contrôler son poids en favorisant le métabolisme des glucides et à réduire la fatigue. Ces revendications d'effets sont désormais interdites »(29).*

La référence nutritionnelle pour la population est de 60 µg/j. Cette référence est rarement atteinte en France où la consommation alimentaire de chrome est de l'ordre de 40 µg/j.

L'OMS estime une limite supérieure de sécurité de 250 µg/j. Les symptômes en cas de prises excessives sont des problèmes musculaires, rénaux, des anémies... mais ceux-ci n'ont été observés qu'avec un sel particulier le picolinate de chrome pour des doses supérieures à 1 200 µg/j.

Les femmes enceintes et allaitantes, doivent éviter de prendre des compléments de zinc de plus de 200 µg de chrome par jour. L'apport de sucres rapides favorise l'excrétion urinaire et diminue l'absorption du chrome. Cette absorption sera aussi diminuée en cas de consommation de zinc, de fer et de vanadium.

## **7. L'iode**

L'iode (I) est un oligoélément essentiel, il est indispensable à la synthèse d'hormones thyroïdiennes et joue un rôle central dans les processus de croissance et de

maturation cellulaire, dans la thermogénèse, l'homéostasie glucidique et lipidique et dans la modulation transcriptionnelle de la synthèse de protéine.

L'iode a un rôle fondamental dans le développement cérébral du fœtus au cours des premiers mois de la grossesse.

Les sources alimentaires sont les poissons, les mollusques, les crustacés et le lait.

D'après l'INCA2, l'apport d'iode pour les français se fait par les produits laitiers à 25,7 %, les poissons à 9,9 % et le pain et les produits de la panification à 7 %.

Les allégations suivantes ont été autorisées, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 22,5 µg d'iode pour 100 g, 100 ml ou par portion. Dans ce cas ils peuvent prétendre contribuer :

- *« Au métabolisme énergétique normal,*
- *Aux fonctions intellectuelles normales,*
- *A la santé normale de la peau,*
- *A la production normale d'hormones thyroïdiennes et au fonctionnement normal de la thyroïde,*
- *A la croissance normale des enfants.*

*Par contre ils ne peuvent pas prétendre contribuer : à soutenir la vue ou à la production de larmes, à favoriser la qualité des cheveux, des ongles ou de la peau. Ces revendications d'effets sont désormais interdites »(30).*

Le déficit en iode se retrouve principalement dans les populations éloignées de la mer. La carence chez l'enfant donne lieu à un handicap mental irréversible, le « crétinisme ». Les symptômes sont une augmentation de la taille de la thyroïde, le goitre et des œdèmes de la peau. Les personnes qui suivent un régime végétalien et pauvre en sel sont à risque de déficit.

La limite supérieure de sécurité a été fixée par l'EFSA à 600 µg/j. L'iodisme est une intoxication à long terme causée par l'iode, elle se présente par des maux de tête, des

éternuements, une irritation des yeux, une irritation de la gorge ou des troubles respiratoires.

Les femmes enceintes et allaitantes doivent éviter une supplémentation de plus de 200 µg/j d'iode. Il reste possible pour elles d'avoir un apport de 100 à 150 µg/j en cas de prescription sous forme médicamenteuse, lorsque le risque de carence est avéré.

Chez les personnes âgées, la prise d'iode peut être à l'origine d'une hyperthyroïdie (fonctionnement excessif de la thyroïde) qui se manifeste par des palpitations, une perte de poids, une irritabilité, une intolérance à la chaleur ou une accélération du transit intestinal.

La prise d'iode peut donner quelques effets indésirables chez les personnes qui y sont hypersensibles comme de la fièvre, de l'urticaire, des œdèmes, ou des hémorragies sous la peau. D'autres symptômes peuvent apparaître même chez les personnes qui n'y sont pas hypersensible, il peut y avoir une poussée d'acné, des troubles du rythme cardiaque, des confusions ou des fourmillements.

L'iode aura un effet sur certains traitements, elle diminuera l'efficacité de certains anticoagulants, augmente celle de certains médicaments traitant l'hyperthyroïdie. Le lithium diminue l'absorption de l'iode.

## **C. Les vitamines**

### **1. Les vitamines hydrosolubles**

#### **a. La vitamine B1**

La forme active de la vitamine B1 est le PyroPhosphate de Thiamine (TPP), elle correspond à l'estérification de la fonction alcool primaire de la thiamine. Le pyrophosphate de thiamine est une coenzyme de nombreux systèmes enzymatiques qui interviennent dans des réactions de transcétolisation et de décarboxylation du pyruvate

et des autres acides  $\alpha$ -cétoniques. La thiamine joue un rôle dans le métabolisme glucidique.

Les sources alimentaires sont la levure alimentaire, les produits céréaliers complets, la viande (surtout le porc) et les oléagineux.

D'après l'INCA2, l'apport de vitamine B1 pour les français se fait par la charcuterie à 11,4 %, le pain et les produits de la panification sèche (biscottes) à 9,2 %, la viande à 9,0 %, les légumes à 7,6 %, et les céréales de petit-déjeuner à 5,1 %.

Les allégations suivantes ont été autorisées, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 0,16 mg de vitamine B1 (thiamine) pour 100 g, 100 ml ou par portion. Dans ce cas ils peuvent prétendre contribuer :

- *« Au métabolisme énergétique normal,*
- *Au fonctionnement normal du cœur,*
- *Au fonctionnement normal du système nerveux et aux capacités intellectuelles normales.*

*Par contre ils ne peuvent pas prétendre contribuer : à la santé des os, à réduire la fatigue, à maintenir la vitalité et l'énergie. Ces revendications d'effets sont désormais interdites »(31).*

La référence nutritionnelle pour la population n'ayant pas été fixée par l'EFSA, un apport satisfaisant a été fixé à 1,5 mg/j pour les hommes et 1,2 mg/j pour les femmes.

Le déficit en vitamine B1 se manifeste par une maladie : le béribérie. C'est une pathologie retrouvée fréquemment chez les personnes se nourrissant exclusivement de riz blanc, elle se traduit par des symptômes tels qu'une douleur des pieds, une difficulté à se mouvoir, une insuffisance cardiaque, une diminution des capacités intellectuelles, une psychose...

Des apports insuffisants en thiamine se retrouvent chez les personnes souffrant d'alcoolisme, d'infection aiguë, de maladies intestinales chroniques, et chez les personnes prenant certains diurétiques ou prenant des glucides en proportions élevées comme les athlètes.

Aucune limite supérieure de sécurité n'a pu être fixée, par l'EFSA, par rapport aux données disponibles et à la faible toxicité observée en cas de forte dose.

Par principe de précaution les femmes enceintes ne doivent pas prendre plus de 3 mg thiamine par jour. La thiamine a une absorption diminuée par le thé et le café (même décaféiné).

### ***b. La vitamine B2***

La riboflavine ou vitamine B2 est le précurseur de différents coenzymes : la Flavine MonoNucléotide (FMN), la Flavine Adénine Dinucléotide (FAD) et des composés qui contiennent de la flavine liée par une liaison covalente.

Les coenzymes flaviniques interviennent dans :

- L'utilisation des nutriments, le catabolisme des acides gras, de certains acides aminés et des bases puriques.
- La production d'énergie, avec la transformation du succinate en fumarate (dans le cycle de Krebs).
- La chaîne respiratoire.

Les sources alimentaires de la riboflavine sont les abats, le lait et les produits laitiers.

D'après l'INCA2, l'apport de vitamine B2 pour les français se fait par le café à 10,4 %, le lait à 8,8 %, les fromages à 8,4 % et la viande à 6,8%.

Les allégations suivantes ont été autorisées, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 0,21 mg de vitamine

B2 (riboflavine) pour 100 g, 100 ml ou par portion. Dans ce cas ils peuvent prétendre contribuer :

- *« Au métabolisme énergétique normal,*
- *Au fonctionnement normal du système nerveux,*
- *Au maintien d'une peau et des muqueuses normales,*
- *A la vision normale,*
- *Au maintien de globules rouges normaux,*
- *Au métabolisme normal du fer,*
- *A la réduction de la fatigue,*
- *A la protection des cellules contre les radicaux libres (effet antioxydant).*

*Par contre ils ne peuvent pas prétendre contribuer : à la santé des os, des dents, des cheveux, des ongles ou de la peau ; aux capacités intellectuelles. Ces revendications d'effets sont désormais interdites »(32).*

La référence nutritionnelle pour la population n'ayant pas été fixée par l'EFSA, un apport satisfaisant a été fixé à 1,8 mg/j pour les hommes et à 1,5 mg/j pour les femmes.

Le déficit en vitamine B2 est rare dans les pays occidentaux. Il se retrouve chez les personnes alcooliques et les personnes ayant une alimentation très déséquilibrée et se traduit par des gerçures des lèvres et des coins de la bouche, une peau grasse ou des maux de gorges.

Aucune limite supérieure de sécurité n'a pu être fixée, par l'EFSA, par rapport aux données disponibles et à la faible toxicité observée en cas de forte dose.

Par principe de précaution les femmes enceintes ne doivent pas prendre plus de 3 mg riboflavine par jour. En cas de prise de vitamine B2, les urines se colorent quelques fois en jaune vif et des diarrhées peuvent survenir à forte dose.

### c. La vitamine B3

La vitamine B3, ou niacine ou vitamine PP (Pellagra Preventive), regroupe deux composés, l'acide nicotinique et le nicotinamide qui ont des propriétés similaires. Mais en cas d'usage en compléments alimentaires avec des doses élevés, elles auront des propriétés différentes.

La niacine est le précurseur du Nicotinamide Adénine Dinucléique (NAD<sup>+</sup>) et du Nicotinamide Adénine Dinucléique Phosphate (NADP<sup>+</sup>). Elle participe en tant que cofacteur d'oxydoréduction, au métabolisme du glucose, des acides gras, et des acides aminés. Le nicotinamide peut être synthétisé à partir du tryptophane qui est un acide aminé essentiel.

Les sources alimentaires de la vitamine PP sont la viande (surtout la volaille), les abats (foie), les charcuteries, les poissons et les produits de la mer.

D'après l'INCA2, l'apport de vitamine B3 pour les français se fait par les produits carnés, volaille et gibier à 14,7 %, la viande à 13,5 %, la charcuterie à 8,9 % ; le pain et les produits de la panification sèche à 7,2 %, et les poissons à 6,4 %.

Les allégations suivantes ont été autorisées, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 3,2 mg de vitamine B3 (niacine) pour 100 g, 100 ml ou par portion. Dans ce cas ils peuvent prétendre contribuer :

- *« Au métabolisme énergétique normal,*
- *Au fonctionnement normal du système nerveux,*
- *Au maintien d'une peau et de muqueuse normales,*
- *Aux fonctions physiologiques normales,*
- *A la réduction de la fatigue.*

*Par contre ils ne peuvent pas prétendre contribuer : à la santé des os, des dents, des cheveux, des ongles, ou de la peau ; à améliorer la microcirculation au sein du cuir chevelu dans le but de favoriser la pousse de cheveux ; à favoriser la pousse des ongles ; à maintenir*



*des taux de cholestérols LDL ou HDL, ni de triglycérides ; à maintenir une circulation sanguine normale. Ces revendications d'effets sont désormais interdites »(33).*

La référence nutritionnelle pour la population fixée par l'EFSA est de 17,4 mg/j pour les hommes et de 14 mg/j pour les femmes. Le besoin nutritionnel moyen est lui fixé à 14,4 mg/j pour les hommes et 11,4 mg/j pour les femmes.

Le déficit en vitamine PP se retrouve chez les personnes souffrant de maladies inflammatoires de l'intestin (maladie de Crohn, maladie cœliaque), de cirrhose du foie ou d'alcoolisme. La carence en niacine est nommée pellagre (d'où le nom de vitamine Pellagra Preventive) et se traduit par des problèmes de peau, de la diarrhée, une confusion mentale et pouvant parfois entraîner la mort.

La limite supérieure de sécurité a été fixée par l'EFSA à 10 mg/j d'acide nicotinique libre et 900 mg/j pour le nicotinamide. Il faut faire attention car dans les tables de composition nutritionnelles ces deux formes d'apports ne sont pas distinguées.

L'acide nicotinique à forte dose est contre-indiqué pour les personnes présentant des problèmes rénaux ou hépatiques, du diabète, ou des problèmes liés à un excès d'acide urique (hyperuricémie, calculs) et pour les femmes enceintes ou allaitantes. Ses effets indésirables sont des bouffées de chaleur avec des rougeurs sur le visage, sur le cou et sur le torse, des maux d'estomac, des démangeaisons ou des maux de tête.

L'acide nicotinique a un risque d'interaction avec les médicaments traitants les épilepsies, l'excès de cholestérol, l'hypertension artérielle, le diabète de type 2 et les problèmes cardiaques ou les anticoagulants.

C'est pour cela qu'un suivi médical est nécessaire à la prise d'acide nicotinique avec des tests sanguins réguliers pour évaluer l'état du foie.

#### ***d. La vitamine B5***

La vitamine B5 également nommée acide pantothénique joue un rôle essentiel dans : la production d'énergie, les cellules (métabolisme des glucides), le transport de l'oxygène dans le sang et la conformation structurelle pour le fonctionnement du Coenzyme A (CoA). Elle participe à la synthèse des acides gras, du cholestérol, de la protéine porteuse d'acyle (ACP) et des hormones sexuelles.

Les sources alimentaires sont principalement les produits laitiers, les produits céréaliers complets, les légumes secs, les viandes et les légumes.

D'après l'INCA2, l'apport de vitamine B5 pour les français se fait par le café à 10,4 %, le pain et les produits de la panification sèche à 7,0 %, la volaille et le gibier à 6,3 %, le lait à 6,0 %, les produits ultra-frais laitiers à 5,7 % et les légumes à 5,7 %.

Les allégations suivantes ont été autorisées, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 0,9 mg de vitamine B5 (acide pantothénique) pour 100 g, 100 ml ou par portion. Dans ce cas ils peuvent prétendre contribuer :

- *« Au métabolisme énergétique normal,*
- *Aux capacités intellectuelles normales,*
- *A la synthèse des hormones stéroïdiennes (hormones du stress et hormones sexuelles), de la vitamine D et de certains messagers chimiques du cerveau (neurotransmetteurs),*
- *A la réduction de la fatigue.*

*Par contre ils ne peuvent pas prétendre contribuer : à la santé des os, des dents, des cheveux, des ongles ou de la peau ; à maintenir la vitalité et l'énergie, à hydrater la peau ou à prévenir la desquamation des peaux sèches ; à soutenir l'activité des glandes surrénales et être nécessaire à l'équilibre hormonal. Ces revendications d'effets sont désormais interdites »(34).*

La référence nutritionnelle pour la population n'ayant pas été fixée par l'EFSA, un apport satisfaisant a été fixé à 5,8 mg/j pour les hommes et 4,7 mg/j pour les femmes.

Le déficit en acide pantothénique est rare, les symptômes sont une sensation de brûlure dans les pieds, une fatigue, des maux de tête, des insomnies et des fourmillements.

Aucune limite supérieure de sécurité n'a pu être fixée, par l'EFSA, par rapport aux données disponibles et à la faible toxicité observée en cas de forte dose.

Par principe de précaution les femmes enceintes ne devraient pas excéder un apport supérieur à 10 mg/j. Certains compléments alimentaires destinés à renforcer les cheveux associent la biotine (vitamine B8) à l'acide pantothénique mais aucune de ces vitamines n'a démontré cet effet et leur absorption respective par l'intestin est réduite en cas de prise simultanée.

#### ***e. La vitamine B6***

La vitamine B6 regroupe six composés : la pyridoxine (PN), le pyridoxal (PL), la pyridoxamine (PM) et leurs dérivés 5-phosphate (P) : le phosphate de pyridoxine (PNP), le phosphate de pyridoxal (PLP) et le phosphate de pyridoxamine (PMP).

La vitamine B6 joue un rôle dans le métabolisme du glycogène, des acides aminés et dans la synthèse de l'ADN (des gènes), de l'hémoglobine et de neurotransmetteurs. La synthèse des neurotransmetteurs implique le PLP qui est un co-facteur des décarboxylases.

Le PLP et PMP sont retrouvés dans les tissus animaux, tandis que la PN et la PNP se retrouvent dans les végétaux.

Les sources alimentaires principales sont les végétaux avec les céréales sous toutes leurs formes, les légumes amyliacées, les produits dérivés du soja et les fruits autres que les agrumes ; et les animaux avec le foie de bœuf, de veau, de porc et de volailles, et le poisson.

D'après l'INCA2, l'apport de vitamine B6 pour les français se fait par la viande à 10,4 %, les volailles à 8,1 %, les légumes à 8,3 %, les fruits à 8,1 %, les pommes de terre à 7,7 %, la charcuterie à 5,5 %, les pains et les produits de la panification à 5,3 % et les céréales du petit déjeuner à 5,2 %.

Les allégations suivantes ont été autorisées, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 0,21 mg de vitamine B6 pour 100 g, 100 ml ou par portion. Dans ce cas ils peuvent prétendre contribuer :

- *« Au métabolisme énergétique normal,*
- *Au fonctionnement normal du système nerveux,*
- *A la synthèse normale de la cystéine et au métabolisme normal de l'homocystéine,*
- *A la réduction de la fatigue,*
- *Au métabolisme normal du glycogène et des protéines,*
- *Aux fonctions mentales normales,*
- *A la formation des globules rouges,*
- *Au fonctionnement normal du système immunitaire,*
- *A la régulation de l'activité hormonale.*

*Par contre ils ne peuvent pas prétendre contribuer : à la santé des os, des dents, des cheveux, des ongles ou de la peau ; à améliorer l'humeur chez les femmes. Ces revendications d'effets sont désormais interdites »(35).*

La référence nutritionnelle pour la population n'ayant pas été fixée par l'EFSA, un apport satisfaisant a été fixé à 1,8 mg/j pour les hommes et à 1,5 mg/j pour les femmes(36).

Le déficit en vitamine B6 a pour symptômes : la gerçure des lèvres, une inflammation de la bouche et une anémie. Ce déficit est retrouvé chez les personnes alcooliques et les personnes souffrant de maladies chroniques de l'intestin.

La limite supérieure de sécurité a été fixée par l'EFSA à 25 mg/j. Un apport de plus de 500 mg/j de vitamine B6 peut provoquer une hypoesthésie (perte de la sensibilité dans les doigts et les orteils), des nausées, des vomissements et une baisse de l'appétit.

Les femmes enceintes, les adolescentes et les personnes âgées sont exposées à une insuffisance de vitamine B6, il faut leur conseiller de manger des aliments qui en contiennent.

### ***f. La vitamine B8***

La vitamine B8 est aussi nommée biotine ou vitamine H. Il faut faire attention, il y a un risque pour qu'à l'étranger, elle soit nommée vitamine B7 qui est en France l'inositol et est produite par l'organisme. A partir des nutriments, la vitamine B8 participe à la production d'énergie. Elle joue un rôle dans la synthèse des acides gras et des acides aminés.

La biotine est apportée par l'alimentation mais est aussi fabriquée par la flore intestinale.

Les sources alimentaires sont animales avec le jaune d'œuf, le foie, les rognons et le lait ; et végétales avec le soja, l'avoine, les champignons, les graines germées, la levure de bière et la gelée royale.

Les allégations suivantes ont été autorisées, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 7,5 µg de vitamine B8 (biotine) pour 100 g, 100 ml ou par portion. Dans ce cas ils peuvent prétendre contribuer :

- *« Au métabolisme énergétique normal,*
- *Au fonctionnement normal du système nerveux,*
- *Au maintien de cheveux, d'une peau et de muqueuses normales,*
- *Au métabolisme normal des aliments,*
- *Aux fonctions mentales normales.*

*Par contre ils ne peuvent pas prétendre contribuer : à la santé des os, des dents, des cheveux, des ongles ou de la peau ; à renforcer la résistance des ongles ; réduire la fatigue et maintenir la vitalité. Ces revendications d'effets sont désormais interdites »(37).*

La référence nutritionnelle pour la population n'ayant pas été fixée par l'EFSA, un apport satisfaisant a été fixé à 40 µg/j(38).

Le déficit en biotine peut se retrouver chez les personnes souffrant d'insuffisance rénale, d'alcoolisme ou ayant un traitement contre l'épilepsie. Les principaux symptômes sont une alopécie, des conjonctivites, des problèmes de peau ou des crampes musculaires.

Aucune limite supérieure de sécurité n'a pu être fixée, par l'EFSA, par rapport aux données disponibles et à la faible toxicité observée en cas de forte dose. L'excès de vitamine B8 étant soluble dans l'eau, en cas d'apport excessif elle est éliminée dans les urines.

Les effets de la vitamine B8 sur les ongles fragiles et les problèmes de peau ont été démontré dans des études mais uniquement en cas de carence. Certains compléments alimentaires destinés à renforcer les cheveux associent la biotine (vitamine B8) à l'acide pantothénique mais aucune de ces vitamines n'a démontré cet effet et leur absorption respective par l'intestin est réduite en cas de prise simultanée.

#### ***g. La vitamine B9***

La vitamine B9 est aussi nommée acide folique ou vitamine M. Elle est représentée dans notre alimentation par les folates également appelés les ptéroylpolyglutamates (molécules contenant un à sept résidus glutamates qui sont reliés en chaînes au glutamyl constitutif) ; et par l'acide folique (forme oxydée du monoglutamate), c'est une forme de synthèse présente dans les aliments enrichis et les compléments alimentaires.

Le tétrahydrofolate (THF) est la forme totalement réduite des folates et la forme qui est métaboliquement active de la vitamine B9. Les tétrahydrofolates participent au métabolisme des acides aminés (donneurs de méthyl) à la synthèse des acides nucléiques. Ils sont nécessaires à la division cellulaire et à la régulation de l'activité des gènes. La vitamine B9 participe aussi à la fabrication des globules rouges et blancs et au renouvellement de la paroi de l'intestin et de la peau. Les folates sont des éléments clés du développement du système nerveux de l'embryon, en début de grossesse.

Il existe une différence de biodisponibilité entre l'acide folique (85 %) et les folates naturels (50 %). Pour pallier cette différence la notion d'équivalents folates alimentaires (EFA) est utilisée, donc 1 µg d'EFA est égale à 1 µg de folates alimentaires et à 0,6 µg d'acide folique.

Les sources alimentaires de vitamine B9 sont les légumineuses, les légumes à feuilles, les foies (agneau, veau, bœuf, canard). Les aliments les plus riches en vitamine B9 sont la levure de bière et le germe de blé.

D'après l'INCA2, l'apport de vitamine B6 pour les français se fait par les légumes à 20,1 %, les pains et les produits de la panification à 10,4 %, les fruits à 9,4 %, les fromages à 5,9 %, et les produits ultra-frais laitiers à 5,2 %.

Les allégations suivantes ont été autorisées, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 30 µg de vitamine B9 (folates ou acide folique) pour 100 g, 100 ml ou par portion. Dans ce cas ils peuvent prétendre contribuer :

- « *A la croissance des tissus maternels pendant la grossesse,*
- *Au métabolisme normal des acides aminés,*
- *A la formation des cellules du sang,*
- *Au métabolisme de l'homocystéine,*
- *Au fonctionnement normal du système immunitaire,*
- *A la réduction de la fatigue,*
- *Aux fonctions mentales normales,*
- *A la division cellulaire »(39).*

Lorsque les compléments alimentaires et les aliments contiennent au moins 400 µg de vitamine B9 (folates ou acide folique) pour 100 g, 100 ml ou par portion, ils peuvent prétendre « *augmenter le statut maternel en folates, dans l'optique de réduire le risque d'apparition d'anomalies du tube neural chez le fœtus* ». Il faut prévenir les femmes en âge de procréer, qu'il est nécessaire d'avoir une consommation de vitamine B9 pendant au moins un mois avant la conception et jusqu'à trois mois après la conception.

*Par contre ils ne peuvent pas prétendre contribuer : à la santé des vaisseaux sanguins ; être essentiels au métabolisme des aliments ; protéger les yeux ou le cristallin, ou maintenir une vision normale. Ces revendications d'effets sont désormais interdites »(39).*

La référence nutritionnelle pour la population fixée par l'EFSA est de 330 µg/j EFA pour les adultes et un besoin nutritionnel moyen de 250 µg/j EFA pour les adultes. Pour réduire le risque d'anomalie et de fermeture du tube neural, il faudra un apport de 400 µg/j EFA pour les femmes souhaitant avoir un enfant (huit semaines avant et jusqu'à huit semaines après la conception).

Le déficit se manifeste d'abord dans les tissus ayant une croissance rapide comme les cellules sanguines.

La limite supérieure de sécurité est fixée par l'EFSA à 1mg/j chez l'adulte pour l'apport d'acide folique. Aucune limite supérieure de sécurité n'a pu être fixée, par l'EFSA pour les folates alimentaires, par rapport aux données disponibles et à la faible toxicité observée en cas de forte dose.

En cas de surconsommation d'acide folique, il y a un risque de troubles du sommeil et de troubles gastro-intestinaux pour des doses supérieures à 5 mg/j.

En cas de supplémentation il faudra donc faire attention afin de savoir la source de la vitamine B9. La prise de folate peut diminuer l'activité de médicaments contre les bactéries, le paludisme, de chimiothérapie, certains médicaments antiépileptiques.

#### ***h. La vitamine B12***

La vitamine B12 est une famille dont la substance la plus utilisée est la cyanocobalamine. « Cobalamine » est un terme qui désigne les molécules à bases de cobalt et elles peuvent être converties en deux coenzymes actives chez l'homme :

- La méthyl-cobalamine, qui est un co-facteur permettant le transfert de méthyle du 5-méthyl-tétrahydrofolate (5-MTHF, métabolite de la vitamine B9) à l'homocystéine pour former la méthionine.



- La 5-déoxyadénosyl-cobalamine, qui participe au métabolisme du propionate dans la mitochondrie.

La vitamine B12 en association avec la vitamine B9 aura une action sur la synthèse de l'ADN, des acides gras, sur la production de l'énergie cellulaire et le fonctionnement du système nerveux.

La vitamine B12 a une synthèse exclusive aux bactéries, elle est liée à des protéines et est présente dans les aliments d'origine animale. Elle n'est pas biodisponible dans les aliments d'origines végétales, seuls quelques végétaux qui ont subi une fermentation bactérienne peuvent en contenir en très faible quantité.

D'après l'INCA2, l'apport de vitamine B12 pour les français se fait par les abats à 20,1 %, la viande à 15,9 %, les poissons à 14,4 %, le fromage à 7 %, la volaille et le gibier à 5 %.

Les allégations suivantes ont été autorisées, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 0,38 µg de vitamine B12 pour 100 g, 100 ml ou par portion. Dans ce cas ils peuvent prétendre contribuer :

- *« Au métabolisme énergétique normal,*
- *Au fonctionnement normal du système nerveux,*
- *Au métabolisme normal de l'homocystéine,*
- *Aux fonctions mentales normales,*
- *A la formation des globules rouges,*
- *A la réduction de la fatigue,*
- *Au fonctionnement normal du système immunitaire,*
- *A la division cellulaire.*

*Par contre ils ne peuvent pas prétendre contribuer : à la santé des os, des dents, des cheveux, des ongles ou de la peau ; à maintenir la vitalité. Ces revendications d'effets sont désormais interdites »(40).*

La référence nutritionnelle pour la population n'ayant pas pu être fixée par l'EFSA car aucun des marqueurs de l'activité métabolique de la cobalamine n'est à lui seul suffisant pour représenter l'ensemble des fonctions métaboliques de la cobalamine. Un apport suffisant a donc été fixé à 4 µg/j pour les adultes.

Les symptômes du déficit en vitamine B12 sont une anémie, des fourmillements dans les mains et les pieds, une constipation alternée de diarrhées, une perte de poids, des troubles de l'humeur et chez les personnes âgées des troubles du raisonnement et de la mémoire.

Il existe un risque de déficit en cas de suivi de régime végétalien ou macrobiotique (régime basé sur l'équilibre entre les céréales complètes, les légumes secs, les légumes racines et les fruits, les boissons, les légumes verts, les produits à base de soja...).

Aucune limite supérieure de sécurité n'a été fixée par l'EFSA, du fait de l'absence de données montrant une toxicité notamment de carcinogénéité aux doses étudiées.

La supplémentation en vitamine B12 est recommandée chez les femmes enceintes et allaitantes, les enfants suivant un régime végétalien ou macrobiotique, les personnes suivant un régime qui exclut les aliments d'origine animale et en cas d'anémie.

La vitamine B12 est généralement bien tolérée. Les injections intramusculaires de celle-ci peuvent provoquer des allergies cutanées comme des rougeurs ou des démangeaisons.

### ***i. La vitamine C***

La vitamine C aussi nommée acide ascorbique, a un rôle de coenzyme et participe au fonctionnement d'un nombre limité d'enzymes. Elle intervient notamment dans la synthèse de la carnitine et l'hydroxylation de la proline du collagène.

Elle joue donc un rôle dans la formation des fibres élastiques (collagènes) ainsi que dans l'absorption et le stockage du fer.

La vitamine C a également une activité antioxydante dans les réactions radicalaires, elle permet de piéger les radicaux libres, ou au contraire, dans le contexte d'une réaction inflammatoire, d'être producteur de radical hydroxyl en présence de fer.

Les sources alimentaires sont les fruits (cassis et agrumes) et les légumes (persil et le poivron rouge). Une alimentation équilibrée permettra de couvrir les besoins de l'organisme en vitamine C. Il faut faire attention, la cuisson des fruits et légumes détruit en partie la vitamine C. Il sera donc conseillé de les consommer crus ou surgelés.

D'après l'INCA2, l'apport de vitamine C pour les français se fait par les fruits à 26,8 % et les légumes à 22,1 %.

Les allégations suivantes ont été autorisées, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 12 mg de vitamine C pour 100 g, 100 ml ou par portion. Dans ce cas ils peuvent prétendre contribuer :

- « *Au métabolisme énergétique normal,*
- *Au fonctionnement normal du système nerveux,*
- *Aux fonctions mentales normales,*
- *Au fonctionnement normal du système immunitaire,*
- *A la réduction de la fatigue,*
- *A la régénération de la vitamine E dans sa forme réduite,*
- *A l'absorption digestive du fer.*

*Par contre ils ne peuvent pas prétendre contribuer : à rendre les radicaux libres sans danger pour la vision, ou à augmenter la fonction des caroténoïdes (lutéine et zéaxanthine) dans la protection des yeux contre les radicaux libres ; à être nécessaires pour le maintien de la vitalité ; à soulager les irritations de la gorge ou des voies respiratoires supérieures. Ces revendications d'effets sont désormais interdites »(41).*

La référence nutritionnelle pour la population fixée par l'EFSA est de 110 mg/j et un besoin nutritionnel moyen de 90 mg/j pour les adultes.

Le déficit en vitamine C (le scorbut) est rare de nos jours. Les principaux symptômes sont les saignements de gencives, les ecchymoses, des douleurs articulaires et musculaires, une sècheresse de la bouche et des yeux, la fatigue, l'anémie et un risque de coma mortel.

Aucune limite supérieure de sécurité n'a pu être fixée, par l'EFSA, par rapport aux données disponibles. Des apports supérieurs à 3 g/j peuvent provoquer des diarrhées, des ballonnements, des nausées et des brûlures d'estomac.

Il faut éviter la prise de vitamine C, à des doses élevées de manière prolongée, dans les cas de calculs urinaires, chez les personnes souffrant de maladies entraînant une accumulation du fer dans l'organisme (l'hémochromatose, la drépanocytose, la thalassémie...).

## **2. Les vitamines liposolubles**

### **a. La vitamine A**

Le terme vitamine A, correspond à une famille de substances qui ont une structure et des propriétés similaires au rétinol servant de référence. La vitamine A correspond :

- Au rétinol libre et estérifié que l'on retrouve dans l'alimentation,
- A leurs métabolites produits dans l'organisme et responsables de son activité biologique,
- Et les caroténoïdes pro-vitaminiques qui subiront une conversion incomplète en rétinol.

La vitamine A possède un rôle important dans la vision en contribuant à l'adaptation de l'œil à l'obscurité mais également à la santé de la peau, à la santé des muqueuses et à la régulation du système immunitaire. Elle participe aussi à la croissance des os, à la reproduction (joue un rôle clé dans le développement des organes de l'embryon) et à la régulation de l'expression du génome par l'acide rétinoïque.

L'activité vitaminique est exprimée en Equivalent Rétinol (ER) :

1 µg rétinol = 1 µg ER et 1 µg β-carotène = 1/12 µg ER

Les sources alimentaires pour le rétinol sont les produits animaux (l'huile de poisson, le beurre, le foie de volaille...) et pour les caroténoïdes pro-vitaminiques sont les produits végétaux (la carotte, la patate douce, le melon, le potiron, les mangues...).

D'après l'INCA2, l'apport de vitamine A préformée (rétinol) pour les français se fait par les abats à 28,8%, la charcuterie à 20,4 %, le beurre à 10,1 % et le fromage à 9,7 %.

Les allégations suivantes ont été autorisées, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 120 µg de vitamine A préformée pour 100 g, 100 ml ou par portion. Dans ce cas ils peuvent prétendre contribuer :

- *« Au métabolisme énergétique normal,*
- *Au maintien d'une peau et de muqueuses normales,*
- *A la vision normale,*
- *Au fonctionnement normal du système immunitaire,*
- *A la spécialisation cellulaire,*
- *Au métabolisme du fer.*

*Par contre ils ne peuvent pas prétendre contribuer : à être indispensables à la santé des os, des dents, des cheveux, des ongles ou de la peau ; maintenir à la vitalité et l'énergie. Ces revendications d'effets sont désormais interdites »(42).*

La référence nutritionnelle pour la population a été fixée par l'EFSA à 750 µg ER/j pour les hommes et 650 µg ER/j pour les femmes. Les besoins nutritionnels moyens sont fixés à 570 µg ER/j pour les hommes et à 490 µg ER/j pour les femmes.

Le déficit en vitamine A est l'une des principales causes de cécité dans les pays en voie de développement. En cas d'apport insuffisant la cornée s'épaissit puis se dégénère, des problèmes de peau, de muqueuses apparaissent et chez les enfants la croissance ralentit et un risque de décès est possible.

Dans les pays industrialisés le déficit est rare et est souvent causé par des maladies chroniques de l'intestin ou à une cirrhose du foie.

La limite supérieure de sécurité a été fixée à 3mg/j par l'EFSA à cause des effets hépatotoxiques et tératogènes. En cas d'excès, les symptômes sont : une peau sèche, des lèvres gercées, des démangeaisons, des cheveux hirsutes, des chutes de sourcils, des maux de tête et des problèmes de foie.

Il est déconseillé d'avoir une complémentation en vitamine A sans suivi médical. Pour les femmes enceintes et allaitantes par principe de précaution il faudra se contenter des apports contenus dans les aliments. En effet, en cas de grossesse, un excès de vitamine A aura des conséquences tératogènes pour le fœtus.

### ***b. La vitamine D***

La vitamine D se présente sous deux formes dans notre alimentation :

- La vitamine D2 également appelé l'ergocalciférol qui est produite par les végétaux,
- La vitamine D3 également appelée le cholécalciférol qui est d'origine animale et aussi produite par la peau à l'aide des rayons ultraviolets B.

Elle joue un rôle important au métabolisme du calcium et du phosphore, en augmentant leur absorption intestinale et en diminuant leur élimination dans les urines. Pour assurer la minéralisation des tissus (cartilage, os et dents), la vitamine D va subir une conversion en 1,25-dihydroxyvitamine D. Durant la croissance et (même) après, elle contribue, avec l'hormone parathyroïdienne (parathormone), au maintien de l'homéostasie calcique. La vitamine D est soluble dans les graisses.

Les sources alimentaires sont l'huile de foie de morue et les poissons gras (maquereau, hareng, sardine...).

D'après l'INCA2, l'apport de vitamine D pour les français se fait par les poissons à 38,8 %, les œufs à 9,9 % et les fromages à 8,2 %.

Les allégations suivantes ont été autorisées, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 0,75 µg de vitamine D pour 100 g, 100 ml ou par portion. Dans ce cas ils peuvent prétendre contribuer :

- « A l'absorption intestinale et à l'utilisation du calcium et du phosphore,
- Au maintien du taux sanguin de calcium normal,
- A la croissance normale des os des enfants
- Au maintien de l'état normal des os, des muscles, des dents et du système immunitaire,
- A la division cellulaire,
- Au fonctionnement normal du système immunitaire des enfants de 3 à 18 ans.

*Par contre ils ne peuvent pas prétendre contribuer : au fonctionnement normal de la thyroïde ; au fonctionnement normal du cœur ou des vaisseaux sanguins. Ces revendications d'effets sont désormais interdites »(43).*

La référence nutritionnelle pour la population n'ayant pas encore été fixée par l'EFSA. L'ANSES a retenu la démarche du Institute Of Medicine (IOM) de 15 µg/j et un besoin nutritionnel de 10 µg/j pour les adultes.

Le déficit en vitamine D sera à l'origine d'une déminéralisation osseuse qui donne un rachitisme chez les enfants et une ostéomalacie chez les adultes pour qui le risque d'ostéoporose et de fractures sera augmenté.

Un déficit est rare dans la population, il se retrouve le plus souvent en cas de maladies chroniques de l'intestin, de cirrhose, d'alcoolisme, chez les personnes qui ne s'exposent pas au soleil et celles ayant une peau foncée.

La limite supérieure de sécurité a été fixée par l'EFSA à 100 µg/j. L'intoxication reste exceptionnelle, et correspond à des doses très élevées de vitamine D.

La vitamine D s'accumule dans la graisse du corps, l'excès peut avoir des conséquences qui persistent dans le temps (plusieurs semaines) après l'arrêt de la supplémentation. Les personnes de plus de 60 ans ou prenant des traitements destinés à réduire l'absorption intestinale des matières grasses peuvent avoir un déficit en

vitamine D. Les personnes ayant un traitement pour les troubles du rythme cardiaque doivent s'abstenir d'une supplémentation en vitamine D. La prise d'une supplémentation supérieure à 2 000 UI soit 50 µg quotidienne doit être effectuée sous surveillance médicale.

### ***c. La vitamine E***

La vitamine E correspond à un groupe de huit substances :

- Quatre tocophérols (alpha, beta, delta et gamma),
- Quatre tocotrienols (alpha, beta, delta et gamma).

La plus courante de ces substances est l'alpha-tocophérol. La principale propriété est son action antioxydante en bloquant notamment la peroxydation lipidique. Pour être régénérée la vitamine E a besoin de l'activité de la vitamine C, ainsi elle retrouvera son pouvoir antioxydant et de la même manière, l'activité de la glutathion peroxydase va permettre la réduction de la vitamine E oxydée.

La vitamine E a des dérivés qui sont utilisés comme des conservateurs alimentaires (E306, 308, 309). Ces dérivés ont peu d'activité en tant que vitamine.

Les sources alimentaires sont les huiles végétales (colza, germe de blé, d'olive, d'argan, de tournesol ou de soja), les fruits à coque (les noix, les noisettes et les amandes), les légumes (les choux, les épinards ou la mâche).

D'après l'INCA2, l'apport de vitamine E pour les français se fait par les huiles à 26 %, la margarine à 8,2 %, les légumes à 6,8 % et les fruits à 5,8 %.

L'allégation suivante a été autorisée, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 1,8 mg de vitamine E pour 100 g, 100 ml ou par portion. Dans ce cas ils peuvent prétendre contribuer « à la protection des cellules contre les radicaux libres (effet antioxydant).



*Par contre ils ne peuvent pas prétendre contribuer : à la santé des os, des dents, des cheveux, des ongles ou de la peau ; à maintenir la santé du cœur ou réguler la circulation sanguine ; aux fonctions intellectuelles normales ou à la mémoire des personnes âgées ; à être nécessaires au maintien de la vitalité ; à protéger le cristallin (contre les effets de l'âge) ; à régénérer la vitamine C ; à soutenir la microcirculation sanguine du cuir chevelu ; à maintenir le fonctionnement du système immunitaire. Ces revendications d'effets sont désormais interdites »(44).*

La référence nutritionnelle pour la population n'ayant pas été fixée par l'EFSA, un apport satisfaisant a été fixé à 10,5 mg/j pour les hommes et à 9,9 mg/j pour les femmes.

Le déficit en vitamine E est extrêmement rare et apparaît seulement après plusieurs années d'absence d'apport. Les symptômes sont des sensations de brûlures, des douleurs dans les pieds et les mains.

L'absence d'apport peut aussi avoir des conséquences cardiovasculaires (maladies coronariennes). Celle-ci peut apparaître dans le cas de traitement destiné à diminuer l'absorption des matières grasses par l'intestin, comme dans le cadre d'un traitement contre l'obésité ou contre le cholestérol.

La limite supérieure de sécurité a été fixée, par l'EFSA à 300 mg/j (d'équivalent d' $\alpha$ -tocophérol). Une dose importante 500 mg/j peut causer des augmentations de la tension artérielle.

Chez les patients prenant des fluidifiants sanguins, ayant eu un accident vasculaire cérébral (AVC), ou ayant un ulcère digestif ; la supplémentation en vitamine E est déconseillée à cause de son activité anticoagulante. Il ne faut pas la prendre simultanément avec des compléments alimentaires contenant de l'ail, du ginkgo ou de l'oignon. Les effets indésirables sont la fatigue, des troubles digestifs ainsi que l'apparition de douleurs de seins ou de troubles émotionnels.

#### ***d. La vitamine K***

La vitamine K se présente sous différentes formes, avec principalement :

- La vitamine K1, également appelée la phytoménadione, la phylloquinone ou la phytonadione, est synthétisée uniquement par les plantes.
- La vitamine K2, également appelée ménaquinone, est synthétisée par les bactéries de la flore intestinale à partir du bol alimentaire.

La vitamine K a un rôle important au sein de la coagulation du sang ainsi que dans le métabolisme des os.

Les sources alimentaires de la vitamine K1 sont principalement les légumes (les choux, les épinards, la salade...) les huiles végétales (d'olive, de chanvre, de soja...). La vitamine K2 se retrouvera dans le jaune d'œuf, le foie, le beurre et le poisson.

Les allégations suivantes ont été autorisées, par l'EFSA, pour les compléments alimentaires et les aliments dans le cas où ils contiennent au moins 11 µg de vitamine K pour 100 g, 100 ml ou par portion. Dans ce cas ils peuvent prétendre contribuer :

- *« A la coagulation sanguine,*
- *Au fonctionnement normal des os.*

*Par contre ils ne peuvent pas prétendre contribuer : à soutenir la santé du cœur ou des vaisseaux sanguins ; à stimuler la coagulation sanguine. Ces revendications d'effets sont désormais interdites »(45).*

La référence nutritionnelle pour la population n'ayant pas été fixée par l'EFSA, un apport satisfaisant a été fixé à 70 µg/j pour les adultes(46). Une alimentation riche en légumes verts est suffisante pour couvrir les besoins de l'organisme en vitamine K.

Le déficit en vitamine K a pour symptômes des saignements de nez, des ecchymoses, des selles noir foncé, une ostéoporose et des règles abondantes. Ce déficit se retrouve chez les personnes ayant des maladies chroniques de l'intestin, une cirrhose ou la prise de certains médicaments.

Aucune limite supérieure de sécurité n'a pu être fixée, par l'EFSA, par rapport aux données disponibles.

Le lait maternel est pauvre en vitamine K, il est donc prescrit un complément pour les nouveau-nés. Il existe de nombreux médicaments anticoagulants qui agissent en bloquant l'activité de la vitamine K. Ces personnes doivent donc faire attention à limiter leur apport en cette vitamine. Par principe de précaution les femmes enceintes et allaitantes doivent aussi limiter leur apport en vitamine K.

L'étude des macronutriments et des micronutriments m'a permis de réaliser un tableau de synthèse à l'**annexe B**. Nous allons maintenant voir les causes du risque de surconsommation et le rôle du pharmacien.

## **IV. Les causes du risque de surconsommation et le rôle du pharmacien**

### **A. La place des compléments alimentaires dans la population**

Pour améliorer la politique nutritionnelle et alimentaire de la France, l'ANSES réalise les études INCA tous les 7 ans (47). Ces études sont en lien avec les PNNS et le Programme National pour l'Alimentation (PNA), elles permettent d'actualiser les connaissances concernant les habitudes et comportements alimentaires de la population française pour identifier des axes d'amélioration et mettre en place des actions de santé publique.

Les études INCA s'intéressent à un échantillon d'enfants âgés de 3 à 17 ans et un échantillon d'adulte de 18 à 79 ans. Ces échantillons sont suivis sur plusieurs périodes pour tenir compte des variations saisonnières de l'alimentation.

L'ANSES à travers les études INCA2 et INCA3 s'est intéressée à la consommation des compléments alimentaires et au profil des consommateurs. En comparant ces deux études (48), nous remarquons que le taux de consommateurs de compléments alimentaires augment au sein de la population française que ce soit chez les adultes ou chez les enfants.

L'étude INCA2 a permis entre autres de schématiser la composition des compléments alimentaires consommés au cours des douze derniers mois au moment de l'étude. Il en ressort que 2/3 des compléments alimentaires consommés sont composés principalement de vitamines et/ou de minéraux.

### Composition des compléments alimentaires consommés au cours des 12 derniers mois de l'étude INCA 2 (adultes)

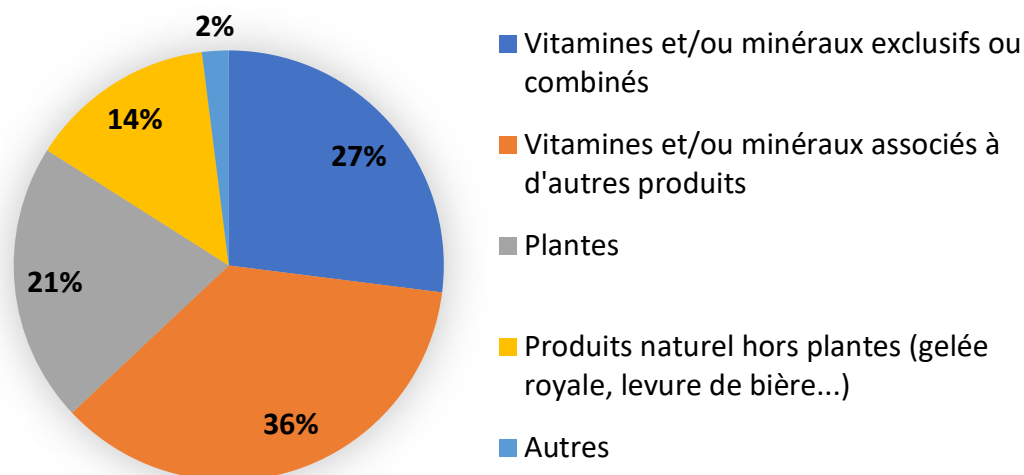


Figure n°3 : Composition des compléments alimentaires consommés au cours des 12 derniers mois de l'étude INCA 2 (adultes)

Il est à noter qu'environ 32 % des adultes interrogés déclarent avoir consommé au moins un complément alimentaire au cours des douze derniers mois, dans l'étude INCA3(48). C'est une augmentation de 10 % par rapport à l'étude INCA2. 59,1 % des adultes interrogés déclarent acheter des compléments alimentaires à la suite d'une prescription médicale ou sur les conseils d'un professionnel de santé (pharmaciens, médecins...), dans l'étude INCA2(49). Le mode de consommation privilégié des compléments alimentaires reste la cure qui correspond à au moins trois jours successifs de consommation. Pratiquement deux tiers des adultes déclarent consommer un complément alimentaire (plus souvent en hiver).

L'étude INCA3 a confirmé des comportements variés concernant les durées de consommation des compléments alimentaires allant de moins d'une fois par mois à presque tous les jours. Il ressort que 24 % des adultes consommateurs de compléments alimentaires en consomment sur pratiquement toute l'année.

L'exploitation des données de l'étude INCA2 par le Centre de Recherche et l'Observation des Conditions de Vie (CREDOC) a permis de souligner qu'un profil sociodémographique et alimentaire des consommateurs de compléments alimentaires se

démarque dans cette étude(50). Les consommateurs sont plutôt des femmes jeunes, appartenant à des catégories sociales plus aisées (chef d'entreprise, commerçant, artisan). Elles sont attentives à leur santé, respectant les recommandations nutritionnelles et ayant une alimentation plus équilibrée, avec une meilleure qualité nutritionnelle et moins énergétique. Ces personnes présentent donc un risque moins élevé de manque d'apport en nutriment.

Ainsi ces personnes s'exposent à un risque de surconsommation en cas d'apports en compléments alimentaires, puisque leur utilisation n'est pas nécessaire et présente un risque de dépasser les limites supérieures de sécurité.

Il est regrettable de constater que les personnes présentant une alimentation carencée se trouvent le plus souvent dans cette situation par manque de moyens et/ou de connaissances et ne peuvent compléter leur alimentation à cause de barrière économique.

## **B. Les circuits de distributions des compléments alimentaires**

Au cours de ces dix dernières années l'achat des compléments alimentaires s'est considérablement développé. Le chiffre d'affaire est passé d'environ 1 milliard d'euros sur l'année en 2009, à pratiquement 2 milliards sur l'année 2019.

Nous remarquons que les différents acteurs de la distribution ont tous connus une croissance :

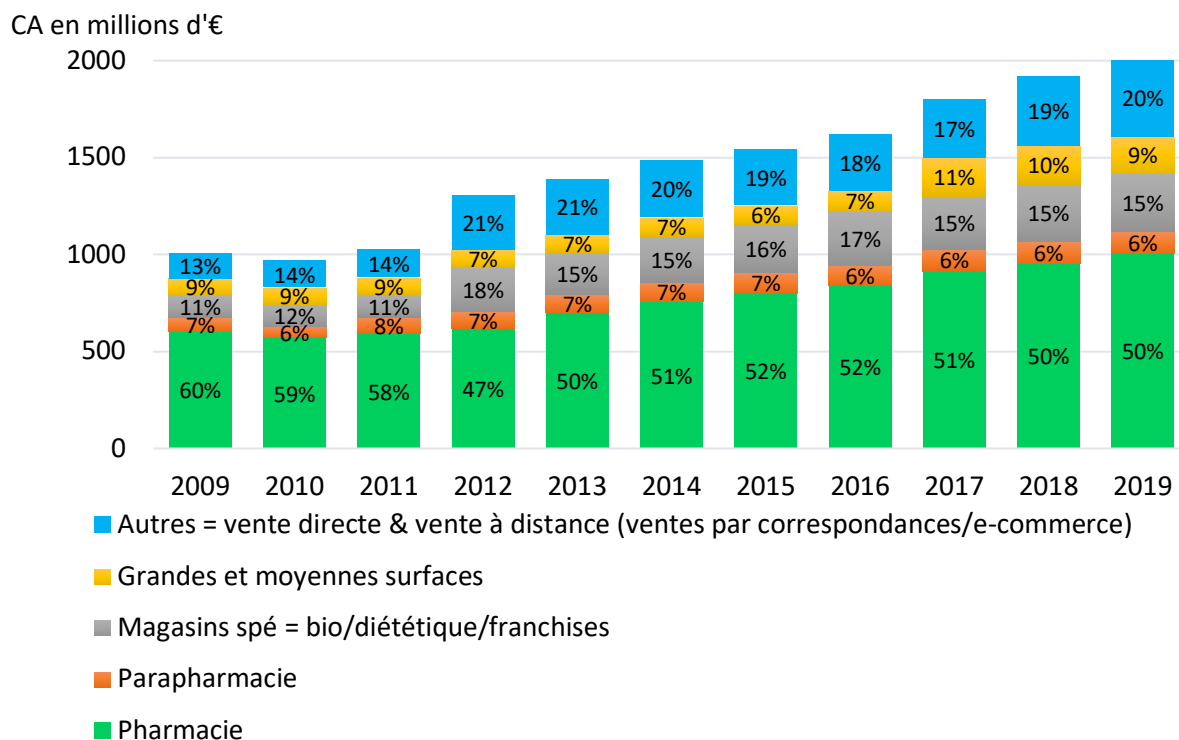
	<b>2009</b>	<b>2019</b>	<b>Croissance (en %)</b>
<b>Pharmacie</b>	602,0	1005,3	<b>67</b>
<b>Parapharmacie</b>	71,4	111,9	<b>57</b>
<b>Magasins spé = bio/diététique/franchises</b>	116,0	300,6	<b>159</b>
<b>Grandes et moyennes surfaces</b>	89,6	189,0	<b>111</b>
<b>Autres = vente directe &amp; vente à distance (ventes par correspondances/e- commerce)</b>	129,0	398,5	<b>209</b>

Tableau n°6 : Le taux de croissance des circuits de distributions des compléments alimentaires en France entre 2009 et 2019

(Tous les chiffres détaillés par circuit de distribution et par année sont disponibles en **annexe C**)

Par contre, même si tous les circuits de distributions ont connu une certaine croissance, les parts de marchés ont évolué. La pharmacie a tout de même perdu 10 % des parts du marché. Ces parts ont été redistribuées en grande partie vers internet et le reste vers les magasins spécialisés (bio, diététique, franchises). Il est regrettable de voir les parts de la pharmacie diminuer aux bénéfices des ventes sur internet, car ce secteur est beaucoup moins contrôlé. Il existe un taux important de fraude en ligne sur les allégations de santé et la composition des produits.

## Evolution de la répartition du marché des compléments alimentaires en France par les circuits de distribution



**Figure n° 4** : Évolution de la répartition du marché des compléments alimentaires en France par les circuits de distribution  
 (Tous les chiffres détaillés par circuit de distribution et par année sont disponibles en **annexe C**)

En Europe, l'EFSA évalue le niveau de preuve revendiqué pour les allégations des compléments alimentaires. En France c'est la DGCCRF qui surveille la conformité des compléments alimentaire. Celle-ci a relevé un taux très élevé de non-conformité (80 %) sur l'emploi des allégations utilisées pour la vente des compléments alimentaires en ligne. Lorsque ces anomalies se trouvent sur des sites français ou européen, un retrait ou un avertissement, concernant ces produits, peut avoir lieu. Par contre lorsque les produits se trouvent sur des sites étrangers, les procédures sont beaucoup plus compliquées. Ces produits passent au travers des normes européennes et restent en ligne.

Les personnes consommant des compléments alimentaires, via l'achat sur internet, sont tentées d'acheter et de prendre en même temps plusieurs produits répondant à des besoins différents. Il y a un risque de retrouver des constituants



identiques dans des produits différents ce qui peut conduire à des surconsommations de certains micronutriments.

### **C. Le rôle du pharmacien dans la prévention du risque de surconsommation**

Le pharmacien est le professionnel de santé que les patients vont consulter, il ne nécessite pas de prise de rendez-vous, permet d'avoir des conseils gratuitement et des solutions rapidement à tout problème de santé. Il s'assure que chaque médicament qu'il délivre est adapté aux patients et à leurs pathologies.

Il délivre des compléments alimentaires conforme aux allégations et aux qualités respectant les normes européennes et françaises.

Le pharmacien, conscient des risques que représentent l'apport de complément alimentaire (surdosage, état de santé et interaction médicamenteuse), se doit de suivre un protocole similaire à la dispensation d'une ordonnance afin de répondre à la demande de cette complémentation par le patient :

- Savoir à qui le complément alimentaire est destiné (âge, sexe). Est-ce un achat fait par la personne concernée.
- Pour quelles raisons la personne souhaite-t-elle prendre ce complément.
- Est-ce qu'elle prend déjà des compléments alimentaires.
- Quels sont ses habitudes alimentaires ? Est-elle végétarienne, végétalienne, ne consomme pas certains aliments... ? Afin de vérifier l'existence d'une carence.
- Est-ce que la personne souffre d'une pathologie, suit-elle un traitement (si oui, lequel).
- Choix du complément alimentaire en fonction des informations collectées.
- Explication sur la façon et le moment de prendre le complément alimentaire. La prise peut être différente en cas d'association avec un traitement médial.

Le pharmacien aura pour rôle de bien expliquer qu'il faut privilégier les apports par l'alimentation. Le complément alimentaire ne devra pas dépasser les 50 % de la

référence nutritionnelle pour la population et être en accord avec l'état de santé du patient. En cas de situations à risque :

- Toute atteinte de tube digestif est susceptible d'induire un risque de carence,
- L'âge : chez les personnes âgées, le fonctionnement des enzymes est ralenti, il devient inefficace.
- Les régimes : régimes sans gluten, sans lactose, végétarien, végétalien peuvent induire des carences,
- Certains médicaments modifient le fonctionnement du tube digestif. Par exemple : la prise régulière des Inhibiteurs de la Pompe à Protons (IPP) diminue l'acidité gastrique, diminue aussi l'absorption de Mg, Fer, vit B12 dans le milieu acide. Ce qui conduit à une carence indépendante de toute alimentation.
- Les personnes en situation d'insuffisance rénale ou hépatique doivent faire attention à la prise de compléments alimentaires, il faudra les orienter vers un médecin qui pourra réaliser la prescription et les surveillances adaptées.

Le praticien devra aussi veiller à ce qu'il n'y ait pas d'interactions avec le ou les traitements de la personne et qu'ils soient en adéquation avec les habitudes alimentaires. En fonction de la situation et des compléments alimentaires demandés, il devra réorienter la personne vers son médecin.

Le pharmacien se devra de rappeler qu'il ne faut prendre qu'un complément alimentaire à la fois même aux doses recommandées individuellement par leur fabricant respectif. Ils peuvent avoir des conséquences néfastes sur la santé des consommateurs. Il y a un risque d'effets toxiques notamment de surdosage ou de surconsommation. Il devra préciser qu'il faut arrêter la prise de complément alimentaire au moins trois semaines avant une intervention chirurgicale (car ils contiennent beaucoup d'agents anticoagulants).

Les cures ne doivent pas dépasser la durée de trois mois sans prescription. Il faut faire une pause à la fin de la cure et reprendre le complément alimentaire si les signes de carence réapparaissent.

## **Conclusion**

Comme nous l'avons vu, le chiffre d'affaire des compléments alimentaires a doublé au cours de ces dix dernières années. Ce qui montre bien que cette consommation est en constante augmentation. Le nombre de personnes exposées au risque de surconsommation et donc lui aussi en croissance constante.

La présentation des différentes définitions a permis de constater que la réglementation instaurée en France sécurise le commerce des compléments alimentaires. En effet leur mise sur le marché est moins contraignante que pour les médicaments mais doit respecter des normes précises pour leur composition. En cas de revendication d'allégations, il faudra que les laboratoires puissent justifier leur fondement.

L'étude détaillée des principaux constituants des compléments alimentaires démontrent que leur surconsommation peut avoir des effets néfastes sur la santé. L'établissement d'un tableau de référence permet de récapituler l'ensemble des informations les concernant. Il peut servir de base pour le conseil d'un complément alimentaire. Il va permettre de donner des conseils alimentaires. Enfin il sert à prévenir les risques de surconsommation que représente cette complémentation.

En France la consommation de compléments alimentaires est en constante augmentation. La durée de supplémentation est hétérogène au sein de la population, un quart des utilisateurs les consomment presque sur toute l'année. Ces produits sont principalement achetés par des femmes soucieuses d'améliorer leur santé et leur confort par des suppléments alimentaires.

La part grandissante du marché, représenté par la vente à distance, fait redouter le risque de surconsommation par la population. Dans ce contexte, le consommateur est libre de tout acheter et mélanger selon son bon vouloir. Il peut très facilement effectuer des surconsommations en dépassant les limites supérieures de sécurité de ces produits. De plus beaucoup de sites proposés sont étrangers (hors Union Européenne), et ne présentent pas des garanties officielles de qualités et quantités de composition.

Le pharmacien est tenu d'exercer sa profession dans l'intérêt de la santé publique avec conscience et dans le respect de la législation en vigueur. Après avoir interrogé l'acheteur, il évalue le bienfondé de la demande, il conseille le produit le plus adapté seulement si celui est utile. Le pharmacien peut conseiller un suivi médical lorsque cela lui paraît nécessaire. Il peut refuser la vente si celle-ci lui semble néfaste pour la santé du patient. Enfin il ne délivre que des compléments alimentaires dont les allégations et les compositions sont strictement contrôlées. Heureusement nous constatons que 50 % des consommateurs restent fidèles à leur pharmacie qui est un gage de sécurité.

Face au circuit de distribution actuel des compléments alimentaires, le risque de surconsommation peut être très délétère pour la santé. Le pharmacien représente donc un rempart contre ceux-ci.

Ce travail m'a permis d'élaborer un tableau regroupant les principaux constituants des compléments alimentaires. L'idéal serait d'aboutir à la création d'une base de données qui permettrait de faire une analyse qualitative et quantitative de la composition des compléments alimentaires présent sur le marché ainsi que de leurs éventuelles interactions avec l'état de santé et les traitements en cours des patients.

## Annexes

### A. Annexe du 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(51)

#### FAIBLE VALEUR ÉNERGÉTIQUE

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire a une faible valeur énergétique, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que pour un produit contenant au maximum 40 kcal (170 kJ)/100 g dans le cas des solides ou au maximum 20 kcal (80 kJ)/100 ml dans le cas des liquides. Dans le cas des édulcorants de table, la limite de 4 kcal (17 kJ)/portion, avec des propriétés édulcorantes équivalentes à 6 g de saccharose (approximativement 1 petite cuillère de saccharose), s'applique.

#### VALEUR ÉNERGÉTIQUE RÉDUITE

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire a une valeur énergétique réduite, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si la valeur énergétique est réduite d'au moins 30 %, en indiquant la ou les caractéristiques entraînant la réduction de la valeur énergétique totale de la denrée alimentaire.

#### SANS APPORT ÉNERGÉTIQUE

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire n'a pas d'apport énergétique, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit contient au maximum 4 kcal (17 kJ)/100 ml. Dans le cas des édulcorants de table, la limite de 0,4 kcal (1,7 kJ)/portion, ayant des propriétés édulcorantes équivalentes à 6 g de saccharose (approximativement 1 petite cuillère de saccharose), s'applique.

#### FAIBLE TENEUR EN MATIÈRES GRASSES

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire a une faible teneur en matières grasses, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit ne contient pas plus de 3 g de matières grasses par 100 g dans le cas des solides ou 1,5 g de matières grasses par 100 ml dans le cas des liquides (1,8 g de matières grasses par 100 ml pour le lait demi-écrémé).

#### SANS MATIÈRES GRASSES

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire ne contient pas de matières grasses, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit ne contient pas plus de 0,5 g de matières grasses par 100 g ou par 100 ml. Cependant, les allégations du type « à X % sans matières grasses » sont interdites.

#### FAIBLE TENEUR EN GRAISSES SATURÉES

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire a une faible teneur en graisses saturées, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si la somme des acides gras saturés et des acides gras trans contenus dans le produit n'est pas supérieure à 1,5 g par 100 g de solide ou à 0,75 g par 100 ml de liquide, la somme des acides gras saturés et des acides gras trans ne pouvant pas produire, dans les deux cas, plus de 10 % de l'énergie.

#### SANS GRAISSES SATURÉES

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire ne contient pas de graisses saturées, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si la somme des acides gras saturés et des acides gras trans n'excède pas 0,1 g de graisses saturées par 100 g ou par 100 ml.

#### FAIBLE TENEUR EN SUCRES

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire a une faible teneur en sucres, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit ne contient pas plus de 5 g de sucres par 100 g dans le cas des solides ou 2,5 g de sucres par 100 ml dans le cas des liquides.

## SANS SUCRES

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire ne contient pas de sucres, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit ne contient pas plus de 0,5 g de sucres par 100 g ou par 100 ml.

## SANS SUCRES AJOUTÉS

Une allégation selon laquelle il n'a pas été ajouté de sucres à une denrée alimentaire, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit ne contient pas de monosaccharides ou disaccharides ajoutés ou toute autre denrée alimentaire utilisée pour ses propriétés édulcorantes. Si les sucres sont naturellement présents dans la denrée alimentaire, l'indication suivante devrait également figurer sur l'étiquette : « CONTIENT DES SUCRES NATURELLEMENT PRÉSENTS ».

## PAUVRE EN SODIUM OU EN SEL

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire est pauvre en sodium ou en sel, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit ne contient pas plus de 0,12 g de sodium ou de l'équivalent en sel par 100 g ou par 100 ml. En ce qui concerne les eaux, autres que les eaux minérales naturelles relevant du champ d'application de la directive 80/777/CEE, cette valeur ne devrait pas être supérieure à 2 mg de sodium par 100 ml.

## TRÈS PAUVRE EN SODIUM OU EN SEL

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire est très pauvre en sodium ou en sel, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit ne contient pas plus de 0,04 g de sodium ou de l'équivalent en sel par 100 g ou 100 ml. Il est interdit d'utiliser cette allégation pour les eaux minérales naturelles et les autres eaux.

## SANS SODIUM OU SANS SEL

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire ne contient pas de sodium ou de sel, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut

être faite que si le produit ne contient pas plus de 0,005 g de sodium ou de l'équivalent en sel par 100 g.

#### SANS SODIUM OU SEL AJOUTÉ

Une allégation selon laquelle il n'a pas été ajouté de sodium ou de sel à une denrée alimentaire, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit ne contient pas de sodium ou de sel ajouté ou tout autre ingrédient contenant du sodium ou du sel ajouté et si le produit ne contient pas plus de 0,12 g de sodium ou de l'équivalent en sel par 100 g ou par 100 ml.

#### SOURCE DE FIBRES

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire est une source de fibres, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit contient au moins 3 g de fibres par 100 g ou au moins 1,5 g de fibres par 100 kcal.

#### RICHE EN FIBRES

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire est riche en fibres, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit contient au moins 6 g de fibres par 100 g ou au moins 3 g de fibres par 100 kcal.

#### SOURCE DE PROTÉINES

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire est une source de protéines, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si 12 % au moins de la valeur énergétique de la denrée alimentaire sont produits par des protéines.

#### RICHE EN PROTÉINES

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire est riche en protéines, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si 20 % au moins de la valeur énergétique de la denrée alimentaire sont produits par des protéines.



#### SOURCE DE [NOM DES VITAMINES] ET/OU [NOM DES MINÉRAUX]

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire est une source de vitamines et/ou de minéraux, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit contient au moins la quantité significative définie à l'annexe de la directive 90/496/CEE ou une quantité prévue au titre de dérogations accordées conformément à l'article 6 du règlement (CE)n° 1925/2006 du Parlement européen et du Conseil du 20 décembre 2006 concernant l'adjonction de vitamines, de minéraux et de certaines autres substances aux denrées alimentaires.

#### RICHE EN [NOM DES VITAMINES] ET/OU EN [NOM DES MINÉRAUX]

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire est riche en vitamines et/ou en minéraux, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit contient au moins deux fois la teneur requise pour l'allégation « source de [NOM DES VITAMINES] et/ou [NOM DES MINÉRAUX] ».

#### CONTIENT [NOM DU NUTRIMENT OU D'UNE AUTRE SUBSTANCE]

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire contient un nutriment ou une autre substance pour lequel ou laquelle le présent règlement ne fixe pas de conditions particulières, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit respecte toutes les dispositions applicables du présent règlement, et notamment l'article 5. Pour les vitamines et les minéraux, les conditions prévues pour l'allégation « source de » s'appliquent.

#### ENRICHI EN (NOM DU NUTRIMENT)

Une allégation affirmant que la teneur en un ou plusieurs nutriments, autres que des vitamines ou des minéraux, a été augmentée, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit remplit les conditions applicables à l'allégation « source de » et si l'augmentation de cette teneur est d'au moins 30 % par rapport à un produit similaire.

## RÉDUIT EN (NOM DU NUTRIMENT)

Une allégation affirmant que la teneur en un ou plusieurs nutriments a été réduite, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si la réduction de cette teneur est d'au moins 30 % par rapport à un produit similaire, sauf s'il s'agit de micronutriments, pour lesquels une différence de 10 % par rapport aux valeurs de référence fixées par la directive 90/496/CEE est admissible, ou s'il s'agit de sodium ou d'équivalent en sel, pour lesquels une différence de 25 % est admissible.

L'allégation "réduit en graisses saturées", ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que :

- a) si la somme des acides gras saturés et des acides gras trans contenus dans le produit auquel s'applique l'allégation est au moins de 30 % inférieure à la somme des acides gras saturés et des acides gras trans contenus dans un produit similaire ;  
et
- b) si la teneur en acides gras trans dans le produit auquel s'applique l'allégation est inférieure ou égale à celle d'un produit similaire.

L'allégation "réduit en sucres", ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si la valeur énergétique du produit auquel s'applique l'allégation est inférieure ou égale à celle d'un produit similaire.

## ALLÉGÉ/LIGHT

Une allégation selon laquelle un produit est « allégé » ou « light », ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, doit remplir les mêmes conditions que celles applicables aux termes « réduit en » ; elle doit aussi être accompagnée d'une indication de la ou les caractéristiques entraînant l'allègement de la denrée alimentaire.

#### NATURELLEMENT/NATUREL

Lorsqu'une denrée alimentaire remplit naturellement la ou les conditions fixées dans la présente annexe pour l'utilisation d'une allégation nutritionnelle, le terme « naturellement/naturel » peut accompagner cette allégation.

#### SOURCE D'ACIDE GRAS OMÉGA-3

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire est une source d'acide gras oméga-3, ou toute allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit contient au moins 0,3 g d'acide alphalinoléique pour 100 g et 100 kcal, ou au moins 40 mg d'acide eicosapentaénoïque et d'acide docosahexénoïque combinés pour 100 g et 100 kcal.

#### RICHE EN ACIDE GRAS OMÉGA-3

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire est riche en acide gras oméga-3, ou toute allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit contient au moins 0,6 g d'acide alphalinoléique pour 100 g et 100 kcal, ou au moins 80 mg d'acide eicosapentaénoïque et d'acide docosahexénoïque combinés pour 100 g et 100 kcal.

#### RICHE EN GRAISSES MONOINSATURÉES

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire est riche en graisses monoinsaturées, ou toute allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit contient au moins 45 % d'acides gras dérivés de graisses monoinsaturées et si l'énergie fournie par les graisses monoinsaturées représente plus de 20 % de l'apport énergétique du produit.

#### RICHE EN GRAISSES POLYINSATURÉES

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire est riche en graisses polyinsaturées, ou toute allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit contient au moins 45 % d'acides gras dérivés de graisses polyinsaturées et si l'énergie fournie par les graisses polyinsaturées représente plus de 20 % de l'apport énergétique du produit.

## RICHE EN GRAISSES INSATURÉES

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire est riche en graisses insaturées, ou toute allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit contient au moins 70 % d'acides gras dérivés de graisses insaturées et si l'énergie fournie par les graisses insaturées représente plus de 20 % de l'apport énergétique du produit.

## B. Tableau de synthèse des macronutriments et micronutriments

Nutriments Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population	Surconsommation	Déficit	Précautions
Protéines Macronutriments Protéines	<p>20 % masse corporelle Le manque de protéine est délétère. Aliments d'origine animale = Protéines de haute qualité nutritionnelle. La complémentation dans une alimentation courante n'a pas apporté une amélioration de la santé. Dans la dénutrition protéino-énergétique -&gt; la complémentation hyperprotéinée permet de pallier le déficit d'apport calorico-azoté.</p> <p>Qualité nutritionnelle : - Indice chimique = teneur en AAE le plus limitant exprimé en pourcentage de la teneur du même AA dans une protéine de référence l'albumine. - Indice de digestibilité = Indice chimique corrigé par la digestibilité de la protéine.</p>	<p>Enchaînement d'AA liés par des liaisons peptidiques. Chez l'Adulte représente 75 % de la masse musculaire. Renouvellement de 250 à 300 g/j (2,5 % masse protéique totale). Représentent 12-15 % de la ration calorique journalière. Rôle : - de structure et de mobilité, - dans l'immunité, - dans le métabolisme, - dans les communications intra- et inter-cellulaires, - de contrôle de la transcription des gènes. Ne sont pas source d'énergie sauf dans les efforts longs et intenses, quand la réserve de glucides épuisée, quand la réserve graisseuse est faible. Principale source d'azote L'apport doit couvrir les besoins en AA essentiels.</p>	<p>Voir les composants de la famille.</p>	<p>Protéines d'origine animale (85 % dans les pays industrialisés) : - Produits carnés 50 % (15-30 % de protéines), - Produits laitiers 35 %, - Poissons 8 %, - œufs 6 %. Bonne digestibilité, teneur élevée en AAE mais présence de graisses insaturées</p> <p>Protéines d'origine végétale : - Céréales, - Légumineuses, - Graines oléagineuses. Moins bonne digestion de ces protéines, teneur limitante en AAE : la lysine pour les céréales et les AA soufrés pour les légumineuses Il faut donc varier les apports de végétaux</p>	<p>Varie selon la situation physiologique : Enfant : 0,87 g/kg/j Adulte : 0,83 g/kg/j Personne âgée : 1 g/kg/j</p>	<p>Quel que soit l'âge et le sexe, la consommation de protéines est supérieure aux ANC. Apport protéique &gt; 1,9 g/kg/j effets délétères sur la fonction rénale.</p>	<p>Effets délétères sur l'organisme car jouent de nombreux rôles au sein de l'organisme.</p>	<p>En cas d'insuffisance rénale. D'apports élevés car provoquent une fuite urinaire de calcium (risque osseux).</p>

Nutriment Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Référence Nutritionnelle pour la Population			Précautions
				Sources Alimentaires	Surconsommation	Déficit	
Caséine Macronutriments Protéines	Souvent destinée pour augmenter la masse musculaire en musculation et le maintien de celle-ci.	X	"Les protéines contribuent à augmenter la masse musculaire". "Les protéines contribuent au maintien de la masse musculaire".	Lait de mammifères (vache 30 g/l) représente la principale protéine du lait (80 %).	X	X	X
Protéines de lactosérum Macronutriments Protéines	Réparties en 2 groupes : - Sécrétées par les glandes mammaires : - β-lactoglobuline (50 %) des PLS, - α-lactalbumine (20 %) des PLS, - glyco-macropéptide (5 %) des PLS. - Présentes dans le sérum : - Immunoglobulines (10 %) des PLS, - albumine (10 %) des PLS, - lactoferrine (3 %) des PLS.	Pour les protéines sécrétées par les glandes mammaires, elles sont hautement digestibles, ont un apport rapide en acide-aminés et sont donc conseillé à la suite d'un entraînement.  Le lactosérum aurait des effets bénéfiques sur les défenses immunitaires.	Allégation non autorisée par manque de preuve scientifique.	Le petit-lait.	X	X	X
Protéines de soja Macronutriments Protéines	Les protéines de soja extraites de graines proviennent le plus souvent de soja transgénique. Les hydrolysats sont constitués de : - β-conglycine à 33 %, - Protéase p34 à 5 %, - Lectines à 1 %, - inhibiteurs de protéases à 1 %.	Risque allergisant.	Allégation non autorisée pour le maintien du taux sanguin de cholestérol, ni pour son effet antioxydant, ni pour contribuer à la perte ou au contrôle du poids.	Tofu, boissons au soja, lait de soja, les graines de soja rôties.	X	X	X

Nutriment Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population			Précautions
					Surconsommation	Déficit		
Protéines à activité enzymatique Macronutriments Protéases	Ce sont les protéases : les lipases, les α-amylases, les glucosidases, les lactases.	Ces enzymes sont inactivées dans le pH gastrique ce qui limite donc son activité dans l'intestin grêle.	Allégation non autorisée pour l'amélioration de la digestion et de la biodisponibilité des nutriments.	Les végétaux malt d'orge, riz, des champignons.	X	X	X	X
Bromélaïne ou Bromélaïne Macronutriments Enzyme protéolytique	Extrait des tiges, des feuilles et du jus d'ananas.	Propriétés anti-inflammatoire, digestive, anticoagulante, anti-tumorale.	Allégation non autorisée par manque de preuve scientifique.	Extrait à partir des tiges, des feuilles et du jus d'ananas.	X	X	X	X
Papaine Macronutriments Enzyme protéolytique	Du latex contenu entre l'écorce et la pulpe de la papaye et peut aussi se retrouver dans les feuilles de l'arbre.	Elles ne peuvent pas prétendre à favoriser la digestion des nutriments, être un complément pour le système immunitaire.	Allégation non autorisée par manque de preuve scientifique.	La papaye.	X	X	X	X
Lactase Macronutriments Enzyme glycolytique	Appartient à la famille des β-galactosidases. Excrétée par les entérocytes dans la lumière du tube digestif.	Elle a pour rôle principal de décomposer le lactose.	53 mg/j pour respecter l'allégation "la lactase facilite la digestion du lactose chez les individus qui ont des difficultés à digérer le lactose."	X	X	X	X	X
Protéines de choc thermique Macronutriments Protéines	Heat Shock Protéine (HSP) Protéines chaperonnes, participent à la bonne conformation, et la protection des protéines cellulaires aux stress.	Il n'y a pas d'étude démontrant d'éventuels effets sur l'ingestion de HSP.	Allégation non autorisée, aucune demande d'allégation n'a été formulé auprès de l'EFSA	X	X	X	X	X

Nutriment Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population	Surconsommation	Déficit	Précautions
Arginine Macronutriments Acide aminé non essentiel	<p>Rôle important dans l'énergétique musculaire, elle participe à la synthèse de la créatine.</p> <p>Via la synthèse de proline, elle est essentielle à la production de collagène.</p>	<p>Action sécrétagogue : son augmentation entraîne l'augmentation de l'insuline, d'hormone de croissance, de glucagon et de prolactine.</p> <p>Elle est à l'origine du monoxyde d'azote (NO) : agent cytotoxique des cellules immunitaires, contribue à la relaxation vasculaire et à une action au niveau vasculaire avec une propriété antiathérogène.</p> <p>A 20-30 g/j, elle augmente la réponse mitogénique des lymphocytes, préserve les fonctions immunitaires en cas de stress.</p> <p>Amélioration de la cicatrisation (grâce au collagène)</p> <p>Diminution de la douleur chez les patients atteints d'artérites des membres inférieurs.</p> <p>Chez le sportif en tant que précurseur de créatine les données sont quasiment toutes négatives.</p>	<p>Allégation non autorisée</p>	<p>Présente dans toutes les protéines alimentaires.</p> <p>Compétition avec la lysine pour l'absorption intestinale.</p> <p>Les protéines végétales présentent un ratio en faveur de l'arginine.</p>	<p>AANE donc il n'existe pas de RNP.</p>	<p>Très faible toxicité.</p> <p>Apport en en bolus supérieur à 10 entraîne des diarrhées osmotiques.</p> <p>Peut entraîner une hypoglycémie.</p>	<p>L'organisme peut la synthétiser il n'existe donc pas de carence, mais des cas ont été rapportés où les besoins dépassent la capacité de synthèse endogène dans les cas de croissance ou traumatiques.</p>	<p>Déconseillée chez les patients insuffisants rénaux ou hépatiques.</p> <p>Antagonise le traitement de l'herpès avec de la lysine car utilise le même transporteur intestinal.</p> <p>Peut potentialiser les traitements hypotenseurs.</p>



Nutriments Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population	Surconsommation	Déficit	Précautions
Glutamine Macronutriments Acide aminé non essentiel	AA le plus abondant de l'organisme. A un rôle central dans le métabolisme azoté. AA conditionnellement indispensable. L'organisme le synthétise de façon importante mais la synthèse peut être insuffisante en cas d'états cataboliques. L'apport de glutamine limite le catabolisme protéique et réduit le risque infectieux.	Molécule clé dans les échanges azotés. Effet régulateur sur le métabolisme protéique (effet stimulateur de la synthèse protéique). AA majeur dans les étapes de la réponse immunitaire. 15-30 g en pathologie et chirurgie lourde réduisent les complications infectieuses. 5-10 g chez le sportif pour améliorer le plan immunitaire. Effet trophique au niveau intestinal. Précurseur de neuromédiateurs (GABA)	Allégation non autorisée pour le moment.	Il y a un apport alimentaire moyen de 5-10 g/l car on la trouve dans tout ce qui contient des protéines mais la concentration est variable (5-7 % dans la caséine, 25 % dans les protéines de blé).	AANE donc il n'existe pas de RNP.	Mêmes conséquences négatives que tout apport azoté excessif (atteintes rénales).	X	Principe de précaution (inutilisation) chez les insuffisants hépatiques ou rénaux.

Nutriments	Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population	Surconsommation	Déficit	Précautions
Taurine	Macronutriments Acide aminé non essentiel, non protéinogène	AA soufré ne faisant pas partie des AA protéinogènes. Études insuffisantes pour recommander sa complémentation. Pas de carence chez les végétariens strictes démontrée. Chez l'enfant AA semi-essentielle (fournit par le lait maternel, synthèse insuffisante) en cas d'alimentation par lait de vache (dépourvu de taurine) aucun problème ne fut détecté.	La taurine endogène est un métabolite de la méthionine et de la cystéine avec de la vitamine B6. Présente dans tous les tissus et concentrée dans les muscles striés et les autres tissus riches que sont le cerveau, le foie, les leucocytes, les plaquettes et la rétine. Propriétés antioxydantes, stabilisantes de la membrane cellulaire, détoxifiantes, osmorégulatrice et contrôle des flux ionique, hypoglycémiantes, neuromodulatrices et participe au développement tissulaire. Une carence en zinc ou magnésium majore l'excrétion urinaire de taurine.	Allégation non autorisée.	La taurine ne se trouve pas dans les apports végétaux, les principales sources animales sont les mollusques et la viande de bœuf.	Pas d'ANC car sans apport un individu est sain.	Atoxique dans le registre des doses utilisées. La toxicité des boissons énergisantes ne serait pas liée à la taurine.	X	Proscrite chez le patient épileptique ou présentant une pathologie thyroïdienne. Par principe de précaution interdite chez la femme enceinte.

Nutriment Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population			Précautions
					Surconsommation	Déficit		
Acide aminé à chaîne ramifiée Macronutriments Acide aminé essentiel	Composé de : Leucine, Isoleucine, Valine. Correspondent à 22-25 % des constituants des protéines. Les protéines doivent être de bonne qualité (au moins 1/3 d'origine animale). Rôle de synthèse protéique, substrats énergétiques (musculaire ++).	Ce sont des substrats énergétiques oxydés au niveau musculaire (exercice longue durée ++).  Controversé : rétablir le rapport plasmatique tryptophane/AACR dont l'augmentation entraîne une activité sérotoninergique accrue (fatigue). Effet anticatabolique durant ou après l'exercice.	Allégation non autorisée.	Toutes les protéines de haute valeur biologique : viandes, poisson, œuf, lait et le fromage sont riches en AACR.	La dose maximale sans effet observable (NOAEL) est de 0,53 g/kg/j chez un individu sain.	AACR absence de preuve d'innocuité, prudence. Il faut éviter de consommer des doses supérieures à 10 g/j. Au-dessus de 3 g, ils sont délétères sur la fonction rénale.	X	Contre-indiqué dans les familles ayant des antécédents connus de maladies innées du métabolisme de ces acides aminés.
Leucine Macronutriments Acide aminé essentiel Acide aminé à chaîne ramifiée	Voir AACR Agent régulateur du métabolisme protéique.	Effet sur la synthèse protéique musculaire par deux voies : - indépendante de son effet sécrétagogue sur l'insuline. - via les voies de signalisation mTOR et p70S6k comme cible moléculaire identifiées.  Inhibe la protéolyse : - par action direct - Par l'intermédiaire de son métabolite ( $\alpha$ -cétol-isocaproate).	Allégation non autorisée.	Voir AACR Le lait maternelle apporte 1,05 g/L. Les protéines de bœuf apportent 84 mg/g.	$\sigma$ $\varnothing$ : 42 mg/kg/j	Voir AACR	X	Voir AACR

Nutriment Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Référence Nutritionnelle pour la Population			Précautions	
				Sources Alimentaires	Surconsommation	Déficit		
<p>Isoleucine Macronutriments Acide aminé essentiel Acide aminé à chaîne ramifiée</p>	<p>Voir AACR Agent régulateur du métabolisme protéique.</p>	<p>Voir AACR</p>	<p>Allégation non autorisée.</p>	<p>Voir AACR Le lait maternel apporte 0,55g/L. Les protéines de boeuf apportent 64mg/g.</p>	<p>♂ ♀ : 19 mg/kg/j</p>	<p>Voir AACR</p>	<p>X</p>	<p>Voir AACR</p>
<p>Valine Macronutriments Acide aminé essentiel Acide aminé à chaîne ramifiée</p>	<p>Voir AACR N'est pas synthétisée par l'organisme</p>	<p>Voir AACR</p>	<p>Allégation non autorisée.</p>	<p>Voir AACR Le lait maternel apporte 0,55 g/L. Les protéines de boeuf apportent 71 mg/g.</p>	<p>♂ ♀ : 24 mg/kg/j</p>	<p>Voir AACR</p>	<p>X</p>	<p>Voir AACR</p>
<p>Citrulline Macronutriments Acide aminé non essentiel non protéinogène</p>	<p>Issu de la pastèque. Sa disponibilité systémique résulte d'une synthèse au niveau de l'intestin, elle a des propriétés directes, elle favorise la synthèse de protéines musculaires et a un pouvoir antioxydant ou via sa conversion rénale en arginine deviendra précurseur de NO.</p>	<p>Synthèse de protéines musculaires : augmente la masse, la force musculaire et l'expression des principaux composants myofibrillaires.  La citrulline est un précurseur du NO et aura une activité cardiovasculaire (relâchement des artères), sur la fonction érectile en tant que vasodilatateur.  La citrulline a aussi des propriétés antioxydantes et antiathérogènes, elle protège les VLDL et les LDL de l'oxydation qui les implique dans la formation de plaque d'athérome.</p>	<p>Allégation non autorisée.</p>	<p>En grande quantité dans la pastèque de 0,7 à 3,6 mg de citrulline par g de chair), dans d'autres cucurbitacées comme le concombre, le melon, la citrouille ou la courge.</p>	<p>Pas de RNP car suffisamment synthétisé par l'organisme dans l'intestin.</p>	<p>Jusqu'à 15 g sans apparition de diarrhée osmotique par rapport à l'arginine.</p>	<p>X</p>	<p>Pas de précaution particulière car elle est bien tolérée par l'organisme.</p>

Nutriments Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population	Surconsommation	Déficit	Précautions
Acides gras polyinsaturés oméga-3 ou n-3 Macronutriments Lipides	Essentiels car interviennent dans des fonctions physiologiques importantes. ALA n'est pas synthétisé par l'organisme ALA est précurseur de EPA et DHA (-1 % de sa conversion). Compétition entre n-3 et n-6 il faut donc un équilibre avec un rapport n-6/n-3 inférieur à 5.	Les AGPI n-3 à longue chaîne sont inhibiteurs sur l'agrégation plaquettaire. Constituants des phospholipides, et font partie intégrante des membranes biologiques. Les EPA sont des médiateurs lipidiques oxydés ayant plusieurs fonctions : immunité, inhibition de l'agrégation plaquettaire, action anti- inflammatoire, croissance et différenciation cellulaire, lipolyse (hypotriglycéridémiants). Le DHA précurseur de dérivés oxygénés ayant des effets neuroprotecteurs et anti-inflammatoires au niveau du cerveau.	"Le rôle de l'ALA pour maintenir une cholestérolémie normale". "Le rôle du DHA dans le fonctionnement normal du cerveau est dans le maintien d'une vision normale". "L'EPA et le DHA contribuent à une fonction cardiaque normale".	ALA est présent dans certaines huiles végétales (huile de colza, de noix, de germe de blé et de soja) et certains animaux qui consomment des végétaux qui en sont riches. En général il faut 10 g d'huile pour 1 g d'ALA (N°1 l'huile de lin 1 g/2 g d'huile). Les graisses de volailles apporte 1-2 g/100 g EPA et DHA seront plus présent dans les poissons gras (5-10 g d'huile de poisson donne 1g EPA + DHA), 40-60 g de maquereau, de sardine, de thon, de hareng, ou de saumon apporteront aussi 1 g EPA + DHA.	ALA 1 % de l'ANC total soit 2,25 g/j DHA 250 mg/j EPA 250 mg/j	Risque d'augmenter le temps de saignement (éviter de consommer plus de 5 g de D'EPA + DHA) -> risque d'hémorragie.	X	Surveiller biologiquement et cliniquement les sujets traités par des anticoagulants et des antiagrégants plaquettaires. Il faut un équilibre avec un rapport de n-6/n-3 inférieur à 5.

Nutriment Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Référence Nutritionnelle pour la Population			
				Sources Alimentaires	Surconsommation	Déficit	Précautions
Acides gras polyinsaturés oméga-6 ou n-6 Macronutriments Lipides	<p>LA est précurseur de la série n-6 et est considéré comme indispensable car n'est pas synthétisé par l'organisme. A partir de LA par élongations et désaturations successives l'organisme produit ARA. L'apport de LA pour maintenir une cholestérolémie normale est reconnu. Un faible apport en LA est considéré comme défavorable sur un plan cardiovasculaire, un apport trop important l'est aussi. Il faut un équilibre avec un rapport n-6/n-3 inférieur à 5.</p>	<p>Constituants des phospholipides, font partie de la membrane cellulaire et influencent leur fluidité et l'activité des protéines qui y sont insérées. LA permet un maintien d'une cholestérolémie normale. ARA est précurseur de médiateur lipidiques oxydés.</p>	<p>Pour un apport d'au moins au 1,5 g de LA pour 100 g et 100 kcal d'aliment, et si la personne ingère au moins 10 grammes d'acide linoléique par jour : "Contribues au maintien du taux sanguins de cholestérol". Pour un apport d'au moins 10 g de LA associée à une dose quotidienne de 2 grammes d'acide alpha-linolénique (ALA, oméga-3) : "Sont nécessaire à la croissance et au développement normal des enfants".</p>	<p>LA est présent dans certaines huiles végétale et certains animaux qui consomment des végétaux qui en sont riches. La volaille et certaines viandes peuvent avoir un rapport de 50 à 100 mg d'ARA pour 100 g. Les graisses de volailles (poulet, dinde) apportent 1 à 3 g de LA pour 100 g. Les huiles de tournesol, de maïs, de carthame, de soja, de sésame figurent parmi les plus riches en LA avec environ 10 g d'huile donne 5 à 6 g de LA.</p>	<p>Défavorable sur le plan cardiovasculaire.</p>	<p>Défavorable sur le plan cardiovasculaire.</p>	<p>Il faut un équilibre avec un rapport de n-6/n-3 inférieur à 5.</p>

Nutriments Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population	Surconsommation	Déficit	Précautions
Calcium Micronutriments Minéraux	Composant majoritaire des os, minéral le plus présent dans le corps humain. La régulation ayant lieu au niveau de l'absorption intestinale et de l'excrétion urinaire du calcium et fonction de l'évolution de la matrice osseuse. A partir de 30 ans, il y a une perte physiologique et progressive de la masse osseuse. Le devenir du Ca est lié à celui du P.	Utile dans de nombreuses fonctions du corps humain comme la contraction musculaire, la transmission nerveuse, la fonction vasculaire, l'agrégation plaquettaire et la coagulation. La calcémie est régulée par la parathormone (métabolite actif de la vitamine D) et la calcitonine. Son absorption est intestinale et a une excrétion urinaire qui est fonction de l'évolution de la matrice osseuse. Participe au renouvellement osseux.	"source" 120 mg pour 100 g ou 100 ml. "Riche" 240 mg pour 100 g ou 100 ml. Les denrées au moins "source peuvent contribuer : - Au maintien normal des os, des dents, - Au processus de division et de spécialisation cellulaire, - A un rendement énergétique normal, à une coagulation sanguine normale, à une fonction musculaire normale, à une neurotransmission normale, à une fonction normale des enzymes digestives.	Produits laitiers, les légumineuses, les fruits à coque, les produits céréaliers, certains légumes feuilles, les fruits de mer et certaines eaux dures.	Avant 24 ans : ♂ ♀ : 1000 mg/j BNM : 860 mg/j Après 24 ans : ♂ ♀ : 950 mg/j BNM : 750 mg/j	LSS : 2500 mg/j Hypercalcémie, lithiase urinaire et néphrocalcinose. Dans les CA, il peut être utilisé à une dose journalière maximale de 800 mg.	En cas d'exclusion de la société, végétalisme, suppression de produits lactés, ou certaines situations physiologiques (croissance, grossesse, vieillissement). Donne lieu à une déminéralisation du tissu ostéoïde, la perte excessive de substance osseuse (tassement vertébral et fractures).	Suivi biologique en cas de traitement au long cours (calculurie et calcémie). En cas de traitement antibiotique (cyclines, quinolones), hormones thyroïdiennes, un intervalle de 3h est recommandé. La supplémentation en vitamine D et calcium peut augmenter la toxicité des digitaliques, et est nécessaire en cas de végétarisme ou de régime végétarien strict.

Nutriment Classification Famille		Essentiel		Effets Biologiques		Allégations		Sources Alimentaires		Référence Nutritionnelle pour la Population		Surconsommation		Déficit		Précautions	
Magnésium Micronutriments Minéraux	25 g chez l'adulte dont 50 à 60 % dans les os et 25% dans les muscles et 1 % extracellulaire. 30-50 % du magnésium alimentaire est absorbé. De nombreuses études démontrent que l'apport en magnésium aux valeurs des RNP réduit le risque de diabète, d'hypertension et d'accident vasculaire cérébral.	Présent dans de nombreuses voies métaboliques et fonctions physiologiques. Les ions Mg régulent les transferts ioniques du Ca, K, Na à travers les membranes cellulaires. L'homéostasie est majoritairement régie par le rein.	Pour un apport d'au moins 56 mg pour 100 g ou 100 ml, contribue : - Au métabolisme énergétique normal, - Au fonctionnement normal du système nerveux, - Au fonctionnement normal des muscles, - Au fonctionnement psychique normal, - A la réduction de la fatigue.	Les oléagineux, le chocolat, le café, les céréales complètes, les mollusques et les crustacés.	Pas de RNP ♂ AS : 420 mg/j ♀ AS : 360 mg/j	LSS : 250mg/j pour des apports en magnésium dissociable ou oxyde de magnésium Effets secondaires en cas de surdosages : troubles gastro intestinaux (risque de diarrhées)	Le déficit en magnésium se manifeste par des signes d'hyperexcitabilités neuromusculaires, représentée par des signes de tétanies latente (crampes...) Un apport insuffisant de magnésium est un facteur de risque de pathologies cardiovasculaire. En cas de carence c'est les os avec l'échange tissulaire qui maintient la magnésémie.	Risque d'interaction avec les antibiotiques (quinolones, tétracyclines, aminoglycosides, vancomycines) ; respecter 3h d'écart entre les deux prises. L'association avec les quinidines est déconseillée. Peut diminuer l'absorption du fer des biphosphonates. Risque de chélation entre le Mg et le F.									
	Sous forme de phosphates (calcium et potassium) dans l'organisme. Présent à 85 % dans les os et les dents, 14 % dans les tissus mous et 1 % dans les fluides extracellulaires. Composant de la structure cellulaire. L'homéostasie du phosphore est étroitement liée à celle du Ca.	Impliqué dans de nombreux processus biologiques comme la réserve et le transport de l'énergie, la gestion de l'équilibre acido-basique corporel, la signalisation cellulaire, et la minéralisation osseuse et dentaire.	Pour un apport d'au moins 105mg pour 100 g ou 100 ml, contribue : - Au métabolisme énergétique normal, - Au fonctionnement normal des membranes cellulaires - Au maintien de la santé des os et des dents, - A la croissance des enfants et au développement de leurs os.	Lait, les produits ultra-frais laitiers et les fromages, les oléagineux ainsi que la viandes et les abats (surtout le foie).	Pas de RNP ♂ ♀ AS : 700 mg/j	Des troubles gastro-intestinaux ont été relevés pour un apport supérieur à 70 mg/j mais n'ont pas permis de fixer une LSS.	Rare, présent en cas d'IR, d'alcoolisme chronique, d'anorexie, d'usage excessif d'antiacide. Donne lieu à des pertes d'appétit, une fragilité osseuse, une atrophie des muscles ou des troubles cardiaques.	Un apport simultané de calcium est indispensable. Les femmes enceintes, allaitantes, les insuffisant rénaux doivent éviter d'en prendre. Effets indésirables sont nausées, diarrhées et maux de ventres.									



Nutriments Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population	Surconsommation	Déficit	Précautions
Potassium Micronutriments Minéraux	Un des principaux cations de l'organisme.	Conjointement au sodium ils ont un rôle dans le potentiel membranaire et de maintenir le Na. Le K a un rôle central dans la transmission nerveuse, la contraction musculaire et la fonction cardiaque, il a aussi un rôle dans la sécrétion d'insuline, le métabolisme glucidique et protéique et dans l'équilibre acido-basique.	Pour un apport d'au moins 300 mg pour 100 g ou 100 ml, contribue : - Au fonctionnement normal du système nerveux, - Au fonctionnement normal des muscles et de la transmission neuromusculaire, - Au maintien d'une pression artérielle normale.	Café, chocolat, épices, fruits et légumes.	A déterminer sur la base d'un rapport équimolaire Na/K.	Les données sont insuffisantes pour proposer une limite de sécurité pour le potassium apporté naturellement par l'alimentation.	Rare, présent en cas de diarrhées, de vomissements répétés, de traitements diurétiques, laxatifs ou corticostéroïdes de longue durée. La diminution du taux de K sanguin provoque un risque de paralysie musculaire et de troubles du rythme cardiaque.	Fortement déconseillé sans contrôle médical et avis de son médecin traitant.
Manganèse Micronutriments Oligoélément	Oligoélément essentiel. Régulation homéostatique. Présents sous de nombreux états d'oxydation. Les ions Mn <sup>2+</sup> et Mn <sup>3+</sup> sont les plus actifs.	Impliqué dans le métabolisme des glucides, des lipides, la formation du cartilage et de l'os ainsi que dans la cicatrisation. Absorption chez l'adulte faible (-5 %), sa biodisponibilité est réduite par les nutriments comme le fer, le calcium les polyphénols et les fibres.	Pour un apport d'au moins 0,3 mg pour 100 g ou ml, contribue : - Au métabolisme énergétique normal, - Au maintien de l'état normal des os, - Au maintien de la formation normale du tissu conjonctif, - A la protection des cellules contre les radicaux libres (effet antioxydant).	Les oléagineux, les mollusques, les crustacés et le chocolat.	Pas de RNP ♂ AS : 2,8 mg/j ♀ AS : 2,5 mg/j	Les données limitées ne permettent pas de fixer une limite supérieure de sécurité.	Est exceptionnelle se traduit par : des troubles de la croissance, de la coagulation, des problèmes de peau, d'ongles, de cheveux (teinte rousse), et une perte de poids.	Les femmes enceintes et allaitantes ne doivent pas consommer plus de 5 mg de manganèse par jour. Chez les IH, le manganèse peut s'accumuler dans le cerveau et donner lieu à des symptômes proches de la maladie de Parkinson.

Nutriments Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population	Surconsommation	Déficit	Précautions
Cuivre Micronutriments Oligoélément	Oligoélément essentiel. Régulation homéostatique.	Intervient dans des réactions d'oxydo-réduction, formation des tendons, des cartilages, la minéralisation des os, dans la production des globules rouges et la synthèse de la mélanine. Rôle ambivalent dans le stress oxydant.	Pour un apport d'au moins 0,15 mg pour 100 g ou ml, contribue : - Au métabolisme énergétique, - Au maintien du tissu conjonctif, - Au fonctionnement du système nerveux, - A la pigmentation de la peau et des cheveux, - Au transport du fer dans le sang, - Au fonctionnement du système immunitaire, - A la protection contre les radicaux libres (effet antioxydant).	Les abats, les crustacés, les mollusques et les céréales.	♂ : 1,3 mg/j BNM : 1 mg/j ♀ : 1 mg/j BNM : 0,8 mg/j	LSS : 5 mg/j La consommation chronique de cuivre à dose élevée peut entraîner des atteintes hépatiques sévères.  C'est un poison en cas d'apport de plusieurs g en une seule prise avec des vomissements, des hémorragies, de la diarrhée et des problèmes de foie.	Rare. Les symptômes sont une anémie, une fragilité osseuse, des retards de croissances et une sensibilité accrue aux infections	Les femmes enceintes, allaitantes et les personnes ayant une insuffisance hépatique ne devraient pas consommer plus de 3 mg de cuivre par jour.

Nutriments Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population	Surconsommation	Déficit	Précautions
Fer Micronutriments Oligoélément	4 g de fer chez l'Homme et la majorité (70 %) sous forme hémérique. La majeure partie du fer vient du recyclage du fer érythrocytaire. Le fer apporté par l'alimentation est là pour combler et répondre au besoin plus important de fer.	Rôle essentiel dans la respiration, fonction musculaire et l'activité enzymatique dans le métabolisme.	Pour un apport d'au moins 2,1 mg pour 100 g ou ml, contribue : - Au métabolisme énergétique normal, - Aux fonctions intellectuelles normales, - A la synthèse d'hémoglobine et de globules rouges, - Au transport de l'oxygène dans le corps, - Au fonctionnement normal du système immunitaire, - A réduire la fatigue, - Au développement intellectuel normal de l'enfant, - A la division cellulaire.	Les épices, le chocolat, les céréales (de petit-déjeuner), les produits carnés et les légumineuses.	♂ : 11 mg/j BNM : 6 mg/j  ♀ : 11 à 16 mg/j (selon l'utilisation d'une contraception hormonale) BNM : 7 mg/j	Manifestations gastro-intestinales indésirables, nausées, constipation, inconfort épigastrique mais n'ont pas permis de fixer une LSS	Anémie -> fatigue, pâleur, palpitations, diminution des performances intellectuelles, diminution fonction immunitaire. Risque plus élevé chez les femmes en âge de procréer, enceintes, adolescentes, les enfants en période de croissance, les végétaliens, les personnes souffrant d'ulcères digestifs.	Sous contrôle médical. Éviter en cas d'alcoolisme. Quinolones, cyclines, traitement de l'ostéoporose, les hormones thyroïdiennes ont une diminution de leur absorption.  Délai de 2h entre la prise de fer et de ces médicaments.

Nutriment Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population	Surconsommation	Déficit	Précautions
Sélénium Micronutriments Oligoélément	Oligoélément essentiel. Le Se est concentré au niveau du foie et des muscles du squelette. Il est éliminé par les fèces et les urines. La plupart des fonctions du sélénium se font par les sélénoprotéines.	Sélénoprotéines : - les désiodases dans le métabolisme des hormones thyroïdiennes - glutathion peroxydases, sélénoprotéine P, thiorédoxine réductase sont des enzymes qui interviennent dans la défense contre le stress oxydant.	Pour un apport d'au moins 8,25 µg pour 100 g ou 100ml, contribue : - A la production normale de spermatozoïdes, - Au maintien d'une chevelure et d'ongles normaux, au fonctionnement normal du système immunitaire, - A la protection des cellules contre les radicaux libres (effet antioxydant), au fonctionnement normal de la thyroïde.	Poissons, crustacés, la viande, les œufs et les oléagineux.	♂ ♀ AS : 70 µg/j	LSS : 300 µg/j Un apport supérieur à 1 000 µg par jour, les cheveux deviennent cassants, les ongles sont friables et présentent des stries horizontales, la peau s'infecte facilement, l'haleine devient aigre et la fatigue s'installe.	Rare, présent dans les zones où le sol est pauvre en Se, les personnes ayant des maladies intestinales chroniques.  Se traduit par des troubles cardiovasculaires, diminution de l'immunité, de la fertilité masculine et un risque de certains cancers plus élevé.	Les risques de cancer de la prostate avec une association vitamine E et Se (donc à éviter chez les hommes) les personnes ayant un goitre doivent aussi éviter.

Nutriments Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population	Surconsommation	Déficit	Précautions
Zinc Micronutriments Oligoélément	Oligoélément essentiel. Il a un rôle dans des fonctions cellulaires catalytiques, régulatrices et structurales. Intervient dans l'activité de plus de 300 enzymes et il y a 2 000 facteurs de transcriptions qui sont zincs dépendants.	Joue un rôle central dans la synthèse des acides nucléiques et des protéines. - A un effet anti-inflammatoire - A une action dans le métabolisme de la vitamine A, des AGPI, des prostaglandines.	Pour un apport d'au moins 1,5 mg pour 100 g ou ml, contribue : - A la synthèse normale d'ADN, - Au métabolisme acidobasique normal, - Au métabolisme normal des aliments, des glucides, des AG, de la vitamine A, - Aux fonctions intellectuelles normales, - A la fertilité et à la reproduction normales, - A la synthèse des protéines, - Au maintien des os, - Au maintien des cheveux, des ongles et de la peau, - Au maintien de concentrations normales de testostérone dans le sang, - A la vision normale - Au fonctionnement normal du système immunitaire, - A la division cellulaire, - A la protection des cellules contre les radicaux libres.	La viande, les abats, le fromage, les légumineuses, les poissons, les mollusques et les crustacés.	♂ : 9,4-14 mg/j BNM : 7,5-11 mg/j ♀ : 7,5-11 mg/j BNM : 6,2-8,9 mg/j	LSS : 25 mg/j	Le déficit modéré en zinc s'exprime par un retard de croissance, un hypogonadisme, une peau rouge, un ralentissement de la réflexion et des infections plus fréquentes. Certaines pathologies sont associées à un état de carence en zinc comme l'obésité, le diabète, l'anorexie, l'acné, l'alopécie, les troubles de la vision, l'hypofertilité, l'inflammation, des troubles du métabolisme osseux.	La complémentation sur le long terme -> diminution de l'immunité et carence en cuivre. Symptômes : maux de têtes et un goût métallique. Les Zn doit être pris à 2h des antibiotiques (quinolones, cyclines), de CA avec du fer, traitements de l'ostéoporose, médicaments neutralisant l'acidité gastrique.

Nutriment Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population		Précautions
					Surconsommation	Déficit	
Chrome Micronutriments Oligoélément	Oligoélément essentiel. Il a un rôle dans l'utilisation des AG, des protéines et des glucides.	Rôle clé dans la régulation de l'homéostasie glucidique, c'est un potentialisateur de la signalisation insulémique qui favorise l'absorption intracellulaire de glucose. Il intervient dans le métabolisme lipidique, une diminution du taux de triglycéride, de LDL- cholestérol, et une augmentation du taux de HDL-cholestérol.	Pour un apport d'eau moins 8 µg pour 100 g ou ml, contribue : - Au métabolisme normal des macronutriments (aliments), - Au maintien d'un taux sanguin de glucose (glycémie) normal.	La levure de bière, la bière, le foie, les légumes (brocolis, haricots verts, pommes de terre, asperges) les céréales complètes (germe de blé, les fruits (prunes), les champignons, la viande.	♂ ♀ : 60 µg/j	LSS : 250 µg/j Les symptômes sont des problèmes musculaires, rénaux, des anémies... Mais ceux-ci n'ont été observés qu'avec un sel particulier le picolinate de Cr pour des doses supérieures à 1.200 µg/j.	Les femmes enceintes, allaitantes doivent éviter la consommation de plus de 200 µg/j. Diminution de l'absorption de Cr en cas d'apport de sucres, de Zn, de Fe, et de vanadium.
Iode Micronutriments Oligoélément	Oligoélément essentiel.	Indispensable à la synthèse d'hormones thyroïdiennes, a un rôle central dans la croissance et la maturation cellulaire, la thermogenèse, l'homéostasie glucidique et lipidique, et dans la modulation transcriptionnelle de la synthèse de protéines. Il a un rôle fondamental dans le développement cérébral du fœtus au cours des premiers mois.	Pour un apport d'eau moins 25 µg pour 100 g ou ml, contribue : - Au métabolisme énergétique normal, - Aux fonctions intellectuelles normales, - A la santé normale de la peau, - A la production normale d'hormones thyroïdiennes et au fonctionnement normal de la thyroïde, - A la croissance normale des enfants.	Les poissons, les mollusques, les crustacés et le lait.	♂ ♀ AS : 150 µg	LSS : 600 µg/j. L'iodisme est une intoxication à long terme causée par l'iode, elle se présente par des maux de tête, des éternuements, une irritation des yeux, une irritation de la gorge ou des troubles respiratoires.	Chez les femmes enceintes, les personnes âgées, les personnes hypersensibles. Peut donner lieu à une poussée d'acné, des troubles du rythme cardiaque, des fourmillements. Diminuera les effets de certains anticoagulants. Augmentera les effets de certains médicaments traitant l'hyperthyroïdie. Le lithium diminuera l'absorption de l'I.

Nutriment		Référence Nutritionnelle pour la Population			Précautions	
Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Surconsommation	Déficit
Vitamine A Micronutriments Vitamine Liposoluble	Famille ayant des propriétés similaires au rétinol qui sert de référence. La vitamine A correspond : - Au rétinol libre et estérifié, - Les caroténoïdes pro-vitaminiques. 1 µg rétinol = 1 µg ER et 1 µg β-carotène = 1/12 µg ER.	Joue un rôle dans la vision, dans la santé de la peau, dans la santé des muqueuses et la régulation du système immunitaire. Participe à la croissance des os, à la reproduction et à la régulation de l'expression du génome par l'acide rétinolique.	Pour un apport d'eau moins 100 µg pour 100 g ou ml, contribue : - Au métabolisme énergétique normal, - Au maintien d'une peau et de muqueuses normales, - A la vision normale, - Au fonctionnement normal du système immunitaire, - A la spécialisation cellulaire, - Au métabolisme du fer.	Pour le rétinol ce sont les produits animaux : l'huile de poisson, le beurre, le foie de volaille... Pour les caroténoïdes pro-vitaminiques ce sont les produits végétaux : la carotte, la patate douce, le melon, le potiron, les mangues...	LSS : 3000 µg ER/j Les symptômes sont : une peau sèche, des lèvres gercées, des démangeaisons, des cheveux hirsutes, des chutes de sourcils, des maux de tête et des problèmes de foie.	1ère cause de cécité dans les pays en voie de développement. Dans les pays industrialisés souvent à cause de maladies chroniques de l'intestin ou à une cirrhose du foie.
Vitamine D Micronutriments Vitamine Liposoluble	Composé de l'ergocalciférol (Vitamine B2) d'origine végétale, le cholécalférol (vitamine B3) d'origine animale et produite par la peau à l'aide des rayons ultraviolets B. La vitamine D est soluble dans les graisses.	Joue un rôle dans le métabolisme du Ca, du P, en augmentant leur absorption intestinale et élimination dans les urines. Doit subir une conversion pour assurer la minéralisation des tissus (cartilage, os et dents).	Pour un apport d'eau moins 75 µg pour 100 g ou ml, contribue : - A l'absorption intestinale et à l'utilisation du calcium et du phosphore, - Au maintien du taux sanguin de calcium normal, - A la croissance normale des os des enfants - Au maintien de l'état normal des os, des muscles, des dents et du système immunitaire, - A la division cellulaire, - Au fonctionnement normal du système immunitaire des enfants de 3 à 18 ans.	L'huile de foie de morue et les poissons gras (maquereau, hareng, sardine...).	LSS : 100 µg/j	Rare, présent dans les maladies chroniques de l'intestin, de cirrhose, d'alcoolisme, chez les personnes qui ne s'exposent pas au soleil et ayant une peau foncée. Le déficit est à l'origine du rachitisme.

Nutriments Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population	Surconsommation	Déficit	Précautions
Vitamine E Micronutriments Vitamine Liposoluble	Groupe de 8 substances : - Quatre tocophérols (alpha, beta, delta et gamma), - Quatre tocotrienols (alpha, beta, delta et gamma). Utilisée comme conservateur alimentaire.	La principale est l'alpha-tocophérol qui a une action antioxydante. Pour être régénérée la vitamine E nécessite la vitamine C.	Pour un apport d'au moins 1,8 mg pour 100 g ou ml, contribue : - A la protection des cellules contre les radicaux libres (effet antioxydant).	Les huiles végétales (colza, germe de blé, d'olive, d'argan, de tournesol ou de soja), les fruits à coque (les noix, les noisettes et les amandes), les légumes (les choux, les épinards ou la mâche).	Pas de RNP ♂ AS : 10,5 mg/j ♀ AS : 9,9 mg/j	LSS : 300 mg/j Une dose importante 500 mg/j peut causer des augmentations de la tension artérielle.	Extrêmement rare et apparaît seulement après plusieurs années d'absence d'apport. Les symptômes sont des sensations de brûlures, des douleurs dans les pieds et les mains. Peut aussi avoir des conséquences cardiovasculaires en cas de traitement avant pour but de diminuer l'absorption des matières grasses par l'intestin.	En cas de fluidifiant sanguin, d'AVC, ou d'ulcère digestif la supplémentation est déconseillée à cause de son activité coagulante. Ne pas prendre simultanément avec des CA contenant de l'ail, du ginkgo ou de l'oignon. Les effets indésirables sont la fatigue, des troubles digestifs ainsi que l'apparition de douleurs de seins ou de troubles émotionnels.
Vitamine K Micronutriments Vitamine Liposoluble	Différentes formes : - Vitamine K1 apport par les plantes, - Vitamine K2 apport à partir du bol alimentaire.	Joue un rôle au sein de la coagulation du sang et dans le métabolisme des os.	Pour un apport d'au moins 11 µg pour 100 g ou ml, contribue : - A la coagulation sanguine, - Au fonctionnement normal des os.	Pour la vitamine K1 sont principalement les légumes (les choux, les épinards, la salade...) les huiles végétales (d'olive, de chanvre, de soja...). La vitamine K2 se retrouvera dans le jaune d'œuf, le foie, le beurre et le poisson.	Pas de RNP ♂ ♀ AS : 70 µg/j	Aucune limite de sécurité n'a pu être établie par rapport aux données disponibles.	Les symptômes sont des saignements de nez, des ecchymoses, des selles noir foncé, une ostéoporose et des règles abondantes. On le retrouve chez les personnes ayant des maladies chroniques de l'intestin, une cirrhose ou la prise de certains médicaments.	Prescription de vitamine K pour les nouveau-nés. En cas de prise de médicaments anticoagulants, il faut limiter l'apport de vitamine K. Par principe de précaution les femmes enceintes et allaitantes doivent aussi limiter leur apport en vitamine K.



Nutriments	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population	Surconsommation	Déficit	Précautions
Vitamine B1 Micronutriments Vitamine Hydrosoluble	La forme active de la vitamine B1 est le pyrophosphate de thiamine (TPP). L'apport en vit B1 dépend de l'apport glucidique car la thiamine est un coenzyme principalement utilisé dans le métabolisme glucidique.	Le TPP est une coenzyme de nombreux systèmes enzymatiques qui interviennent dans des réactions de transcétylation et de décarboxylation du pyruvate et des autres acides $\alpha$ -cétoniques.	Pour un apport d'au moins 0,16 mg pour 100 g ou ml, contribue : - Au métabolisme énergétique normal, - Au fonctionnement normal du cœur, - Au fonctionnement normal du système nerveux et aux capacités intellectuelles normales.	La levure alimentaire, les produits céréaliers complets, la viande (surtout le porc), les oléagineux.	Pas de RNP fixé par l'EFSA donc anses retient les valeurs de l'EFSA 2001 : ♂ AS : 1,5 mg/j ♀ AS : 1,2 mg/j	Aucune limite de sécurité n'a pu être établie lorsque l'on regarde les données disponibles et la faible toxicité observée à forte dose	Chez les personnes souffrant d'alcoolisme, d'infection aigüe, de maladies intestinales chroniques, et chez les personnes prenant certains diurétiques ou prenant des glucides en proportions élevées comme les athlètes.	Par principe de précaution les femmes enceintes ne doivent pas prendre plus de 3 mg thiamine par jour. La thiamine à une absorption diminuée par le thé, le café et le café décaféiné.
Vitamine B2 Micronutriments Vitamine Hydrosoluble	Précurseur des coenzymes : la Flavine MonoNucléotide (FMN), la Flavine Adénine Dinucléotide (FAD) et des composés qui contiennent de la flavine liée par une liaison covalente.	La vitamine B2 ou riboflavine intervient dans le catabolisme des acides gras, certains AA, et des bases puriques, la transformation du succinate fumarate (cycle de Krebs), la chaîne respiratoire.	Pour un apport d'au moins 0,21 mg pour 100 g ou ml, contribue : - Au métabolisme énergétique normal, - Au fonctionnement normal du système nerveux, - Au maintien d'une peau et des muqueuses normales, - A la vision normale, - Au maintien de globules rouges normaux, - Au métabolisme normal du fer, - A la réduction de la fatigue, - A la protection des cellules contre les radicaux libres (effet antioxydant).	Les abats, le lait et les produits laitiers.	Pas de RNP fixé par l'EFSA donc ANSES retient les valeurs de l'EFSA 2001 : ♂ AS : 1,8 mg/j ♀ AS : 1,5 mg/j	Aucune limite de sécurité n'a pu être établie lorsque l'on regarde les données disponibles et la faible toxicité observée à forte dose.	Rare, présent chez les personnes alcooliques, chez les personnes ayant une alimentation très déséquilibrée et se traduit par des gerçures des lèvres et des coins de la bouche, une peau grasse ou des maux de gorges.	Par principe de précaution les femmes enceintes ne doivent pas prendre plus de 3 mg riboflavine par jour. En cas de prise de vitamine B2, les urines se colorent quelques fois en jaune vif et des diarrhées peuvent survenir à forte dose.

Nutriments	Classification	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population	Surconsommation	Déficit	Précautions
Vitamine B3 Micronutriments Vitamine Hydrosoluble		Également vitamine PP ou niacine Composée de l'acide nicotinique et le nicotinamide.	La niacine est précurseur de NAD+ et NADP+, participe en tant que cofacteur d'oxydoréduction, au métabolisme du glucose, des acides gras, et des acides aminés. Le nicotinamide est synthétisé à partir du tryptophane qui est un acide aminé essentiel.	Pour un apport d'au moins 3,2 mg pour 100 g ou ml, contribue : - Au métabolisme énergétique normal, - Au fonctionnement normal du système nerveux, - Au maintien d'une peau et de muqueuse normales, - Aux fonctions physiologiques normales, - A la réduction de la fatigue.	La viande (surtout la volaille), les abats (foie), les charcuteries, les poissons et les produits de la mer.	♂ : 17,4 mg/j BNM : 14,4 mg/j ♀ : 14 mg/j BNM : 11,4 mg/j	LSS : - acide nicotinique 10 mg/j - nicotinamide 900 mg/j  Attention car dans les tables des compositions nutritionnelles ces deux formes d'apports ne sont pas distinguées.  En cas de fortes doses les symptômes sont des bouffées de chaleur avec des rougeurs sur le visage, sur le cou et sur le torse, des maux d'estomac, des démangeaisons ou des maux de tête.	Se retrouve chez les personnes souffrant de maladies inflammatoires de l'intestin (maladie de Crohn, maladie cœliaque), de cirrhose du foie ou d'alcoolisme. La carence en niacine est nommée pellagre (d'où le nom de vitamine Pellagra Preventive) et se traduit par des problèmes de peau, de la diarrhée, une confusion mentale et peut parfois entraîner la mort.	Chez les personnes ayant des problèmes rénaux ou hépatiques, un diabète, des problèmes liés à un excès d'acide urique et chez les femmes enceintes ou allaitantes.  Risque d'interaction avec les traitements pour les épilepsies, l'excès de cholestérol, l'hypertension artérielle, le diabète de type 2 et les problèmes cardiaques ou les anticoagulants.  Un suivi médical est donc nécessaire avec des tests sanguins réguliers pour évaluer l'état du foie.

Nutriment Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population	Surconsommation	Déficit	Précautions
Vitamine B5 Micronutriments Vitamine Hydrosoluble		Joue un rôle essentiel dans la production d'énergie dans les cellules (métabolisme des glucides), le transport de l'oxygène dans le sang et dans la conformation structurelle pour le fonctionnement du Coenzyme A (CoA). Elle participe à la synthèse des acides gras, du cholestérol, de la protéine porteuse d'acyle (ACP) et des hormones sexuelles.	Pour un apport d'au moins 0,9 mg pour 100 g ou ml, contribue : - Au métabolisme énergétique normal, - Aux capacités intellectuelles normales, - A la synthèse des hormones stéroïdiennes (hormones du stress et hormones sexuelles), de la vitamine D et de certains messagers chimiques du cerveau (neurotransmetteurs), - A la réduction de la fatigue.	Les produits laitiers, les produits céréaliers complets, les légumes secs, les viandes et les légumes.	Pas de RNP ♂ AS : 5,8 mg/j ♀ AS : 4,7 mg/j	Aucune limite supérieure de sécurité n'a pu être fixée, par l'EFSA, par rapport aux données disponibles et à la faible toxicité observée en cas de forte dose.	Rare, les symptômes sont une sensation de brûlure dans les pieds, une fatigue, des maux de tête, des insomnies et des fourmillements.	Par principe de précaution les femmes enceintes ne doivent pas prendre plus de 10 mg/j. L'association à de la vitamine B8 pour renforcer les cheveux n'a pas été démontrée et leurs absorptions intestinales sont réduites quand elles sont prises simultanément.

Nutriments Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population	Surconsommation	Déficit	Précautions
Vitamine B6 Micronutriments Vitamine Hydrosoluble	6 composés : PN, PL, PM, PNP, PLP, PMP dans les tissus animaux PN et PNP se retrouvent dans les végétaux	Joue un rôle dans le métabolisme du glycogène, des acides aminés et dans la synthèse de l'ADN (des gènes), de l'hémoglobine et de neurotransmetteurs. La synthèse des neurotransmetteurs implique le PLP qui est un co-facteur des décarboxylases.	Pour un apport d'eau moins 0,21 mg pour 100 g ou ml, contribue : - Au métabolisme énergétique normal, - Au fonctionnement normal du système nerveux, - A la synthèse normale de la cystéine et au métabolisme normal de l'homocystéine, - A la réduction de la fatigue, - Au métabolisme normal du glycogène et des protéines, - Aux fonctions mentales normales, - A la formation des globules rouges, - Au fonctionnement normal du système immunitaire, - A la régulation de l'activité hormonale.	Les végétaux avec les céréales sous toutes leurs formes, les légumes amyliacés, les produits dérivés du soja, et les fruits autres que les agrumes.  Les animaux avec le foie de bœuf, de veau, de porc et de volailles, et le poisson.	Pas de RNP ♂ AS : 1,8 mg/j ♀ AS : 1,5 mg/j	LSS : 25 mg/j Un apport de plus de 500 mg/j peut provoquer une hypoesthésie (perte de la sensibilité dans les doigts et les orteils), des nausées, des vomissements, et une baisse de l'appétit.	Les symptômes sont la gerçure des lèvres, une inflammation de la bouche et une anémie. Ce déficit est retrouvé chez les personnes alcooliques, et les personnes souffrant de maladies chroniques de l'intestin.	Les femmes enceintes, les adolescentes, et les personnes âgées sont à risque d'insuffisance il faut leur conseiller de consommer des aliments qui en contiennent.

Nutriment Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population			
					Surconsommation	Déficit	Précautions	
Vitamine B8 Micronutriments Vitamine Hydrosoluble	Également biotine, vitamine H. Ne pas confondre avec la vitamine B7 (l'inositol). La biotine est apportée par l'alimentation mais est aussi fabriquée par la flore intestinale.	A partir des nutriments, la vitamine B8 participe à la production d'énergie. Elle joue un rôle dans la synthèse des acides gras et des acides aminés.	Pour un apport d'au moins 7,5 µg pour 100 g ou ml, contribue : - Au métabolisme énergétique normal, - Au fonctionnement normal du système nerveux, - Au maintien de cheveux, d'une peau et des muqueuses normaux, - Au métabolisme normal des aliments, - Aux fonctions mentales normales.	Animales : le jaune d'œuf, le foie, les rognons et le lait. Végétales : le soja, l'avoine, les champignons, les graines germées, la levure de bière et la gelée royale.	Pas de RNP ♂ ♀ AS : 40 µg/j	Aucune limite supérieure de sécurité n'a pu être fixée, par l'EFSA, par rapport aux données disponibles et à la faible toxicité observée en cas de forte dose. L'excès de vitamine B8 étant soluble dans l'eau, en cas d'apport excessif elle est éliminée dans les urines.	Le déficit est présent chez les personnes souffrant d'insuffisance rénale, d'alcoolisme ou ayant un traitement contre l'épilepsie. Les symptômes sont une chute de cheveux, des conjonctivites, des problèmes de peau ou des crampes musclaires.	L'amélioration des ongles fragiles et des problèmes de la peau ont été observés uniquement en cas de carence. L'association à de la vitamine B5 pour renforcer les cheveux n'a pas été démontrée et leurs absorptions intestinales sont réduites quand elles sont prises simultanément.

Nutriments Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population	Surconsommation	Déficit	Précautions
Vitamine B9 Micronutriments Vitamine Hydrosoluble	Également acide folique ou vitamine M. Elle est représentée dans notre alimentation par les folates et l'acide folique. 1 µg d'EFA est égale à 1 µg de folates alimentaires et à 0,6 µg d'acide folique.	Le THF est le métabolite actif, il participe au métabolisme des acides aminés (donneurs de méthyle), à la synthèse des acides nucléiques. Ils sont nécessaires à la division cellulaire et à la régulation de l'activité des gènes. L'acide folique participe à la fabrication des globules rouges et blancs. Il joue un rôle dans le renouvellement de la paroi de l'intestin et de la peau. Les folates sont des éléments clés du développement du système nerveux de l'embryon, en début de grossesse.	Pour un apport d'au moins 30 µg pour 100g ou ml, contribue : - A la croissance des tissus maternels pendant la grossesse, - Au métabolisme normal des acides aminés, - A la formation des cellules du sang, - Au métabolisme de l'homocystéine, - Au fonctionnement normal du système immunitaire, - A la réduction de la fatigue, - Aux fonctions mentales normales, - A la division cellulaire Pour un apport d'au moins 400 µg pour 100 g ou ml, pour les femmes en âge de procréer, contribue à augmenter le statut maternel en folates, dans l'optique de réduire le risque d'apparition d'anomalies du tube neural chez le fœtus. Au moins un mois avant la conception et jusqu'à trois mois après.	Les légumineuses, les légumes à feuilles, les foies (agneau, veau, bœuf, canard). Les aliments les plus riches en vitamine B9 sont la levure de bière et le germe de blé.	♂ ♀ : 330 EFA µg BNM : 250 EFA µg	LSS : 1000 EFA µg pour l'acide folique. Pour le folate aucune LSS n'a pu être fixée, par l'EFA, par rapport aux données disponibles et à la faible toxicité observée en cas de forte dose. En cas de surconsommation d'acide folique, il y a un risque de troubles du sommeil et de troubles gastro-intestinaux pour des doses supérieures à 5 mg/j.	Le déficit se manifeste d'abord dans les tissus ayant une croissance rapide comme les cellules sanguines.	Faire attention à la source de folate. La prise de folate peut diminuer l'activité de médicaments contre les bactéries, ou le paludisme, ou de chimiothérapies, ou certains médicaments antiépileptiques.

Nutriment Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population	Surconsommation	Déficit	Précautions
Vitamine B12 Micronutriments Vitamine Hydrosoluble	Famille dont la plus utilisée est la cyanocobalamine.	La cobalamine peut être converties en deux coenzymes : - La méthyl-cobalamine, qui est un co-facteur permettant le transfert de me méthyle du 5- méthyl-tétrahydrofolate (5-MTHF, métabolite de la vitamine B9) à l'homocystéine pour former la méthionine. - La 5-déoxyadénosyl- cobalamine, qui participe au métabolisme du propionate dans la mitochondrie.  La vitamine B12 en association avec la vitamine B9 aura une action sur la synthèse de l'ADN, des acides gras, sur la production de l'énergie cellulaire et le fonctionnement du système nerveux.	Pour un apport d'au moins 0,38 µg pour 100 g ou ml, contribue : - Au métabolisme énergétique normal, - Au fonctionnement normal du système nerveux, - Au métabolisme normal de l'homocystéine, - Aux fonctions mentales normales, - A la formation des globules rouges, - A la réduction de la fatigue, - Au fonctionnement normal du système immunitaire, - A la division cellulaire.	Elle a une synthèse exclusive aux bactéries, elle est liée à des protéines et est présente dans les aliments d'origine animale. Elle n'est pas biodisponible dans les aliments d'origines végétales, seuls quelques végétaux qui ont subi une fermentation bactérienne peuvent en contenir en très faible quantité.	Pas de RNP ♂ ♀ AS : 4 µg/j	Aucune limite supérieure de sécurité n'a été fixée par l'EFSA, du fait de l'absence de données montrant une toxicité notamment de carcinogénicité aux doses étudiées.	Les symptômes sont une anémie, des fourmillements dans les mains et les pieds, une constipation alternée de diarrhées, une perte de poids, des troubles de l'humeur et chez les personnes âgées des troubles du raisonnement et de la mémoire. Risque de déficit en cas de régime végétalien ou macrobiotique.	Elle est recommandée chez les femmes enceintes et allaitantes, les enfants suivant un régime végétalien ou macrobiotique, les personnes suivant un régime qui exclut les aliments d'origine animale et en cas d'anémie. Les injections intramusculaires peuvent provoquer des allergies cutanées comme des rougeurs ou des démangeaisons.

Nutriments Classification Famille	Essentiel	Effets Biologiques	Allégations	Sources Alimentaires	Référence Nutritionnelle pour la Population	Surconsommation	Déficit	Précautions
Vitamine C Micronutriments Vitamine Hydrosoluble	Également acide ascorbique. Action antioxydante dans les réactions radicalaires. Ou producteur de radical hydroxyl en présence de fer dans le cas de réaction inflammatoire.	Elle intervient dans la synthèse de la carnitine et l'hydroxylation de la proline du collagène. Elle a un rôle dans la formation des fibres élastiques (collagènes) et dans l'absorption et le stockage du fer.	Pour un apport d'au moins 12 mg pour 100g ou ml, contribue : - Au métabolisme énergétique normal, - Au fonctionnement normal du système nerveux, - Aux fonctions mentales normales, - Au fonctionnement normal du système immunitaire, - A la réduction de la fatigue, - A la régénération de la vitamine E dans sa forme réduite, - A l'absorption digestive du fer.	Les fruits (cassis et agrumes) et les légumes (persil et le poivron rouge). Une alimentation équilibrée permettra de couvrir les besoins de l'organisme en vitamine C. Il faut faire attention, la cuisson des fruits et légumes détruit en partie la vitamine C. Il sera donc conseillé de les consommer crus ou surgelés.	♂ ♀ : 110 mg/j BNM : 90 mg/j	Aucune LSS par rapport aux données disponibles. Des apports supérieurs à 3 g/j peuvent provoquer des diarrhées, des ballonnements, des nausées et des brûlures d'estomac.	Rare, les symptômes sont les saignements de gencives, les ecchymoses, des douleurs articulaires et musculaires, une sécheresse de la bouche et des yeux, la fatigue, l'anémie et un risque de coma mortel.	Il faut éviter la prise de vitamine C, à des doses élevées de manière prolongée, dans les cas de calculs urinaires et chez les personnes qui souffrent de maladies qui donnent une accumulation du fer dans l'organisme (l'hémochromatose, la drépanocytose, la thalassémie...).



## C. Annexe des données du chiffre d'affaire des circuits de distribution

Informations obtenues à partir des bilans annuels du Syndicat national des Compléments alimentaires(50).

Répartition des parts du marché des compléments alimentaires par circuit de distribution

Année	Chiffre d'affaires TTC en millions d'euros	Pharmacie		Parapharmacie		Magasins spé = bio/diététique/franchises		Grandes et moyennes surfaces		Autres = ventes directes & ventes à distances (ventes par correspondances/e-commerce)	
		CA en millions d'euros	Répartition (en %)	CA en millions d'euros	Répartition (en %)	CA en millions d'euros	Répartition (en %)	CA en millions d'euros	Répartition (en %)	CA en millions d'euros	Répartition (en %)
2009	1008	602,0	60	71,4	7	116,0	11	89,6	9	129,0	13
2010	969,5	569,8	59	60,3	6	112,5	12	88,9	9	138,0	14
2011	1021	592,8	58	84,7	8	115,4	11	90,1	9	142,1	14
2012	1307	618,6	47	86,1	7	229,0	18	92,6	7	281,0	21
2013	1391	702,0	50	92,0	7	217,0	15	92,1	7	288,0	21
2014	1485	756,0	51	102,0	7	237,0	15	98,0	7	291,0	20
2015	1542	801,0	52	104,0	7	250,0	16	99,0	6	288,0	19
2016	1623	841,0	52	103,0	6	281,0	17	105,0	7	293,0	18
2017	1802	914,0	51	113,0	6	273,0	15	202,0	11	300,0	17
2018	1921	952,5	50	113,5	6	297,6	15	198,0	10	359,5	19
2019	1999,6	1005,3	50	111,9	6	300,6	15	189,0	9	398,5	20

## **Bibliographie**

1. CISMef. HeTOP [Internet]. Centre Hospitalo-Universitaire de Rouen; [cité 20 juill 2020]. Disponible sur: [https://www.hetop.eu/hetop/#rr=MSH\\_D\\_004046&q=di%C3%A9t%C3%A9tique](https://www.hetop.eu/hetop/#rr=MSH_D_004046&q=di%C3%A9t%C3%A9tique)
2. BOURGUIGNON A, DUPONT J-C, KOUPERNIK C, LLEDO P-M, MAZOYER B, VINCENT J-D. CERVEAU HUMAIN. In Encyclopædia Universalis; [cité 20 juill 2020]. Disponible sur: <http://www.universalis-edu.com.lama.univ-amu.fr/encyclopedie/cerveau-humain/>
3. KARLI P. LIMBIQUE SYSTÈME. In Encyclopædia Universalis; [cité 20 juill 2020]. Disponible sur: <http://www.universalis-edu.com.lama.univ-amu.fr/encyclopedie/systeme-limbique/>
4. RÈGLEMENT (CE) No 178/2002 [Internet]. [cité 20 juill 2020]. Disponible sur: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2002R0178:20080325:FR:PDF>
5. Pyramide alimentaire - Institut Paul Lambin [Internet]. [cité 22 juill 2020]. Disponible sur: <http://mangerbouger.be/IMG/pdf/outils-pyramide-alimentaire-a4.pdf>
6. Actualisation des repères du PNNS : révision des repères de consommations alimentaires [Internet]. [cité 4 oct 2019]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2012SA0103Ra-1.pdf>
7. Codex alimentarius 1139/98, FAO OMS.
8. Décret n°2006-352 du 20 mars 2006 relatif aux compléments alimentaires. 2006-352 mars 20, 2006.
9. Règlement (UE) no 432/2012 de la Commission du 16 mai 2012 établissant une liste des allégations de santé autorisées portant sur les denrées alimentaires, autres que celles faisant référence à la réduction du risque de maladie ainsi qu'au développement et à la santé infantiles Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE. :40.
10. Alexandre P. Diagnostic de la dénutrition de l'enfant et de l'adulte. 2019;25.
11. AGPI omega-3 intérêts et allégations.pdf [Internet]. [cité 9 août 2020]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT-Ra-omega3.pdf>
12. Larousse É. Définitions : calorie - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cité 22 juill 2020]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/calorie/12413>
13. Apport en protéines : consommation, qualité, besoins et recommandations [Internet]. [cité 23 juill 2020]. Disponible sur:

<https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT-Ra-Proteines.pdf>

14. Actualisation des repères du PNNS : élaboration des références nutritionnelles [Internet]. [cité 4 oct 2019]. Disponible sur:

<https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2012SA0103Ra-2.pdf>

15. Vasson M-P. Compléments alimentaires: les clés pour les conseiller à l'officine. Paris-La Défense: les Éditions « Le Moniteur des pharmacies »; 2015. (Pro-officina).

16. Universalis E. CASÉINE [Internet]. Encyclopædia Universalis. [cité 5 août 2020]. Disponible sur: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/caseine/>

17. Larousse É. Définitions : homéostasie - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cité 11 août 2020]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/hom%C3%A9ostasie/40213>

18. Les lipides | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 9 août 2020]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/les-lipides>

19. Oméga-6 (acide gamma-linolénique, acide linoléique) - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 9 août 2020]. Disponible sur: <https://eukasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/omega-6-acide-gamma-linolenique-acide-linoleique.html>

20. Le calcium | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 10 août 2020]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/le-calcium>

21. Larousse É. Définitions : chélation - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cité 12 août 2020]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/ch%C3%A9lation/15060>

22. Phosphore - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 12 août 2020]. Disponible sur: <https://eukasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/phosphore.html>

23. Potassium - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 12 août 2020]. Disponible sur: <https://eukasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/potassium.html>

24. Manganèse - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 12 août 2020]. Disponible sur: <https://eukasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/manganese.html>

25. Cuivre - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 12 août 2020]. Disponible sur: <https://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/cuivre.html>
26. Fer - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 12 août 2020]. Disponible sur: <https://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/fer.html>
27. Sélénium - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 15 août 2020]. Disponible sur: <https://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/selenium.html>
28. Zinc - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 15 août 2020]. Disponible sur: <https://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/zinc.html>
29. Chrome - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 15 août 2020]. Disponible sur: <https://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/chrome.html>
30. Iode - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 15 août 2020]. Disponible sur: <https://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/iode.html>
31. Vitamine B1 (thiamine) - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 17 août 2020]. Disponible sur: <https://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/vitamine-b1-thiamine.html>
32. Vitamine B2 (riboflavine) - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 17 août 2020]. Disponible sur: <https://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/vitamine-b2-riboflavine.html>
33. Vitamine B3 (niacine ou vitamine PP) - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 17 août 2020]. Disponible sur: <https://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/vitamine-b3-pp-niacine.html>
34. Vitamine B5 (acide panthothénique) - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 19 août 2020]. Disponible sur: <https://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/vitamine-b5-acide-panthothenique.html>

35. Vitamine B6 (pyridoxine) - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 19 août 2020]. Disponible sur: <https://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/vitamine-b6-pyridoxine.html>
36. Dietary Reference Values for vitamin B6. EFSA Journal. 2016;14(6):e04485.
37. Vitamine B8 (biotine) - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 23 août 2020]. Disponible sur: <https://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/vitamine-b8-h-b7-biotine.html>
38. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for biotin. EFSA Journal. 2014;12(2):3580.
39. Vitamine B9 (acide folique) - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 23 août 2020]. Disponible sur: <https://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/vitamine-b9-m-acide-folique.html>
40. Vitamine B12 (cobalamine) - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 26 août 2020]. Disponible sur: <https://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/vitamine-b12-cobalamine.html>
41. Vitamine C (acide ascorbique) - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 26 août 2020]. Disponible sur: <https://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/vitamine-c-acide-ascorbique.html>
42. Vitamine A (rétinol) - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 16 août 2020]. Disponible sur: <https://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/vitamine-a-retinol.html>
43. Vitamine D (calciférols) - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 31 août 2020]. Disponible sur: <https://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/vitamine-d-calciferols.html>
44. Vitamine E (tocophérols et tocotriénols) - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [cité 31 août 2020]. Disponible sur: <https://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/vitamine-e-tocopherols-tocotrienols.html>
45. Vitamine K (phytoménadione et ménaquinones) - EurekaSanté par VIDAL

- [Internet]. EurekaSanté. [cité 2 sept 2020]. Disponible sur: <https://eukasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/vitamine-k-phytomenadione-menaquinones.html>
46. Turck D, Bresson J-L, Burlingame B, Dean T, Fairweather-Tait S, Heinonen M, et al. Dietary reference values for vitamin K. *EFSA Journal*. 2017;15(5):e04780.
47. Les études INCA | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 8 sept 2020]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/les-%C3%A9tudes-inca>
48. INCA3 [Internet]. [cité 8 sept 2020]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2014SA0234Ra.pdf>
49. INCA2 - Rapport [Internet]. [cité 8 sept 2020]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/PASER-Ra-INCA2.pdf>
50. 2010\_consommation\_de\_complements\_alimentaires\_en\_france\_credoc\_afssas.pdf [Internet]. [cité 8 sept 2020]. Disponible sur: [https://www.synadiet.org/sites/default/files/mediatheque/files/2010\\_consommation\\_de\\_complements\\_alimentaires\\_en\\_france\\_credoc\\_afssas.pdf](https://www.synadiet.org/sites/default/files/mediatheque/files/2010_consommation_de_complements_alimentaires_en_france_credoc_afssas.pdf)
51. 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. *LEGICOM*. 2007;38(2):93.

# Serment De Galien

Je jure, en présence de mes maitres de la Faculté, des conseillers de l'Ordre des pharmaciens et de mes condisciples :

- D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.
- D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.
- De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine, de respecter le secret professionnel.
- En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre, méprisé de mes confrères, si j'y manque.





## **LES COMPLÉMENTS ALIMENTAIRES : LES RISQUES D'UNE SURCONSOMMATION**

---

### **RÉSUMÉ :**

La présentation des notions essentielles de la nutrition a permis d'étudier de façon détaillée la composition des principaux macronutriments et micronutriments composants les compléments alimentaires. Cette démarche a mis en évidence les risques généraux (surconsommation, mésusage, interaction médicamenteuse...) que ces produits peuvent représenter pour la santé des patients. Ces informations ont conduit à la réalisation d'un tableau de synthèse. Ensuite, l'étude du marché des compléments alimentaires a mis en relief la croissance de celui-ci qui est marquée par une augmentation importante des ventes à distance. L'usage inapproprié de ces produits se fait trop souvent sans encadrement médical avec un risque de surconsommation, ainsi qu'un risque qualitatif et quantitatif lors de ces achats en ligne. Enfin, la vision de ces différents risques a permis de mettre en avant la place du pharmacien qui est en général le premier professionnel de santé consulté par les patients demandeurs. Il a donc une place centrale dans la prévention du risque de surconsommation des compléments alimentaires.

---

### **MOTS-CLÉS :**

Complément alimentaire, risque, surconsommation, conseil, macronutriment, micronutriment

---

### **INTITULÉ ET ADRESSE DE L'UFR :**

Université d'Aix-Marseille – Faculté de Pharmacie  
27 bd Jean Moulin – CS 30064 - 13385 Marseille cedex 05 - France

---

### **DIRECTEUR DE THÈSE**

**ET PRÉSIDENT DU JURY :** Pr. Frédérique GRIMALDI

### **MEMBRES DU JURY :**

Dr. Édouard LAMY  
Dr. Marie-Françoise GERMAIN