



Université ABOU-BAKR-BELKAÏD Tlemcen
*Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences
de la Terre et de l'Univers*



Département de Biologie

Nutraceutique, aliments fonctionnels

Présenté par : Dr SOUALEM-MAMI Zoubida

**Document destiné aux étudiants de la licence alimentation, nutrition et
pathologie**

Année universitaire 2023-2024

I-Généralités	
I.1.Définition de la transition nutritionnelle	04
I.2.Les causes de la transition nutritionnelle	04
I.3.Conséquences de la transition nutritionnelle	04
I.4.Les bases de la nutrition préventive	05
I.4.a.Une fraction énergétique équilibrée	05
I.4.b.Une fraction non énergétique (fonctionnelle)	05
I.5.Le concept de densité nutritionnelle	05
I.6.Le concept des calories vides	06
II. Aliments fonctionnels et nutraceutiques	
	06
II.1 Historique	06
II.2. Définitions des aliments fonctionnels et nutraceutiques	06
II.2.1.Selon le Japon	06
II.2. 2.Selon l'Europe	08
II.2.3.Selon les états unis	08
II.2.4.Selon Canada	09
II.2.5.Conclusion sur la définition des aliments fonctionnels et des nutraceutiques	11
II.6.Consommateurs : besoins et comportement	11
II.7.Positionnement des aliments fonctionnels	12
II.7.1.Définition d'un aliment	13
II.7.2.Définition d'un médicament	13
II.7.3.Définition des compléments alimentaires	13
II.7.4.Définition d'un aliment traditionnel	14
II.7.5.Les aliments diététiques	14
II.8.Commercialisation des aliments fonctionnels et des nutraceutiques	14
II.9.Les différents catégories des aliments fonctionnels	14
II.10.Interet et inconvénients des alicaments	15
III. Les allégations	
	17
III.1.Allégation nutritionnelle	17
III.2.Allégation nutritionnelle fonctionnelle	18
III.3.Allégation santé	18
III.4.Allégation thérapeutique	18
IV. Les propriétés des aliments fonctionnels et des nutraceutiques	
	19
I) Enrichissement lipidiques	
	19
I.1. Généralités sur les lipides	20
I.1.1 Définition des lipides.....	20
I.1.2. Rôles des lipides dans l'organisme.....	20
I.2. Le cholestérol	20
I.2.1.Définition	21
I.2.2.Rôle	21
I.2.3.Mécanisme d'action	21
I.2.4.Problèmes liés à la présence de cholestérol	22
I.3. Acides gras essentiels « oméga 3 » et « oméga 6 »	22
I.3.1. Définition et Caractéristiques.....	22
I.3.2. Sources naturelles.....	24
I.3.3. Rôle.....	25

I.3.4. Mécanismes d'action.....	26
I.3.5. Effets sur l'organisme.....	26
I.3.6. Equilibre oméga 6 / oméga 3.....	26
I.3.7. Carences.....	27
I.3.8. Recommandations.....	28
I.3.9. Conclusion.....	28
I.4. Phytostérols.....	30
I.4.1. Définition et Caractéristiques.....	31
I.4.2. Sources.....	31
I.4.3. Mécanismes d'action.....	31
I.4.4. Effets sur l'organisme.....	32
I.4.5. Recommandations.....	33
I.4.6. Conclusion.....	33
II) Enrichissements en prébiotiques et probiotiques	33
II.1. Les prébiotiques	34
II.1.1. Propriétés.....	34
II.1.2. Sources naturelles	36
II.1.3. Effets sur la santé.....	36
II.2. Les probiotiques	36
II.2.1. Propriétés.....	36
II.2.2. Mécanismes d'action.....	37
II.2.3. Effets sur la santé.....	38
II.3. L'effet symbiotique.....	39
II.4. Conclusion.....	40
III) Enrichissement en vitamines	40
III.1. Généralités.....	42
III.2. Sources alimentaires	45
III.3. Mécanismes d'action	45
III.4. Rôle	45
III.5. Carences et Excès.....	46
III.6. Besoins nutritionnels.....	46
III.7. Conclusion.....	47
IV) Enrichissement en minéraux	47
IV.1. Généralités	48
IV.2. Sources alimentaires.....	49
IV.3. Rôle	49
IV.4. Carences et Excès	51
IV.5. Besoins pour l'organisme.....	53
V) Bibliographie	54

I-Généralités :

I.1.Définition de la transition nutritionnelle :

C'est une modification de l'alimentation au fil des siècles (Passage d'une alimentation traditionnelle à une alimentation très riche en produits transformés ou purifiés).

Alimentation traditionnelle saine (« pour se nourrir »)

↓
Vers

Alimentation « industrielle » (alimentation « plaisir »)

- trop riche
- consommation excessive
- produits modifiés
- produits transformés
- produits purifiés

I.2. Les causes de la transition nutritionnelle :

- Par manque de temps (mère au foyer, mère au travail) ;
- Perte du savoir-faire culinaire ;
- Marketing de l'industrie alimentaire ;
- « manipulation » des consommateurs (publicité) ;
- Nouveaux produits sur le marché / nouveaux goûts / créer un besoin ;
- Hausse du niveau de vie ;
- Troubles du comportement alimentaire : problèmes familiaux, stress, sédentarité (internet, jeux vidéo).

I.3.Conséquences de la transition nutritionnelle :

Consommation excessive de sucres, de graisses et de protéines animales (lien avec le goût)

Consommation insuffisante de produits végétaux



**Déséquilibre en acides gras / manque de fibres alimentaires /
manque en micronutriments / excès de sels**



**Augmentation de l'obésité
Augmentation des maladies cardiovasculaires**

I.4. Les bases de la nutrition préventive :

I.4.a. Une fraction énergétique équilibrée :

- En Glucides (sous forme de produits végétaux avec peu de sucres purifiés) ;
- Des sources équilibrées en protéines (animales et végétales) ;
- En lipides (en privilégiant les graisses végétales).

I.4.b. Une fraction non énergétique (fonctionnelle)

- Fibres Alimentaires ;
- Vitamines (groupe B, C, A, D, E, K) ;
- Minéraux (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , ...) ;
- Oligo-éléments (Fe^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , ...) ;
- Micro-nutriments protecteurs :
 - *Caroténoïdes ;
 - *Polyphénols ;
 - *Phytostérols.

I.5. Définitions : les densités alimentaires :

Densité énergétique

Elle traduit la quantité d'énergie apportée par 100 g d'aliments.

Plus un aliment est « sec » (exemple : les biscottes par rapport au pain) ou riche en lipides de constitution, plus il est dense en énergie. Un repas apportant la même quantité d'énergie aura un volume variable selon la densité énergétique des aliments qui le composent. Les fruits et légumes ont une densité énergétique faible.

Densité nutritionnelle

Elle traduit la teneur en micronutriments pour 1000 kcal. Les graisses saturées et les glucides simples (le sucre) ont une faible densité nutritionnelle mais une haute densité énergétique. Les fruits et légumes ont une haute densité nutritionnelle (apport en minéraux, vitamines et microconstituants) et une faible densité énergétique. Une alimentation optimale pour la santé doit avoir la densité nutritionnelle la plus élevée possible en regard d'une densité énergétique faible tout en couvrant à la fois les besoins énergétiques et les besoins qualitatifs. Cet objectif

peut être atteint en majorant la part des fruits et légumes et des glucides complexes, peu raffinés (riches en fibres).

I.6. Le concept des calories vides :

En nutrition humaine, la **calorie vide**, appelée aussi **calorie creuse**, est la valeur énergétique qu'apportent les aliments dont la consommation n'apporte aucun nutriment indispensable à la santé. Les aliments à haute densité nutritionnelle (aliments à calorie pleine) apportent au contraire ces nutriments essentiels (acide gras essentiels, acides aminés essentiels, micronutriments tels que vitamines et minéraux).

II. Aliments fonctionnels et nutraceutiques

II.1 Historique

Connus sous les noms de : aliments fonctionnels, alicaments, superaliments, « designer foods » aux États-Unis ou « FOSHU » (food for specified health uses) au Japon, la vague des nutraceutiques déferle à travers le monde. Ces produits aux vertus médicinales préventives et thérapeutiques, origines du Japon où ils sont officiellement réglementés et approuvés par le ministère de la Santé. Les définitions diffèrent d'un pays à l'autre et, au Canada, on fait une nette distinction entre aliment fonctionnel et produit nutraceutique.

II.2. Définitions des aliments fonctionnels et nutraceutiques :

Pour le moment, il n'existe aucune définition précise, et encore moins officielle, de l'aliment fonctionnel. Ce concept est compris de manière différente d'un pays à l'autre. Les aliments fonctionnels sont apparus au Japon, se sont développés aux États-Unis puis en Europe, ce qui a donné naissance à différents vocabulaires et participé à la confusion. Pour tous, cependant, ce sont des aliments ou des composants à effet santé, c'est-à-dire des aliments qui ont des propriétés médicinales.

Il y a aussi une confusion en ce qui concerne le mot nutraceutique. Dans la littérature, il n'y a pas d'unanimité dans la définition et il y a une absence de cadre réglementaire.

Pour situer les aliments fonctionnels et les nutraceutiques dans l'ensemble agroalimentaire actuel et pour faciliter la compréhension, certaines définitions de quelques pays sont présentées.

II.2. 1.Selon le Japon

Les aliments fonctionnels sont apparus au Japon dans les années 80 où des programmes de recherche avaient été subventionnés par le gouvernement.

Une évaluation systématique de la fonction physiologique des aliments a été menée, de 1984 à 1986, par des groupes universitaires et le ministère de l'agriculture, des forêts et des pêches du Japon. Les études ont révélé que certains aliments possèdent non seulement des fonctions nutritionnelles et sensorielles, mais qu'ils permettent aussi de contrôler l'homéostasie de l'organisme.

De 1988 à 1990, on a mené des études similaires dans le but d'évaluer les fonctions de bio-régulation des aliments. Entre 1992 et 1994, les études se sont concentrées sur l'analyse des aliments fonctionnels et leur composition moléculaire.

Les études commencées en 1984 ont conduit à la création, en 1991, par le ministère japonais de la santé et du bien-être, de l'expression « aliments fonctionnels » et d'un système d'octroi de permis pour les aliments à usage médicinal spécifié, plus connus sous l'abréviation de FOSHU (Food for Specified Health Use). Le terme FOSHU a remplacé le terme «aliments fonctionnels» au Japon.

Les critères fondamentaux pour que des aliments soient admis comme aliments à usage médicinal spécifié ont été définis comme suit :

- Aliments réputés pour avoir un effet spécifique sur la santé attribuable à certains de leurs constituants.
- Aliments dont on a extrait les allergènes.
- Aliments dont on a évalué scientifiquement les effets attribuables à l'addition ou à l'extraction de composantes et pour lesquels on autorise les allégations de bienfaits pour la santé associés à leur consommation.
- Aliments qui ne posent aucun risque pour la santé ou l'hygiène.

Le riz exempt d'allergènes et le lait à teneur réduite en phosphate ont été les premiers aliments approuvés par le ministère japonais de la Santé et du Bien-être en tant que FOSHU. Le riz exempt d'allergènes est efficace pour les patients présentant une dermatite atopique. Le lait à teneur réduite en phosphore est efficace pour les patients souffrant d'une maladie chronique du rein à qui on recommande de réduire leur apport en phosphore.

Lorsque les premiers aliments fonctionnels ont été introduits au Japon en 1988, 57 % de tous les produits fonctionnels étaient des boissons gazeuses. Cette proportion avait diminué à 15 % en 1995. Les breuvages à base de lait, les breuvages à base de bactéries lactiques et les yogourts représentent maintenant des parts de marché au moins aussi importantes que celles des boissons gazeuses. D'autres catégories d'aliments ont pris de l'importance, dont les pâtisseries, les biscuits, le fromage, les amuse-gueules, les viandes transformées et les édulcorants de table.

II.2. 2. Selon l'Europe

Il n'existe pas actuellement de définition légale en Europe de l'expression «aliments fonctionnels» bien qu'elle soit utilisée relativement fréquemment par l'industrie alimentaire et les consommateurs.

En l'absence d'un accord mondial sur une définition de l'aliment fonctionnel, l'acceptation européenne de ce terme pourrait être celle proposée par l'Union Européenne (UE). En guise de préliminaire, la commission responsable de ces questions auprès de l'ITJE à Bruxelles, en collaboration avec l'International Life Sciences Institute en Europe (ILSI Europe) a lancé, en 1995, le projet FUFOSÉ (Functional Food Science in Europe) dans le but d'esquisser un concept scientifiquement fondé pour les aliments fonctionnels.

Voici les caractéristiques courantes des produits décrits comme étant des aliments fonctionnels :

- Si présenté sous la forme d'aliments (pas en capsule et ni en poudre).
- Contiennent des composants d'origine naturelle, même si ces derniers sont présents à des concentrations non naturelles ou présents dans des aliments qui ne les contiennent pas normalement.
- Sont inoffensifs pour une consommation non surveillée dans une alimentation quotidienne.
- Offrent des bienfaits pour la santé, généralement décrits sur l'étiquette ou dans la publicité faite à leur sujet.

Bien que nombre d'aliments enrichis ou d'aliments modifiés sur le plan nutritionnel possèdent les caractéristiques attribuées aux aliments fonctionnels, cette appellation désigne, dans la pratique, des produits dont les attributs peuvent affecter et améliorer des fonctions physiologiques et avoir des effets autres qu'une simple saturation possible en éléments nutritifs.

C'est l'avis de G. Pascal qui, lors de la 1^{ère} Conférence sur les perspectives Est-Ouest des aliments fonctionnels, a clairement déclaré que les aliments fonctionnels doivent rester des aliments. Ce ne sont pas des pilules, ni des gélules, mais des composants d'une alimentation ou d'un régime reconnus bénéfiques pour le bien-être et la santé. Le terme nutraceutique n'est pas très populaire en Europe où il semble ne pas avoir gagné la faveur en tant que terme descriptif.

II.2.3. Selon les États- Unis

L'expression «aliment fonctionnel» n'a pas de statut légal ou n'est généralement pas acceptée aux États-Unis. En outre, la *Food and Drug Administration* (FDA) ne tient pas compte des «aliments fonctionnels».

Comme les aliments fonctionnels n'existent pas en tant qu'entités légales aux États-Unis, les commerçants doivent évaluer un produit et les modalités en vertu desquelles ils souhaitent le mettre en marché, puis décider s'il sera étiqueté en tant qu'aliment ou en tant que supplément alimentaire.

Plusieurs organismes américains ont proposé des définitions pour le nouveau terme d'aliments fonctionnels. Par exemple, l'International Life Sciences Institute of North America et le Functional Food for Health Program de l'Université de l'Illinois définissent les aliments fonctionnels comme des aliments renfermant des éléments susceptibles d'être bénéfiques pour la santé (ce qui inclut les aliments modifiés) et pouvant avoir des effets bénéfiques sur la santé au-delà de leur valeur nutritionnelle. Ces définitions correspondent à la majorité des définitions retrouvées dans la littérature.

Par ailleurs, l'American Dietetic Association adopte une position très différente de tous les autres organismes consultés en définissant tous les aliments comme aliments fonctionnels puisque tout aliment a une certaine valeur nutritive et donc peut être bon pour la santé si intégré avec modération à une alimentation équilibrée.

Quant aux nutraceutiques selon le Dr Stephen De Felice, du *Foundation for Innovative Medicine*, un regroupement de consommateurs établi au New Jersey, ils désignent des dérivés de composés d'origine naturelle qui peuvent et devraient être consommés quotidiennement et qui, lorsqu'ils sont ingérés, assurent la régulation d'une fonction corporelle ou influent sur celle-ci.

II.2.4. Selon Canada

Au Canada, il n'existe pas de règlements traitant spécifiquement des aliments fonctionnels et des nutraceutiques, même si des exemples de ces produits sont apparus sur le marché canadien. Ces produits sont régis par le cadre réglementaire existant, soit le règlement sur les produits de santé naturels qui a été adopté le 18 juin 2003.

La catégorie des produits de santé naturels comporte deux composantes :

L'une fonctionnelle et l'autre ayant trait à la substance. La composante fonctionnelle renvoie à la définition de produit de santé naturel qui vise les substances fabriquées, vendues ou présentées comme pouvant servir : au diagnostic, au traitement, à l'atténuation ou à la

prévention d'une maladie, d'un désordre, d'un état physique anormal, ou de leurs symptômes; à la restauration ou à la correction des fonctions organiques; ou à la modification des fonctions organiques chez l'être humain telle que la modification de ces fonctions de manière à maintenir ou promouvoir la santé.

Par ailleurs, la composante substance renvoie à l'ingrédient médicinal présent dans le produit de santé naturel.

Si l'on se fonde sur la terminologie de Santé Canada, on constate que bon nombre d'aliments fonctionnels et de nutraceutiques font partie de la catégorie des produits de santé naturels ayant une action bénéfique sur la santé et qui réduisent les risques de maladies ou préviennent celles-ci.

Malgré l'absence des aliments fonctionnels dans la législation, Santé Canada a proposé une définition dans le cadre des travaux du Bureau des sciences de la nutrition de la Direction des aliments de Santé Canada.

Cette définition est : « *Un aliment fonctionnel est semblable en apparence aux aliments conventionnels, il fait partie de l'alimentation normale et il procure des fonctions nutritionnelles de base et des bienfaits physiologiques démontrés et (ou) réduit le risque de maladies chroniques* ».

Il s'agit d'un produit qui se consomme sous forme d'aliments conventionnels, modifiés et synthétisés, et non pas de pilule ou de potion médicinale. Voici quelques exemples d'aliments fonctionnels donnés par Santé Canada:

1. Les *aliments conventionnels* contenant des substances bioactives d'origine naturelle (telles que les fibres alimentaires solubles de l'avoine, qui abaisse le taux de cholestérol sanguin ou les isoflavones de soja qui réduisent le risque du cancer du sein);
2. Les aliments qui ont été *modifiés*, soit par un enrichissement, soit par d'autres moyens, c'est-à-dire les aliments dont la teneur, le type ou la nature des substances bioactives ont été modifiés. À titre d'exemple, citons la margarine à laquelle on a ajouté un phytostérol, un extrait végétal connu pour entraver l'absorption du cholestérol et ayant donc des propriétés hypocholestérolémiantes.

Les constituants alimentaires *synthétisés*, tels que des glucides spéciaux destinés à nourrir les microorganismes présents dans les intestins.

Parmi les aliments fonctionnels vendus au Canada, citons à titre d'exemple, les boissons isotoniques pour les athlètes, les céréales contenant de la fibre purifiée, les succédanés de matières grasses à base d'amidons modifiés, les œufs enrichis d'acides gras oméga-3, les herbes et les préparations d'herboristerie et les cultures de bactéries bifidus.

Contrairement aux aliments fonctionnels, les nutraceutiques sont extraits, concentrés ou purifiés à partir d'aliments. Santé Canada les définit ainsi :

Un produit nutraceutique est fabriqué à partir d'aliment, mais vendu sous forme de pilules ou poudres (potions) qui ne sont pas généralement associées à des aliments et il s'est avéré avoir un effet physiologique bénéfique sur la santé ».

II.2.5. Conclusion sur la définition des aliments fonctionnels et des nutraceutiques :

Aliments fonctionnels : semblables en apparence aux aliments conventionnels; procurent des bienfaits physiologiques démontrés et réduisent le risque de maladies chroniques au-delà des fonctions nutritionnelles de base. Parmi les aliments fonctionnels, on retrouve :

a) des aliments qui ont **naturellement** une teneur élevée en composés bio-actifs, par exemple :

- * les tomates contiennent du lycopène ;
- * les bleuets contiennent des flavonoïdes ;
- * le saumon contient des oméga-3 ;
- * le soya contient des phytoestrogènes.

b) des aliments qui ont été **enrichis ou améliorés** en composés bio-actifs, par exemple :

- * le lait enrichi en oméga-3 ;
- * le jus d'orange enrichi en calcium ;
- * les œufs plus riches en oméga-3 ;
- * les fraises plus riches en antioxydants.

Produits nutraceutiques : fabriqués à partir d'aliments, mais vendus sous forme de comprimés, de poudres ou sous d'autres formes médicinales; procurent des bienfaits physiologiques démontrés et réduisent le risque de maladies chroniques. Voici quelques exemples de produits nutraceutiques :

- Capsules d'ail, • Bactéries lactiques lyophilisées, • Gélules d'huile de saumon, • Extrait de bleuets, • Poudre d'isoflavones

II.6. Consommateurs : besoins et comportements

Une enquête menée par l'Institut national de la nutrition en 2000 a révélé que :

- Les consommateurs veulent avoir de l'information pertinente en rapport avec la santé, tels les avantages des aliments fonctionnels.
- Les consommateurs désirent connaître les liens entre l'alimentation et la maladie. La plupart sont toutefois peu renseignés à ce chapitre.
- L'information donnée par le milieu médical ou le milieu de la santé aura une crédibilité toute particulière pour les consommateurs.
- Les consommateurs préfèrent que les étiquettes et la publicité donnent de l'information en rapport avec la santé plutôt qu'en rapport avec la composition du produit.
- 80 % des répondants croient que les aliments et la nutrition contribuent fortement à l'amélioration de la santé en général, et la majorité est d'accord pour dire que certains aliments procurent des bienfaits qui vont au-delà de la simple nutrition et pourraient abaisser le risque de maladies et d'autres problèmes de santé.

II.7. Positionnement des aliments fonctionnels :

Selon la « Health Food and Nutrition Association » japonaise, les aliments fonctionnels rempliraient une troisième fonction touchant aux avantages «extra» physiologiques et sanitaires. Ce serait le concept recherché, les propriétés revendiquées constituant le dénominateur commun. Le schéma suivant replace les aliments fonctionnels, parmi les produits s'en rapprochant, en fonction du besoin qu'ils satisfont et du degré technologique utilisé pour leur fabrication.

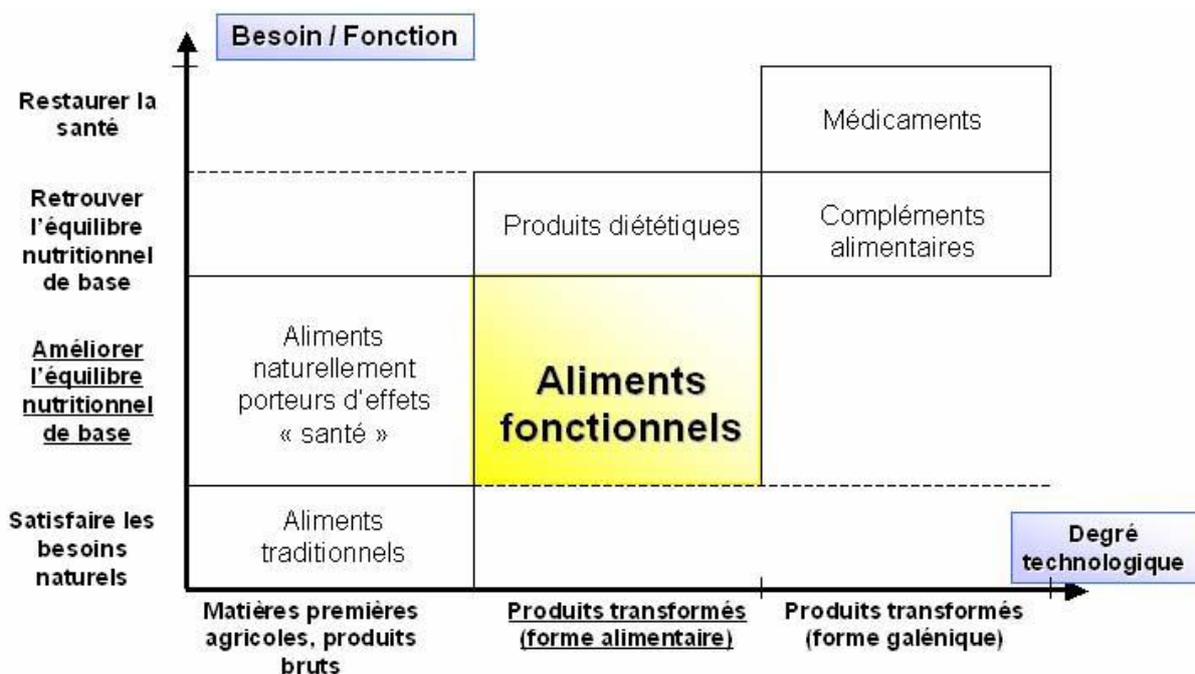


Figure n° 1 : Tableau du positionnement des aliments fonctionnels.

Comme on peut le voir sur le schéma de positionnement précédent, les aliments fonctionnels pourraient être positionnés entre aliments et médicament et peut se différencier, de plus des compléments alimentaires.

Il est communément admis qu'un aliment fonctionnel est un aliment qui exerce un effet bénéfique spécifique sur une ou plusieurs fonctions du corps auxquelles il s'adresse en particulier. Cet effet va au-delà des effets nutritionnels habituels. C'est un aliment qui devrait faire partie du régime quotidien et qui, par son goût, son apparence ou son odeur, ne se différencie pas d'un aliment ordinaire. Les aliments fonctionnels font partie de la catégorie des aliments santé de même que les aliments diététiques et les compléments alimentaires.

Ils se différencient donc des aliments "diététiques" (figure 1) qui sont destinés à une alimentation particulière et doivent faire l'objet d'une formulation ou d'un procédé de fabrication spécifique pour se différencier de l'aliment courant et répondre à des besoins physiologiques particuliers soit en raison d'une maladie, soit en raison d'une situation physiologique hors de la normale (par ex. convalescence, grossesse, activités sportives intenses).

II.7.1. Définition d'un aliment :

« une substance qui, ingérée par un être vivant, est capable d'assurer son entretien, sa croissance et de couvrir ses dépenses énergétiques »

Regroupent l'ensemble des aliments ayant une action positive sur la santé soit en terme de prévention avec une réduction des risques soit en terme d'équilibrage des micronutriments.

- Les compléments alimentaires
- Les aliments diététiques
- Les aliments fonctionnels
- « alicament »

II.7.2. Définition d'un médicament :

« On entend par médicament toute substance ou composition présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies humaines ou animales, ainsi que toute substance ou composition pouvant être utilisée chez l'homme ou chez l'animal ou pouvant leur être administrée, en vue d'établir un diagnostic médical ou de restaurer, corriger ou modifier leurs fonctions physiologiques en exerçant une action pharmacologique, immunologique ou métabolique. »

Pour être distribuées, ces spécialités pharmaceutiques doivent faire l'objet d'une autorisation de mise sur le marché (AMM) mais peuvent, à titre exceptionnel, bénéficier d'une autorisation temporaire d'utilisation (ATU).

II.7.3. Définition des compléments alimentaires :

« Produits destinés à être ingérés en complément de l'alimentation courante, afin de pallier l'insuffisance réelle ou supposée des apports journaliers. Ce sont des gélules, pilules, substrats comestibles contenant des vitamines, des minéraux et d'autres types d'ingrédients et des aliments naturellement porteurs d'effet santé, qui sont des aliments qui n'ont subi aucune modification dans leur composition, ni aucune transformation industrielle visant à leur conférer des propriétés santé. Leur composition de base contient des éléments bons pour la santé ».

II.7.4. Définition d'un Aliments traditionnels

Substances qui, ingérées par un être vivant, sont capables d'assurer son besoin nutritionnel en terme d'entretien, de croissance et de couvrir ses dépenses énergétiques.

II.7.5. Définition des aliments diététiques

Denrées destinées à une alimentation particulière :

- Qui se distinguent nettement des denrées alimentaires de consommation courante, du fait de leur composition particulière ou des processus particuliers de leur fabrication (modifications).
- Qui conviennent à un objectif nutritionnel indiqué qui est bien précisé sur le produit.

II.8. Commercialisation des aliments fonctionnels et des nutraceutiques :

Comparativement aux aliments traditionnels, les aliments fonctionnels et les produits nutraceutiques sont vendus à un prix plus élevé et offrent une marge de profit plus grande, ce qui encourage fortement les entreprises à pénétrer le marché.

En ce qui concerne les aliments fonctionnels et les nutraceutiques, la recherche scientifique et le développement technologique sont souvent les éléments moteurs du développement, et la mise en marché prend une importance nouvelle.

II.9. Les différentes catégories d'aliments fonctionnels

Un produit alimentaire peut être rendu fonctionnel selon cinq approches :

- En **éliminant un composant** connu ou identifié pour ses effets nocifs sur le consommateur (protéine allergénique, par exemple).
- En **augmentant la concentration** d'un composant naturel dans un aliment afin d'atteindre une concentration susceptible d'induire les effets escomptés :
 - Stimulation par un micro-nutriment en vue d'atteindre un apport journalier qui soit supérieur à celui recommandé (mais compatible avec les directives diététiques en matière de prévention contre les maladies)
 - En augmentant la concentration d'un composant non nutritif dont les effets bénéfiques sont étayés par des données.
 - En **ajoutant** un composant normalement absent de la majorité des aliments, mais dont les effets bénéfiques sont prouvés (antioxydant non vitaminique ou fructosane prébiotique, par exemple).
 - En **remplaçant** un composant (généralement un macro-nutriment) dont la consommation est souvent excessive et provoque donc des effets nocifs (graisses, par exemple), par un autre composant aux effets bénéfiques reconnus (inuline de la chicorée, par exemple).
 - En **améliorant** la biodisponibilité des composants alimentaires (ou en les modifiant) aux effets bénéfiques reconnus.

D'autre part, un aliment fonctionnel n'a pas besoin d'être fonctionnel pour l'ensemble de la population. En effet, chaque individu possède des besoins et des apports différents.

Démontrer des effets bénéfiques exige une approche scientifique sérieuse et rigoureuse laquelle doit se référer à une science des aliments fonctionnels.

II.10. Avantages et inconvénients des aliments :

1. Avantages santé

L'impact de l'alimentation sur la santé est maintenant largement reconnu. C'est aussi une préoccupation pour le consommateur. C'est d'ailleurs pour répondre à cette attente que les aliments fonctionnels et les nutraceutiques se sont tellement développés. Au sein d'un modèle alimentaire bien équilibré **les aliments fonctionnels et nutraceutiques peuvent apporter un « plus » en améliorant certains processus physiologiques** (*ex : protection cardiovasculaire avec les oméga-3 à longue chaîne*).

2. Aspect

Un nutraceutique revêt la forme galénique d'un médicament, mais tout en ayant une origine naturelle (*ex : acides gras, phytonutriments tels que les polyphénols*), alors qu'**un aliment fonctionnel** n'est « visiblement » pas différent de tout autre aliment ; il **a la forme et l'aspect d'un aliment courant**. Pour certaines personnes qui n'aiment pas avaler des pilules, l'aliment fonctionnel sera préféré. Pour d'autres les nutraceutiques seront considérés comme « plus pratiques »...

3. Goût, aversions et évictions

La forme « nutraceutique » peut avoir un avantage sur ce point :

Un individu ayant une aversion pour un aliment courant aux propriétés fonctionnelles (ou qui l'évite pour d'autres raisons), pourra prendre un extrait concentré de cet aliment sous forme de gélules ou de capsules.

Ainsi il ne fait pas l'impasse sur ce(s) nutriment(s). Il y aurait peut-être des alternatives avec d'autres aliments... mais pas tout le temps (*ex : capsules d'huile d'algue riche en DHA pour un végétalien – le régime végétalien ne contient pas de DHA*). D'autre part certains nutriments sont spécifiques à un aliment en particulier (*ex : acide gras oméga-5 dans la grenade*).

4. Régularité des prises

La forme « nutraceutique » permet des prises plus régulières que les aliments fonctionnels. Par exemple si l'on mange du poisson gras, on en aura peut-être 2 fois par semaine. Avec des capsules d'EPA et DHA la prise peut être journalière. Les oméga-3 ont certes un effet qui peut s'opérer dans le temps car ils s'incorporent dans les membranes cellulaires... Cependant pour d'autres substances, ayant une demi-vie courte, la prise journalière (ou même plusieurs fois par jour) peut s'avérer d'un point de vue thérapeutique, supérieure.

5. Concentration

Un nutraceutique ou un aliment fonctionnel permet d'obtenir davantage d'un micronutriment ou phytonutriment par rapport à un aliment courant. Ceci permet d'augmenter la densité micro-nutritionnelle.

6. Biodisponibilité

Cet élément peut s'avérer fondamentalement différent dans certaines circonstances. Prenons un exemple : le curcuma comme épice alimentaire, qui peut bien évidemment être considéré comme un aliment fonctionnel aux qualités intrinsèques remarquables, ne permet d'obtenir qu'une faible concentration en curcumine (1%) et une absorption vraiment infime de cette dernière. A l'opposé, les formes nutraceutiques de curcumine de dernière génération permettent une absorption considérablement augmentée, correspondant à des dizaines de cuillères à soupe (= à table) de curcuma en poudre (en bioéquivalence).

7. Doses nutritionnelles/doses pharmacologiques

Alors que des aliments conventionnels apportent des quantités « nutritionnelles » de nutriments, c'est-à-dire des quantités « normales », certains nutraceutiques permettent d'en apporter de très grandes quantités (*ex : des gélules d'extrait d'olivier correspondraient, en quantité de polyphénols, à plusieurs litres d'huile d'olive conventionnelle*). Les nutraceutiques permettent donc, dans certains cas, d'obtenir des doses pharmacologiques de phytonutriments et les effets qui en découlent.

8. Coût

Les aliments fonctionnels et les nutraceutiques ont un coût certain mais il faut bien s'en remettre à une évidence : **la santé a un coût**. C'est un investissement qui sera récupéré sur des dépenses de santé ultérieures, évitées ou limitées.

III) Les allégations :

On entend par allégation « *toute mention qui affirme, suggère ou implique qu'une denrée possède des caractéristiques particulières liées à son origine, ses propriétés nutritives, sa nature, sa production, sa transformation, sa composition ou toute autre qualité* » (CAL/GL.1-1979 Rév. 1-1991 Codex Alimentarius).

Une allégation est une traduction commerciale d'un savoir nutritionnel. On distingue quatre grandes classes d'allégations :

III.1. Allégations nutritionnelles :

L'allégation nutritionnelle est un message indiqué sur l'emballage d'un produit qui informe sur la composition bénéfique d'un produit. Exemples de message : « light », « riche en calcium », « source naturelle de vitamine C », « pauvre en sel », « riche en minéraux », etc.

Contrairement aux alicaments, les allégations sont, depuis le 1er juillet 2007, régies par un règlement européen (1924/2006) dans le but de protéger le consommateur des allégations trompeuses, non fondées scientifiquement ou exagérées. « La Commission européenne a imposé de valider scientifiquement les allégations santé affichées sur les produits. Deux registres ont été constitués. Le premier est composé d'allégations génériques qui pourront être utilisées par tous les opérateurs. Le second sera alimenté par des allégations spécifiques protégées pour les industriels qui apporteront de nouvelles preuves scientifiques. L'EFSA, chargée d'examiner les dossiers d'allégations, en a pour l'instant instruit 1 750 sur 4 200 retenus. Résultat : 85 % d'avis négatifs ! Une sacrée douche froide pour l'industrie ». Dès lors, les industries, si elles ne se contentent pas des allégations génériques identiques pour tout le monde (et donc peu rentables !), sont amenées à développer des allégations nouvelles en mettant en place un modèle d'innovation spécifique...

III.2. Allégations nutritionnelles fonctionnelles :

Selon la définition du codex alimentarius, ces allégations sont : « *Toute description de l'effet d'un aliment, d'un nutriment ou d'une substance nutritive sur les fonctions normales de l'organisme. (Ex : le calcium aide au développement d'une ossature et d'une dentition solide).*

Elles décrivent la fonction d'un élément nutritif dans l'organisme. Aucune autorisation préalable n'est nécessaire, mais l'allégation doit pouvoir être justifiée scientifiquement. S'il s'agit d'un nouvel ingrédient, le fournisseur doit faire une demande d'autorisation avec un exemple d'allégation qui figurera sur l'étiquetage. Le dépôt de dossier s'effectue auprès de la DGCCRF qui saisira l'AFSSA.

La CEDAP dresse une liste d'allégations pouvant être utilisées dans la mesure où elles sont scientifiquement prouvées et font l'objet d'un consensus. Elle spécifie également les verbes d'actions pouvant être utilisés au sein d'une allégation. L'importance d'une alimentation équilibrée et variée doit être rappelée sur l'emballage du produit.

III.3. Allégations santé :

L'allégation de santé est un message indiqué sur l'emballage d'un produit qui suggère une relation entre un aliment ou une composante d'un aliment et la santé du consommateur. Contrairement à l'aliment, il n'y a pas de lien direct avec une maladie, ce qui explique la diversité de ces messages. Toutefois, les substances sur lesquelles porte l'allégation doivent non seulement avoir des effets nutritionnels ou physiologiques bénéfiques reconnus scientifiquement mais aussi être présentes dans le produit sous une forme et en quantité susceptibles de produire un effet. Exemples de messages : « aide au maintien du capital

osseux », « bon pour la mémoire », « favorise le transit intestinal », « renforce les défenses naturelles ».

Ces allégations, si elles ne font pas partie de la liste CEDAP, nécessitent une autorisation de la part de l'AFSSA.

III.4. Allégations thérapeutiques :

Elle est définie comme une allégation présentant une denrée alimentaire comme possédant des propriétés de prévention, de traitement, de guérison des maladies humaines.

L'utilisation d'allégations thérapeutiques n'est *pas autorisée* à ce jour en Europe, pour les aliments (**directive 79/112/CEE**). (Certaines allégations thérapeutiques sont autorisées aux USA, au Japon et au Canada).

En France, les allégations faisant état d'un lien entre l'aliment ou un composant et la santé sont autorisées sous condition de justification mais aussi de mention des doses journalières utiles ou nécessaires mais les allégations thérapeutiques, elles, restent interdites. Ainsi, une margarine peut mettre en avant qu'elle peut réduire la teneur en cholestérol mais ne peut pas se vanter de combattre l'infarctus du myocarde.

IV. Les propriétés des aliments fonctionnels et des nutraceutiques :

Au-delà des lois et de la réglementation s'exerçant sur la mise en œuvre des aliments fonctionnels lancés sur le marché des aliments santé, les industriels doivent, également prendre

en considération les faits scientifiques qui évoluent en permanence.

Ils ne peuvent pas avancer des faits sans preuves concrètes, réelles à un instant précis, au risque de se voir obliger de retirer les produits allégués de la vente.

C'est pourquoi, les faits scientifiques permettent de mettre en forme les différentes allégations qui existent.

Dans cette partie, nous nous attarderons sur les ingrédients fonctionnels qui sont la base de l'alimentation fonctionnelle et sur les effets positifs ou négatifs qu'ils peuvent exercer sur l'organisme humain.

Les aliments fonctionnels sont issus d'« ingrédients fonctionnels » qui ont été ajoutés dans des aliments classiques, de base afin de leur apporter des vertus particulières. En effet, les qualités fonctionnelles sur la santé, de certains ingrédients sont transmises aux aliments, ce qui les rend alors fonctionnels.

Pour mieux comprendre les effets escomptés sur la « santé » lors de l'absorption de ces aliments, il est important de revenir sur les effets directs ou indirects des ingrédients sur l'organisme.

A l'heure actuelle, les principaux ingrédients ajoutés sont les acides gras essentiels oméga 3, les phytostérols, les prébiotiques et les probiotiques et enfin les vitamines et les minéraux. C'est pourquoi, nous allons nous intéresser à leurs propriétés afin de mettre en évidence les raisons pour lesquelles ils connaissent un tel succès.

I. Enrichissement Lipidique

Afin de comprendre plus facilement les notions d'acides gras essentiels oméga 3 et 6 et de phytostérols, il est important de faire un point sur ce que représentent les lipides, auxquels ils appartiennent.

Les lipides font parties des éléments essentiels pour maintenir le corps humain en « bonne santé ». Cependant, ils sont nombreux et possèdent chacun des avantages et des inconvénients de part leur présence dans l'organisme.

I.1. Généralités sur les lipides

Plus connus sous le nom de matières grasses, ils sont indispensables dans un régime alimentaire équilibré.

I.1.1 Définition des lipides

Au niveau physicochimique, ce sont des composés biochimiques insolubles dans l'eau. Ils sont hydrophobes et solubles dans les solvants organiques.

Selon cette définition, les acides gras, les esters d'acides gras, certains alcools (cholestérols, stérols,...) et les isoprénoïdes sont considérés comme des lipides.

Au niveau biochimique, les lipides sont des esters d'acides gras et d'alcools.

I.1.2. Rôles des lipides dans l'organisme

Les lipides possèdent de nombreuses fonctions participant au maintien du bon fonctionnement de l'organisme, notamment un rôle énergétique et structural (**Tableau n°1**).

Tableau n°1 : Rôles des lipides au sein de l'organisme.

Rôle	Description
<i>Rôle énergétique</i>	Lors de l'oxydation des lipides, il y a libération de molécules de dioxyde de carbone (CO ₂), d'eau (H ₂ O) et d'énergie. $\text{Lipides} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Énergie}$ En effet, les lipides représentent une réserve importante d'énergie. (1gde lipide = 9 Kcal)

Rôle isolant	Il s'agit d'un rôle multiple car c'est un isolant électrique (au niveau des membranes cellulaires), thermique, mécanique et hydrique.
Rôle structural	Ce sont les constituants essentiels des membranes cellulaires.
Rôle de précurseurs d'autres molécules	Ce sont des précurseurs d'hormones stéroïdes*, de certaines vitamines et d'acides biliaires*.
Rôle de solvant	Les lipides sont des solvants des vitamines liposolubles (A, D, E et K).

Malgré les nombreuses fonctions que peuvent remplir les lipides, il faut rester vigilant, car en trop grande quantité, ils peuvent s'avérer être dangereux pour la santé. C'est le cas du cholestérol.

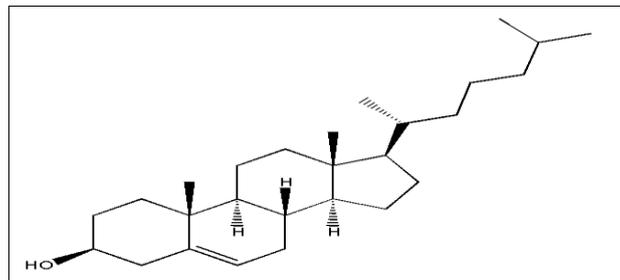
I.2. Le cholestérol

Il est à l'origine de certaines maladies dont le risque peut être diminué, par l'action d'ingrédients fonctionnels comme les oméga 3 et les phytostérols.

C'est pourquoi, il est intéressant de comprendre son mécanisme de fonctionnement par rapport à celui des oméga 3 et des phytostérols pour mieux appréhender les effets de ces derniers sur les conséquences néfastes d'un excès de cholestérol sur l'organisme (**Figure°2**).

I.2.1. Définition :

Le cholestérol appartient à la famille des stérols. Celui-ci provient de la polymérisation cyclique de l'isoprène.



Figure°2 : Structure moléculaire du cholestérol

C'est un alcool uniquement d'origine animale, présent dans toutes les membranes cellulaires et abondant dans le système nerveux, le rein et le foie.

Il a deux origines :

- le cholestérol exogène qui provient de l'alimentation ;
- le cholestérol endogène qui est fabriqué par le foie.

I.2.2. Rôles :

Une partie importante du cholestérol est, en effet, utilisée pour la constitution de la couche lipidique des membranes plasmiques.

Il a également un rôle :

*Dans la fluidité des membranes ;

*En tant que précurseur des hormones stéroïdes ;

*Dans l'organisme, pour la fabrication de substances comme la vitamine D ;

*Dans la constitution de l'acide biliaire.

I.2.3. Mécanismes d'action :

Le cholestérol peut se lier à deux protéines différentes pour être véhiculé dans l'organisme. Ceci donne un rôle différent au cholestérol.

- Si la protéine est de faible densité (LDL : Low Density Lipoprotein), c'est le mauvais cholestérol. Celui-ci se dépose sur les parois des artères.

-Si la protéine est de haute densité (HDL : High Density Lipoprotein), c'est le bon cholestérol. Celui-ci retourne vers le foie pour être métabolisé et éliminé.

Les HDL récupèrent le cholestérol dans les organes où il est en excès pour l'amener au foie où il est éliminé. Elles permettent de retirer les dépôts lipidiques de mauvaise qualité des artères et de réduire le risque l'apparition d'une plaque athérome. Il s'agit du "bon cholestérol".

Quand au LDL, elles déposent le cholestérol sur les parois des artères. Il se forme alors, des plaques lipidiques, dites « athéromes ». C'est le "mauvais cholestérol".

I.2.4. Problèmes liés à la présence de cholestérol :

Les études épidémiologiques ont permis de démontrer qu'un excès de LDL et une carence de HDL étaient un facteur de risque de maladies cardio-vasculaires. Il faut savoir que le cholestérol est un des responsables de l'athérosclérose.

L'excès d'acides gras saturés tout comme le stress, les prédispositions génétiques, certaines maladies (maladies rénales, hypothyroïdie) et la prise de certains médicaments favorisent l'augmentation du taux de cholestérol dans le sang.

Il existe différents facteurs comme le tabagisme, la consommation d'alcool, l'hypertension, le diabète, le surpoids ou encore la sédentarité qui augmentent le risque de maladies cardiovasculaires, lorsqu'ils sont associés à l'excès de cholestérol.

I.3. Acides gras essentiels « oméga 3 » et « oméga 6 »

Les acides gras peuvent être synthétisés par l'organisme. Cependant deux d'entre eux ne possèdent pas cette caractéristique. Ils sont appelés acides gras essentiels. Il s'agit des « Oméga 3 » et « Oméga 6 ».

Ces acides gras polyinsaturés participent à d'importants processus comme la constitution et l'intégrité des membranes cellulaires, le fonctionnement du système cardiovasculaire, du cerveau et du système hormonal ainsi que la régulation des processus inflammatoires.

Leur absorption déclenche, à l'aide de plusieurs enzymes, une succession de réactions chimiques qui permettent au corps de fabriquer des substances capitales pour son bon fonctionnement.

I.3.1. Définition et Caractéristiques

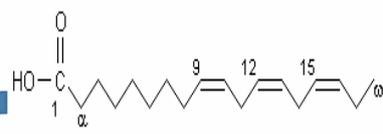
Les acides gras essentiels oméga 3 et oméga 6, tout comme les autres acides gras, sont constitués d'une chaîne carbonée de longueur variable et d'une fonction terminale carboxyle (COOH).

-Les oméga 3

Ils représentent une famille d'acides gras où la première double liaison se situe sur le troisième carbone en partant de l'extrémité opposée à la fonction carboxyle (COOH) de la molécule.

L'acide alpha linoléique (ALA) est le précurseur de la famille des oméga 3. Il n'est pas synthétisé par l'organisme mais peut être transformé, par élongation et désaturation enzymatique par la delta 6 désaturase, en EPA (Acide Eicosa Pentaénoïque) puis en DHA (Acides Docosa Hexaénoïque) (**Tableau n°2**).

Tableau n°2 : Processus de formation des dérivés d'oméga 3.

Oméga 3	<i>Formule chimique</i>	<i>Description</i>
Acide α -linoléique (ALA) 	C₁₈ : 3, n-3	Il est composé de 18 atomes de carbone et de 3 doubles liaisons d'où son caractère insaturé. n-3 correspond à la position de la première double liaison, elle se situe sur le 3 ^{ème} carbone à compter du carbone le plus éloigné de la fonction carboxyle.
Acide eicosapentaénoïque (EPA) 	Acides Gras Polyinsaturés à Longues Chaînes : AGPI-LC C₂₀ : 5, n-3	Molécule à 20 carbones et 5 doubles liaisons.

Acide docosahexaénoïque (DHA)	Acides Gras Polyinsaturés à Longues Chaînes : AGPI-LC C22 : 6, n-3	Molécule à 22 carbones et 6 doubles liaisons.
--	---	---

Cette transformation des acides gras indispensables, par les enzymes, aboutit à la production d'éléments comme les prostaglandines, leucotriènes, cytokines, qui jouent un rôle essentiel dans l'inflammation, l'agrégation plaquettaire, la vasomotricité, l'équilibre cardiovasculaire.

L'ALA a une disponibilité assez faible dans l'organisme. Une grande partie est utilisée dans des réactions chimiques autres que celles qui permettent de fabriquer les EPA et DHA. Il est donc essentiel d'en consommer beaucoup pour apporter à l'organisme les quantités dont il a besoin.

Leurs fonctions sont multiples et particulièrement importantes en terme de prévention. Mais leur apport est insuffisant dans la population occidentale.

-Les oméga 6

Ils représentent une famille d'acides gras où la première double liaison se situe sur le sixième carbone en partant de l'extrémité opposée de la fonction carboxyle (COOH) de la molécule.

L'acide linoléique (AL) est le précurseur de la famille des oméga 6. Il n'est pas synthétisé par l'organisme mais peut être transformé, par élongation et désaturation enzymatique par la delta 6 désaturase, comme pour les oméga 3, en AGL (Acide Gamma Linoléique), DGLA (Acide Di homo Gamma Linoléique) et AA (Acide Arachidonique) (**Tableau n°3**).

Tableau n°3 : Processus de formation des dérivés d'oméga 6.

Oméga 6	Formule chimique	Oméga 6 description
Acide linoléique (AL) c-c-c-c-c-c=c-c-c=c-c-c-c-c-c-c-c-c-cooh	C18 : 2, n-6	Il est composé de 18 atomes de carbone et de 2 doubles liaisons d'où son caractère insaturé. n-6 correspond à la position de la première double liaison, elle se situe sur le 6ème carbone à compter du carbone le plus éloigné de la fonction carboxyle.
Acide gamma-linolénique (AGL)	C18 : 3, n-6	Il est composé de 18 atomes de carbone et de 3

		doubles liaisons d'où son caractère insaturé.
Acide Dihomo-gamma-linolénique (DGLA)	C₂₀ : 3, n-6	Il est composé de 20 atomes de carbone et de 3 doubles liaisons d'où son caractère insaturé.
Acide arachidonique (AA) (48)	C₂₀ : 4, n-6	Il est composé de 20 atomes de carbone et de 4 doubles liaisons d'où son caractère insaturé.

En effet, les oméga 3 et oméga 6 utilisent les mêmes enzymes pour synthétiser leurs dérivés respectifs. L'ALA et l'AL sont donc en concurrence pour l'utilisation de l'enzyme delta 6 désaturase.

L'AL ne peut pas être produit par l'organisme. Il est, contrairement à l'ALA, abondamment présent dans l'alimentation moderne.

I.3.2. Sources naturelles

Il est possible de distinguer les aliments apportant l'ALA (qui permet de fabriquer l'EPA et le DHA, à l'aide d'une enzyme) et les aliments qui vont directement nous fournir les "produits finis" (EPA et DHA).

-Les oméga 3 :

Beaucoup d'aliments contiennent des oméga 3. Il existe 2 origines possibles :

Origine végétale : L'huile et les graines de lin, l'huile de noix, les graines et huile de chanvre, le soja et l'huile de soja, l'huile de colza, de germe de blé, la mâche, les épinards, etc...

Origine animale : Les poissons et les huiles de poissons gras comme le thon, la sardine, le saumon, le maquereau, le hareng, le pilchard, la graisse animale, le beurre, etc...

Il est important de noter que seuls les poissons gras sauvages sont riches en DHA et en EPA.

-Les oméga 6 :

En ce qui concerne les oméga 6, les deux origines sont :

Origine végétale : Les huiles de pépins de raisin, de tournesol, de noix, de maïs, d'onagre, de germe de blé, de soja, de sésame, de colza, d'arachide, et d'olive. Les margarines au tournesol, les graines de tournesol, de courge, etc...

Origine animale : Les œufs entiers, le beurre, l'huile de foie de morue, la graisse animale, etc...

I.3.3. Rôles

Les acides gras polyinsaturés essentiels, et, en particulier, les oméga 3 ont six fonctions principales :

*Ce sont des constituants des membranes biologiques, qui influent sur leur fluidité et l'activité des protéines que ces dernières contiennent comme par exemple, l'activité des enzymes.

*L'EPA, appartenant aux oméga 3, est un précurseur de molécules possédant un rôle de médiateurs spécifiques de plusieurs fonctions cellulaires comme les prostaglandines par exemple.

*Ils jouent, également, le rôle de régulateurs de nombreux gènes, notamment au niveau du métabolisme des lipides.

*Le DHA, appartenant aux oméga 3, inhibent certaines inflammations, au travers de certains dérivés.

*L'ALA régule le transfert entre les membranes des ions sodium et calcium, en activant des canaux dans les cardio-myocytes.

*Les oméga 3 (comme tous les acides gras) sont des sources énergétiques.

Il n'est pas possible d'attribuer un effet particulier à chaque acide gras essentiel et ce pour plusieurs raisons :

*L'ALA est précurseur des autres acides gras essentiels et devrait donc posséder les mêmes effets que l'ensemble de ses dérivés.

La diminution des oméga 6 peut être la cause des effets provoqués par les oméga 3, de part leur concurrence enzymatique, que nous expliquerons dans l'une des parties suivantes.

*Il n'est pas évident de distinguer les effets provoqués par l'EPA ou le DHA car les études sont peu précises et emploient des aliments contenant plusieurs oméga 3.

I.3.4. Mécanismes d'action

Les acides gras poly-insaturés dont font partie les acides gras essentiels, interviennent au niveau de différents domaines de l'organisme comme par exemple les phospholipides plasmiques, les LDL, les triglycérides du tissu adipeux, les lipides du lait maternel, les phospholipides, les membranes de cellules nerveuses, les cellules du myocarde, les phospholipides des disques de photorécepteurs des segments externes des bâtonnets rétiens, etc...

Les modes d'action des acides gras essentiels (oméga 3 et oméga 6) s'appuient sur deux rôles différents :

- Rôle fonctionnel (lié à la production des médiateurs chimiques).
- Rôle structurel (lié à leur incorporation membranaire).

I.3.5. Rôle fonctionnel

Ils sont libérés des phospholipides des membranes cellulaires qui les contiennent par l'action d'une enzyme, la phospholipase. Ils subissent ensuite celle d'autres enzymes comme les lipoxygénases ou les cyclo-oxygénases qui vont entraîner la production de médiateurs chimiques, les prostaglandines et les leucotriènes.

Il existe 3 familles de prostaglandines :

*Les prostaglandines 1 et prostaglandines 2 sont issues des acides gras de la famille Oméga 6

*Les prostaglandines 3 de la famille des Oméga 3.

Les prostaglandines 2 stimulent le système immunitaire et entraînent des réactions inflammatoires. Les prostaglandines 1 les contrôlent et régulent alors que les prostaglandines 3 les neutralisent.

L'équilibre cardio-vasculaire dépend énormément de l'action des prostaglandines. En effet, les prostaglandines 2 donc jouent un rôle anti-hémorragique. Les prostaglandines 3 stimulent la vasodilatation et fluidifie le sang.

I.3.6. Rôle structurel

Leur rôle structurel agit sur la fluidité membranaire qui est apportée par leur configuration spatiale. Ceci modifie les échanges membranaires, les activités enzymatiques impliquées dans les canaux ioniques et modifie la libération des neurotransmetteurs au niveau synaptique (sérotonine, catécholamines, adrénaline, dopamine, acétylcholine, mélatonine,...). Les oméga 3 jouent ce rôle au niveau des photorécepteurs rétiniens qui doivent être renouvelés pour pallier à leur destruction causée par le stress oxydatif.

I.3.7. Effets sur l'organisme

Actuellement, Actuellement, les scientifiques ont réalisé de multiples études qui ont amené de nombreux résultats validés ou en cours de validation (**Tableau n°4**).

Au niveau cardiovasculaire, les bénéfices sont prouvés. En effet, ils agissent sur les facteurs de risque pouvant entraîner l'une des maladies cardiovasculaires. Ils ont, également un rôle dans la réduction des décès après la récurrence d'un infarctus et dans la diminutions des risque de thrombose.

Tableau n°4 : Effets admis scientifiquement des oméga 3 et 6 sur l'organisme

Acides Gras Essentiels	Effets admis sur l'organisme des oméga 3 et 6
<i>Acide eicosapentanoïque (EPA)</i>	Il joue un rôle important au niveau des membranes cellulaires et intervient dans de nombreux processus biochimiques de l'organisme : la régulation de la tension artérielle, l'élasticité des vaisseaux, les réactions immunitaires et anti-inflammatoires, l'agrégation des plaquettes sanguines.
<i>Acide</i>	L'EPA se transforme en DHA, qui, entre autres choses, contribue à la

<i>docosahexanoïque (DHA).</i>	protection des artères et du cœur et a des effets anti-inflammatoires et anti-allergiques. Il s'agit d'un autre dérivé des Oméga 3. Il joue un rôle capital dans le développement du cerveau et de la rétine ainsi que dans la formation et la mobilité des spermatozoïdes. Le tissu nerveux et en particulier le cerveau sont les plus riches en DHA. D'ailleurs, leur rôle a été prouvé dans l'amélioration du développement du tissu nerveux du fœtus et du nouveau-né. L'effet est d'autant plus important dans le cas des prématurés, c'est pourquoi, il est important d'avoir un apport suffisant en DHA pendant la grossesse. En effet, les scientifiques ont observé chez le nouveau-né d'une mère dont les apports en oméga sont faibles, des difficultés à l'apprentissage et des troubles visuels et auditifs.
<i>Acide linoléïque (AL)</i>	Il agit sur les fonctions reproductrices, le système immunitaire, la coagulation sanguine, le maintien de l'intégrité de l'épiderme et la diminution du taux de cholestérol sanguin.
<i>L'acide dihomogamma-linolénique (DGLA).</i>	Il contribue à la protection des artères et du cœur, stimule l'immunité et a des effets anti-inflammatoires.
<i>L'acide arachidonique (AA).</i>	Il assure la cicatrisation et la guérison des blessures et contribue aux mécanismes des réactions allergiques. Cependant, un excès peut entraîner des maladies comme l'arthrite, l'eczéma, le psoriasis et plusieurs maladies auto-immunes.

I.3.8. Equilibre oméga 6 / oméga 3

Le métabolisme des oméga 3 et des oméga 6, comme nous l'avons précisé précédemment, fait appel aux mêmes enzymes (élongases, désaturases, cyclo-oxygénases) et, mais aussi, dans une moindre mesure, à plusieurs vitamines (B3, B6, C et E) et minéraux (magnésium et zinc) communs.

Il est estimé en général par le corps médical, que le rapport oméga 6 / oméga 3 dans l'alimentation occidentale est de 10/1 à 30/1, tandis qu'elle devrait être idéalement de 1/1 à 5/1.

L'excès d'oméga 6 empêche l'organisme d'utiliser les sources d'oméga 3 correctement.

En effet, les enzymes sont monopolisées par les oméga 6 et n'agissent pas sur la totalité de l'ALA pour former EPA et DHA.

Ce déséquilibre entraîne, entre autre, un état physiologique favorable au développement des maladies cardio-vasculaires et aux troubles allergiques et inflammatoires.

L'alcool ingéré de manière excessive, le tabagisme ou le stress peuvent entraîner une difficulté à transformer l'ALA en EPA.

Selon plusieurs experts, un retour à une alimentation fournissant une ration correcte d'oméga 6 et d'oméga 3 aurait un impact bénéfique sur les maladies cardio-vasculaires des populations occidentales et réduirait ainsi les maladies inflammatoires (**Tableau n°5**).

I.3.9. Carences

Il se peut que dans certaines situations, un déficit en enzyme $\Delta 6$ désaturase (responsable de la production d'AGL et EPA) se produise.

Ceci entraîne, alors, une carence en EPA, DHA pour les oméga 3 et AGL, AA pour les oméga6.

Dans ce cas, il est observé de nombreuses situations physiopathologiques telles que :

- *L'immaturation physiologique du fœtus et du prématuré ;
- *Le diabète chez les personnes âgées (la $\Delta 6$ désaturase étant sensible à l'insuline) ;
- *Les cancers et atteintes hépatiques ;
- *La malnutrition.

Dans ces conditions, un apport direct de ces acides gras essentiels peut-être indispensable.

I.3.10. Recommandations

Les besoins correspondent aux quantités nécessaires et indispensables, pour éviter la survenue de carences. Les apports conseillés sont des recommandations qui sont des repères pour une population en bonne santé, qui tiennent compte des habitudes et des motivations de cette population.

En ce qui concerne les quantités d'acides gras essentiels, en raison du faible rendement de la modification en EPA et DHA, une augmentation des apports en oméga 3 est recommandée par rapport aux conditions habituelles de consommation.

Pour l'EPA et le DHA, c'est-à-dire les AGPI-LC, les apports devraient être d'environ 2 g/jour.

Les apports nutritionnels conseillés (ANC) en acides gras sont résumés dans le tableau en annexe.

Tableau n°5 : Apports nutritionnels conseillés (ANC) en acides gras essentiels

Les Acides Gras Polyinsaturés (AGPI)		
5% des apports énergétiques totaux		
Acide linoléique (oméga 6)	Acide α linoléique (oméga 3)	Acides Gras à longues Chaînes dont les dérivés DHA

4%	0,8%	0,2%
15% des lipides		
Rapport oméga 6 / oméga 3 = 5 / 1		

I.3.11. Conclusion

Il est possible de constater que de nombreux produits alimentaires sont actuellement enrichis avec ces acides gras. Cela se réalise soit par addition d'acide gras directement dans le produit, par ajout d'huile naturellement riche en oméga 3 comme, par exemple le colza ou le poisson, soit par addition d'acide gras à l'alimentation animale. Cette technique d'enrichissement entraîne la production d'aliments carnés plus riches en oméga 3.

La filière « lin » repose sur ce principe. Elle propose d'enrichir « naturellement » les animaux d'élevages en Oméga 3, ce qui augmente leur valeur nutritionnelle.

Il est important de préciser que les produits enrichis en oméga 3 ont de multiples avantages, car mis à part les nombreux effets qu'ils procurent au bénéfice d'une bonne « santé » et d'un éventuel « bien-être » retrouvé, ils permettent également de rétablir l'équilibre oméga 6 / oméga 3, de part leur composition adaptée à cet effet.

Pour illustrer ceci, voici un exemple qui rappelle à la fois les ingrédients fonctionnels présents et leur intérêt pour la santé et le bien-être.

Ces produits sont de plus en plus prisés par les consommateurs grâce à plusieurs facteurs tels que le marketing dont ils font l'objet notamment à travers la publicité mais également tels que les recommandations importantes du corps médical pour augmenter la consommation en oméga 3 de personnes qui en ont un réel besoin.

I.4. Phytostérols

I.4.1. Définition et Caractéristiques

Les phytostérols et les stanols appartiennent à la famille chimique des stérols. Ils sont présents dans de nombreuses plantes et notamment dans les huiles qu'elles contiennent.

Les phytostérols sont des composés naturellement présents dans les lipides des végétaux. De plus, ils sont naturellement peu, voire pas solubles dans l'eau et présentent un aspect cireux. Ils constituent une partie essentielle des membranes cellulaires.

Il est important de noter que la différence entre les phytostérols et les phytostanols repose sur le mode d'obtention. En effet, les phytostérols désignent l'ensemble des composés de structure proche du cholestérol et dérivant des plantes. Alors que les phytostanols (ou stanols) désigne le ou les composés artificiellement hydrogénés, à partir des phytostérols.

En 1922 qu'est décrit pour la première fois, la formule chimique des phytostérols.

Dans les années 70, après 50 ans de recherche leur action bénéfique sur la baisse du taux de cholestérol est évoquée tout particulièrement (**Figure n°3**).

Le premier d'entre eux découvert dans le germe de blé est le bétasitostérol. Les autres stérols végétaux les plus répandus sont le campesterol et le stigmasterol. Ils ont une structure chimique très proche du cholestérol, qui lui, n'appartient qu'au règne animal.

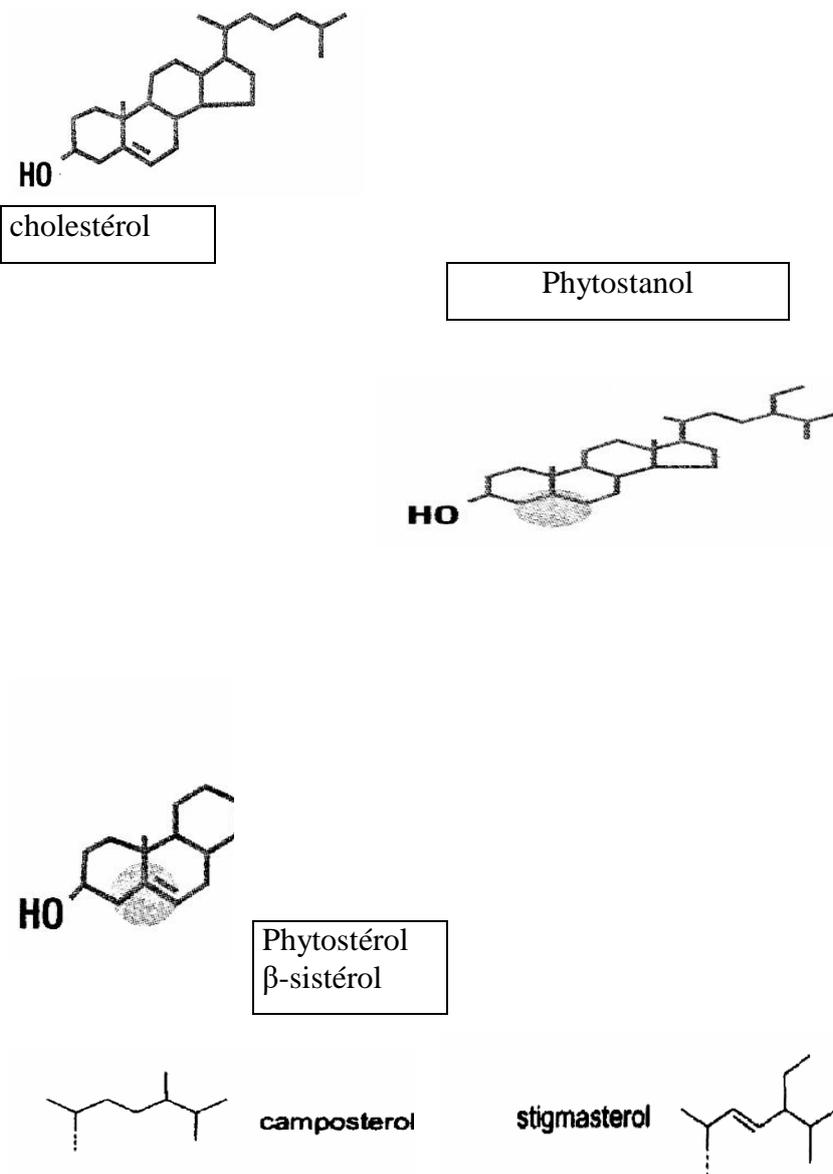


Figure n°3 : Formule du cholestérol et des principaux phytostérols et phytostanols

Cette ressemblance au niveau de la structure chimique des molécules procure des propriétés hypocholestérolémiantes, dont le mécanisme sera développé ultérieurement dans cette partie.

Il existe des produits enrichis en phytostérols qui sont destinés à prévenir l'hypercholestérolémie. Cependant, ceci n'est valable, uniquement à condition qu'ils soient

associés à un régime alimentaire « sain » et « équilibré », c'est à dire contenant peu de cholestérol et d'acides gras saturés.

Ceci est utile pour les personnes ayant un taux de cholestérol trop élevé pouvant mettre en péril leur santé.

I.4.2. Sources

Les stérols sont naturellement présents en petites quantités dans de nombreux fruits, légumes, fruits secs, céréales, légumineuses, huiles végétales et autres sources végétales.

Les stanols, quant à eux sont présents à l'état de traces dans le même type d'aliments et résultent de l'hydrogénation des phytostérols.

Le rendement de production est relativement faible car il est estimé à 40%.

Pour produire les aliments enrichis, les phytostérols sont isolés des huiles végétales (soja, maïs, tournesol, colza) et sont ensuite estérifiés avant d'être ajoutés dans certains aliments (margarine).

I.4.3. Mécanismes d'action

Les stérols et les stanols sont des substances végétales dont la structure chimique est proche de celle du cholestérol. Mais ces molécules sont suffisamment différentes pour agir sur leur absorption intestinale et entraîner une diminution du taux de LDL-Cholestérol.

-Hypertrophie bénigne de la prostate

Le mécanisme d'action du bétasitostérol dans le traitement de l'hypertrophie bénigne de la prostate n'est pas encore tout à fait maîtrisé mais il est envisagé qu'il existe une inhibition de l'enzyme 5 alpha-réductase, qui joue un rôle important dans l'apparition de cette maladie.

-Hypercholestérolémie

Les phytostérols empêchent l'absorption du cholestérol de part leur ressemblance moléculaire. De ce fait, lorsqu'on ingère des aliments à base de phytostérols, ces derniers sont absorbés dans l'organisme à la place du cholestérol. Cependant, ils ne sont pas métabolisés par le corps et sont majoritairement éliminés par les fèces ou les urines. Ainsi, le taux de cholestérol sanguin diminue.

Le foie va donc réagir en augmentant la production de cholestérol hépatique endogène pour compenser la perte.

Cependant, cette compensation n'est que partielle. L'effet de la diminution du cholestérol hépatique exogène entraîne la stimulation de la synthèse des récepteurs LDL (« mauvais cholestérol »).

Ce processus conduit à la diminution effective du taux de LDL-cholestérol circulant.

I.4.4. Effets sur l'organisme

Leurs effets sur l'organisme sont multiples. Certains sont prouvés scientifiquement par des études plus ou moins longues sur un échantillon de la population plus ou moins important et d'autres doivent encore être mises à l'épreuve (**Tableau n°6**).

Tableau n°6 : Effets des phytostérols à l'état de recherche sur l'organisme

Pathologies	Explications
<i>cancers</i>	<p>Plusieurs publications portant sur le β-sitostérol démontrent son efficacité antitumorale.</p> <p>Un chercheur Von Holtz et son équipe ont travaillé sur le β-sitostérol et ont montré qu'il pouvait diminuer de 24% la croissance des cellules de cancer humain de la prostate, et multipliait par 4 le taux d'apoptose*. L'apoptose est le nom scientifique de la mort cellulaire programmée. C'est un mécanisme préventif par lequel les cellules se « suicident ».</p> <p>Cela se produit, par exemple lorsqu'elles sont devenues cancéreuses, pour éviter d'endommager le reste de l'organisme.</p> <p>Il semble que le β-sitostérol soit efficace dans le traitement de l'hyperplasie bénigne de la prostate.</p> <p>D'autres études proposent des effets bénéfiques du β-sitostérol sur des cellules dans le cancer ou l'hyperplasie de la prostate, mais aussi des cellules de cancer du côlon ou du sein (<i>in vitro</i> dans le cas de ces deux maladies).</p> <p>Il existe peu d'études sur la relation entre les phytostérols et les cancers chez l'homme.</p>
<i>Athérosclérose</i>	<p>Les effets des phytostérols et des phytostanols sur la formation de la plaque d'athérome* n'ont pas été étudiés chez l'homme. C'est pourquoi, il n'est pas possible d'admettre que les phytostérols permettent de diminuer le risque de maladies cardiovasculaires et notamment le risque d'infarctus.</p> <p>Il faudrait qu'une étude de longue durée soit faite pour mieux connaître le rôle des phytostérols dans ce domaine. La prévention de la formation de l'athérome par les phytostérols a été mise en évidence mais uniquement chez l'animal.</p>
<i>Prévention contre le cancer du côlon</i>	<p>Des résultats indiquent que ces substances ralentiraient éventuellement la formation de certaines formes de cancer du côlon.</p>
<i>Hypertrophie bénigne de la prostate (HBP)</i>	<p>Le βsitostérol pourrait soulager significativement les symptômes de HBP.</p> <p>Les résultats de certains travaux ont confirmé les effets bénéfiques d'un mélange de différents phytostérols afin de réduire les symptômes de l'hypertrophie bénigne de la prostate.</p>
<i>Stimulation du système immunitaire</i>	<p>Des études préliminaires indiquent que les phytostérols pourraient avoir une action sur le système immunitaire.</p> <p>Les résultats d'un essai mené sur des personnes infectées par le virus du SIDA et ceux d'un essai mené auprès de personnes atteintes de la tuberculose, indiquent que les phytostérols stimuleraient les réactions immunitaires.</p> <p>La plupart des travaux mentionnés précédemment sont soit, des études <i>in vitro</i> sur des modèles de cancers particuliers en culture cellulaire soit, des études sur l'animal.</p> <p>Les résultats obtenus doivent donc être pris avec précaution le temps que d'autres études prouvent de manière significative chez l'Homme, les effets des phytostérols.</p>

I.4.5. Recommandations

Les experts estiment que les personnes vivant dans les pays développés consomment de 150 mg à 300 mg par jour.

L'apport journalier a été estimé, actuellement, en France, à 0,5g par jour. Les effets réduisant l'hypercholestérolémie sont possibles mais uniquement pour des quantités journalières d'environ 2 g/j. C'est pourquoi on trouve aujourd'hui sur le marché de nombreux produits (margarines, yaourts et autres produits laitiers) enrichis en phytostérols (ou phytostanols), pour répondre au besoin de prévention des maladies cardio-vasculaires.

I.4.6. Conclusion

D'une manière générale, les ingrédients lipidiques tels que les acides gras essentiels et les phytostérols ont des effets reconnus sur le maintien en forme de l'organisme. Ils possèdent chacun des rôles différents mais permettent d'agir sur des fonctions similaires comme la réduction du cholestérol sanguin. Celui-ci est à l'origine de certaines maladies cardiovasculaires, c'est pourquoi les aliments fonctionnels enrichis en oméga 3 ou en phytostérol sont utiles pour une partie de la population, touchée par cette maladie.

Plusieurs notions sont importantes à prendre en considération. Pour que les aliments fonctionnels soient efficaces. Ils doivent être pris par des personnes qui en ont réellement besoin mais également dans des conditions alimentaires particulières c'est-à-dire en suivant un régime pauvre en acides gras saturés, et avec un rapport oméga 6 / oméga 3 inférieur à 5.

Cependant, les aliments fonctionnels enrichis en lipides ne sont pas les seuls. Ceux supplémentés en fibres (prébiotiques) et en bactéries (probiotiques) sont très en vogue au niveau des linéaires.

II) Enrichissements en prébiotiques et probiotiques

Les prébiotiques et les probiotiques sont des ingrédients relativement importants sur le marché des aliments fonctionnels. Les prébiotiques représentent une minorité de fibres alimentaires possédant des propriétés particulières et les probiotiques sont représentatifs d'une certaine partie des bactéries qui constitue notre organisme.

C'est pourquoi, nous allons aborder, dans cette partie, les propriétés de ces deux ingrédients ainsi que les effets bénéfiques qu'ils apportent à la santé. Toutefois, il faut préciser que ces deux éléments interagissent ensemble sur l'organisme, en procurant un effet « symbiotique » qui sera explicité en fin de partie.

II.1. Les prébiotiques (certaines fibres alimentaires)

Dans le domaine des ingrédients fonctionnels, les prébiotiques sont de plus en plus présents.

La définition des prébiotiques est particulièrement précise. Après la description des principales fibres prébiotiques telles que l'inuline, il sera intéressant préciser les sources alimentaires dans lesquelles ces fibres sont les plus abondantes ainsi que les effets qu'elles procurent sur la santé.

II.1.1. Propriétés

-Généralités

« *Un prébiotique est un ingrédient alimentaire (principalement des oligosaccharides) qui a la propriété de stimuler sélectivement la croissance de bactéries non pathogènes dans le côlon, et d'influencer favorablement la santé de l'hôte.* » D'après Patrick Mullie diététicien pour « Health and Food ».

Cette définition s'appuie sur la relation qui existe entre l'effet des prébiotiques et l'action sur les bactéries coliques.

Il existe plusieurs constituants qui peuvent être définis comme prébiotiques. La plupart sont des glucides ayant deux origines différentes, végétale ou synthétique, mais peuvent être également d'origine animale ou microbienne. Certaines protéines ou lipides peuvent agir comme des prébiotiques.

Les plus étudiés et les plus utilisés en France et en Europe sont l'inuline, et les FOS ou oligofructose, qui représentent les fructo-oligosaccharides. Leurs effets sur l'organisme dans lequel ils agissent sont les plus documentés.

D'autres oligo-saccharides possèdent aussi des propriétés prébiotiques, comme les galacto-oligosaccharides (GOS), les trans-galacto-oligosaccharides (TOS), les xylooligosaccharides (XOS), les maltodextrine, le lactulose.

Cependant toutes ces molécules ne correspondent pas à tous les critères permettant d'accéder à la dénomination de prébiotique.

-Inuline et FOS

L'inuline et l'oligofructose (FOS) sont des glucides aux propriétés particulières (**Figure n°4**).

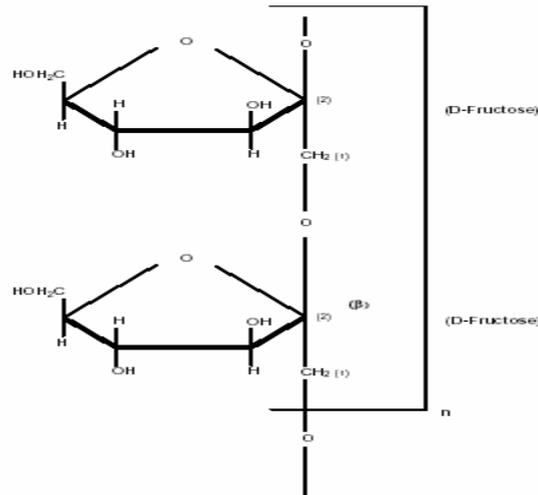


Figure n°4 : Molécule d'inuline

Ils appartiennent à la famille des fructo-oligosaccharides. Ce sont des fibres fermentescibles qui sont très présentes au niveau des plantes où ils assurent la fonction de réserve énergétique. Ils sont formés de chaînes de fructose associées à une molécule de glucose.

L'inuline est extraite de la racine de la chicorée. Cette racine contient 15 à 20% d'inuline et entre 5 et 10% d'oligo-fructose.

-Par rapport aux fibres alimentaires

Les prébiotiques sont spécifiques, différents, mais complémentaires des fibres alimentaires.

Il est important de préciser que tous les prébiotiques sont des fibres alimentaires mais que toutes les fibres alimentaires ne sont pas des prébiotiques.

Les fibres alimentaires sont des glucides indispensables au bon fonctionnement de l'organisme. Ces effets bénéfiques sont surtout ressentis au niveau digestif.

Il existe deux types de fibres : Fibres solubles et Fibres insolubles dans l'eau. Ces dernières regroupent des composés comme l'inuline.

La définition de fibres alimentaires et de prébiotiques se complètent mais pas de manière totale. Ils ont en commun leur non digestibilité dans l'intestin grêle, ainsi que leur effets sur la flore colique.

La différence la plus importante entre les deux est donc l'utilisation des prébiotiques par la flore colique, qui améliore la croissance et l'activité de seulement quelques types de bactéries. Les produits de la fermentation des prébiotiques par les bactéries sont considérés comme favorables, alors que ceux de la fermentation des autres fibres alimentaires sont non spécifiques et impliquent la totalité des bactéries.

II.1.2. Sources naturelles

Les prébiotiques sont présents dans certains aliments, et en particulier dans les artichauts, les asperges, les oignons, l'ail, les poireaux, les tomates, les bananes.

L'inuline, est présente dans plusieurs végétaux (oignons, ail, asperges, artichauts, bananes, certaines céréales, etc...), mais elle est généralement extraite des tubercules de la chicorée.

Quant aux fructo-oligosaccharides (FOS), ils sont soit synthétisés par des enzymes à partir de saccharose soit dégradées à partir de l'inuline par hydrolyse.

II.1.3. Effets sur la santé

Les effets sur la flore intestinale sont la base de la définition des prébiotiques.

Aujourd'hui, certains effets sont admis au niveau scientifique alors que d'autres sont encore à l'état de recherche. Cette différence est souvent à l'origine des allégations « santé ».

II.2. Les probiotiques

Tout comme pour les prébiotiques, les probiotiques ont un rôle important dans l'amélioration de certaines fonctions de l'organisme. Les propriétés de ces ingrédients sont à l'origine des effets mis en avant lors de leur incorporation à d'autres aliments pour en faire des aliments fonctionnels.

II.2.1. Propriétés

Un probiotique (ou micro-organisme probiotique) est un « *micro-organisme vivant qui, ingéré ou administré, le plus souvent avec un produit alimentaire en doses suffisantes, conduit à un bénéfice sur la santé de l'individu (être humain ou animal) au-delà de simples propriétés nutritionnelles* ». D'après Annick Mercenier lors du colloque de l'institut Pasteur de Lille au sujet des aliments fonctionnels.

Les plus utilisées sont ceux de la famille des bifidobactéries et des lactobacilles. Dans chacune d'entre elle, il existe différentes souches aux propriétés spécifiques qui ne sont pas les mêmes que les autres souches.

Les bactéries lactiques sont parmi les principaux probiotiques. Leur nom vient du fait qu'elles ont la faculté de produire de l'acide lactique. Elles comprennent, notamment :

*Les lactobacilles (bactéries du genre *Lactobacillus*) ;

*Les bifidobactéries (bactéries du genre *Bifidus*) ;

*Des streptocoques (bactéries du genre *Streptococcus*).

Ces bactéries servent généralement à la production du yogourt (*Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*), de choucroute, de légumes lactofermentés ou encore de salami (*Lactobacillus plantarum*, extrait du levain à pain classique).

La levure de bière « vivante » est également un probiotique. Elle est constituée d'une multitude de champignons microscopiques, généralement de l'espèce *Saccharomyces cerevisiae* de la souche *bouardii*, appelée levure bouardii.

Ces micro-organismes, qui ne sont pas dangereux pour la santé, digèrent le sucre et l'amidon des céréales et créés un milieu riche en protéines et en vitamines, principalement en vitamines du groupe B (il s'agit de l'une des plus importantes sources naturelles de thiamine, une vitamine du groupe B qui est essentielle au métabolisme des glucides et des lipides).

Les probiotiques sont des micro-organismes « utiles » qui colonisent la flore présente dans l'organisme au niveau intestinal et vaginal. Leur présence permet notamment de limiter le développement des micro-organismes nuisibles et de digérer certains aliments ou nutriments.

Dans un organisme sain, le tube digestif contient environ 100 000 milliards de bactéries. De 30 à 40 espèces de ces bactéries, sur 400, représentent 99 % de la flore qui forme un écosystème stable, important pour le maintien d'une santé correcte.

II.2.2. Mécanismes d'action

Les effets des probiotiques sont nombreux. Parmi les enzymes que ces espèces microbiennes libèrent, la lactase est certainement la plus connue. Elle réduit le lactose présent dans les aliments et permet sa digestion.

Ils améliorent la production de plusieurs enzymes telles que la catalase, désaminase, déshydroxylase, protéase, peptidase et d'autres encore. Certes, certaines enzymes entraînent la formation de substances génotoxiques et mutagènes.

L'activité bactérienne contribue à fournir à l'organisme une quantité d'énergie importante.

Les bactéries lactiques, dont la vitesse de croissance a été augmentée grâce aux prébiotiques sont très efficaces pour retarder la colonisation d'agents pathogènes. Il existe plusieurs mécanismes possibles pour expliquer l'action des bactéries lactiques.

Des métabolites sont excrétés par ces micro-organismes. Ces derniers entraînent la diminution du pH de l'intestin à des valeurs inférieures à celles auxquels les agents pathogènes deviennent actifs.

D'autres mécanismes incluent une amélioration du système immunitaire, une compétition pour les nutriments et un blocage de l'adhésion d'agents pathogènes dans l'intestin. Le spectre d'activités des bactéries lactiques est extrêmement large, ce qui leur permet d'agir à plusieurs niveaux de l'organisme.

Les mécanismes provoquant les effets bénéfiques sont très peu connus, à cause de la complexité du système intestinal qui représente le lieu d'action des probiotiques.

II.2.3. Effets sur la santé

Les effets procurés par les bactéries lactiques sont multiples, mais ont tendance à disparaître rapidement après l'arrêt de la consommation du produit, c'est pourquoi, il faut rester vigilant.

De nombreux bénéfices sur la santé ont été avancés par des études *in vitro*, sur des animaux et lors d'essais cliniques, mais plusieurs d'entre eux doivent encore être validés par des expériences menées dans des conditions plus rigoureuses et mieux contrôlées.

Ils ont un rôle dans la prévention de certaines maladies, telles que l'asthme, l'eczéma, la rhinite ou encore la conjonctivite.

Après plusieurs études, il a été montré que les probiotiques permettaient l'amélioration de la qualité nutritionnelle des aliments fermentés et celle de la digestion du lactose. Ils possèdent une influence bénéfique sur la flore intestinale, dans la prévention de certains types de diarrhées, la stimulation du système immunitaire ou encore sur la réduction de certaines réactions inflammatoires ou allergiques.

La 3ème convention Internationale sur les probiotiques, organisée par Danone, s'est déroulée, à Paris, le 2 et 3 décembre 2005, où une centaine d'experts se sont réunis.

Il a clairement été démontré que l'on peut compenser un déficit en lactase par l'ingestion de yaourt, mais également réduire la durée des diarrhées aiguës de l'enfant.

Pour l'instant, le risque le plus clairement identifié est encouru par les personnes dont le système immunitaire est pauvre.

Le professeur de bactériologie et virologie de la faculté de pharmacie de Lille, Mme Marie Bénédicte Romond, faisant partie du réseau de chercheurs dans le cadre d'un projet européen appelé « Prosafe » explique :

« Les probiotiques agissent dans le sens d'une immuno-modulation qui, si elle va trop loin, peut provoquer une inflammation. Ils sont donc déconseillés par exemple pour les personnes sous traitement anti-cancéreux ou venant de subir une greffe, ou aux malades du Sida. Il existe également un risque quant à l'administration de probiotiques aux nouveaux nés, car cela pourrait être la cause d'un effet pro-inflammatoire. ».

Ce qui est à l'état de recherche

Plusieurs questions se posent actuellement sur le fait que ces produits pourraient avoir des effets négatifs sur la santé.

Les principales études portent sur différents sujets et différentes souches :

- Les infections à *Helicobacter pylori* : Cette bactérie peut limiter la formation d'ulcères gastriques.

· La survenue d'une allergie alimentaire : La flore microbienne pourrait intervenir pour limiter ou retarder l'apparition d'allergie chez l'enfant. Cependant, il faut rester vigilant car il ne s'agit pas du seul facteur à l'origine du déclenchement des allergies alimentaires.

· L'amélioration de la défense antibactérienne et de l'immunité : Ceci a été validé dans les pays en voie de développement où les infections intestinales sont les plus nombreuses.

D'autres études sont en cours au niveau de différentes pathologies :

· Traitement et prévention de la diarrhée infectieuse chez les enfants, et de la diarrhée aiguë, de certains cancers.

· Prévention de la récurrence des infections à *Clostridium*, de la diarrhée causée par un traitement aux antibiotiques, des infections gastro-intestinales nosocomiales ou associées à un traitement médical, de la diarrhée des voyageurs, des rechutes de colite ulcéreuse, de la récurrence en cas de pouchite, de l'eczéma chez les enfants à risque.

· La radiothérapie de l'abdomen ou de la région pelvienne entraîne fréquemment une diarrhée.

· Soulagement des symptômes associés au syndrome de l'intestin irritable.

· Réduire les symptômes de la maladie de Crohn (Maladie inflammatoire chronique de l'intestin).

· Réduction du taux de cholestérol.

· Importance dans la santé digestive du nourrisson.

· Amélioration de la prise de poids des bébés.

II.3. L'effet symbiotique

Les prébiotiques et les probiotiques agissent l'un sur l'autre et apportent de ce fait, des effets supplémentaires pour l'organisme. Il s'agit de l'effet symbiotique.

Les prébiotiques et les probiotiques sont particulièrement utilisés dans les produits laitiers.

des exemples de produit laitier enrichi, à la fois en prébiotiques et en probiotiques (mais également en minéraux) illustre bien l'utilisation en symbiose ces éléments.

Deux facteurs sont importants dans le développement de produits laitiers fermentés ou d'autres produits contenant des probiotiques. Il s'agit de la survie des bactéries dans l'aliment et après la digestion, et l'identité des microbes utilisés.

Il existe plusieurs difficultés face à leur survie dans l'organisme comme par exemple, l'acidité de l'estomac, la sécrétion de bile ou encore la compétition avec d'autres bactéries intestinales.

Pour éviter ces problèmes, il faut par exemple ajouter des prébiotiques (ingrédients non-digestibles), qui sont utilisés par les probiotiques pour leur propre développement.

C'est ainsi que la combinaison entre les probiotiques (les bactéries vivantes) et les prébiotiques (les composants qui les nourrissent) peut voir le jour. Des produits alimentaires innovants (les " symbiotiques ") sont en cours de développement pour apporter un bénéfice « santé ».

Même si le domaine des probiotiques et des prébiotiques connaît un fort potentiel, des études doivent encore être menées pour établir leurs mécanismes d'action et identifier les avantages qu'ils offrent pour la santé. Dans quelques années, il se peut que la compréhension de la flore intestinale humaine ainsi que la connaissance des effets des nutriments sur la santé et le bien-être connaissent de nouveaux développements.

Le cancer du côlon est une maladie qui atteint chaque année environ 500 000 personnes par an dans le monde. Le projet SYNCAN (Synbiotic and Cancer prevision in human), subventionné par l'Union Européenne, a montré des résultats satisfaisants dans la lutte contre cette maladie, grâce, entre autre à l'action combinée des prébiotiques et probiotiques.

Les personnes avec un cancer du côlon bénéficient d'une amélioration du système immunitaire, car les prébiotiques et probiotiques entraînent la production d'interféron γ , qui agissent de manière antivirale et aide à limiter la prolifération de cellules potentiellement dangereuses.

II.4. Conclusion

Les notions de prébiotiques et de probiotiques sont relativement complexes mais indispensables pour l'amélioration de certaines fonctions de l'organisme. Ils sont, actuellement, de plus en plus présents dans notre alimentation, de part les aliments fonctionnels.

Les effets sont reconnus uniquement pour les personnes de la population ayant des déficits alimentaires dans l'un des deux domaines. Ces aliments n'ont pas d'effet préventif mais curatif. En effet, leur efficacité est éphémère et se stoppe dès l'arrêt de la prise alimentaire.

C'est pourquoi, les aliments fonctionnels sont des aliments qu'il faut prendre avec précaution et selon ses besoins personnels. Cependant, il s'avère difficile de les connaître.

Les enrichissements des aliments qui les rendent fonctionnels pour l'organisme ne sont réalisés que pour prévenir ou « guérir » certaines pathologies mais peuvent être fait pour couvrir les besoins quotidiens nécessaires pour le bon fonctionnement de l'organisme. C'est le cas des vitamines et des minéraux.

III) Enrichissement en vitamines

Il existe dans la nature un grand nombre de vitamines dont beaucoup ne sont pas encore répertoriées. On en dénombre actuellement 13 qui sont classées en deux catégories selon leur solubilité.

Deux types de vitamines sont nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme humain, les vitamines hydrosolubles (B1, B2, PP, B5, B6, B8, B9, B12, C) et les vitamines liposolubles (A, D, E, K).

Ce sont des substances organiques de faible poids moléculaire, sans valeur énergétique, indispensables à la croissance, à la reproduction et au fonctionnement de l'organisme qui ne peut les synthétiser lui-même.

Elles doivent donc être fournies par l'alimentation, sauf la vitamine D synthétisée par la peau sous l'action du soleil et les vitamines B3 et K dont une partie est synthétisée par la flore bactérienne du gros intestin.

- Les vitamines liposolubles

Ce sont des vitamines solubles dans les graisses. Il s'agit des vitamines : A, D, E, K.

Ces vitamines ont la particularité de s'accumuler dans les divers organes du corps, en particulier le foie constituant des réserves qui peuvent être de plusieurs mois. Il est donc prudent de ne pas les consommer en excès (**Tableau n°7**).

Tableau n°7 : Tableau d'identification scientifique des vitamines liposolubles.

Vitamines liposolubles	Noms scientifique
Vitamine A	Rétinol / Bêta-carotène (provitamine)
Vitamine D	Cholécalciférol (D3) / Ergocalciférol (D2)
Vitamine E	Tocophérols
Vitamine K	Phylloquinone (K1) / Ménaquinone (K2)

- Les vitamines hydrosolubles.

Ce sont des vitamines solubles dans l'eau. Il s'agit des vitamines : C, B1, B2, B3 ou PP, B5, B6, B8 ou H, B9 et B12. Ces vitamines s'accumulent moins dans le corps que les vitamines liposolubles, car elle sont en partie éliminées par les urines. Il est donc nécessaire d'en consommer quotidiennement (**Tableau n°8**).

Tableau n°8 : Tableau d'identification scientifique des vitamines hydrosolubles.

Vitamines Hydrosolubles	Noms scientifiques
--------------------------------	---------------------------

Vitamine B1	Thiamine
Vitamine B2	Riboflavine
Vitamine B3 ou PP	Acide nicotinique / Nicotinamide
Vitamine B5	Acide pantothénique
Vitamine B6	Pyridoxine / Pyridoxal / Pyridoxamine
Vitamine B8	Biotine
Vitamine B9	Acide folique / Polyglutamates
Vitamine B12	Cobalamines
Vitamine C	Acide ascorbique / Acide deshydroascorbique

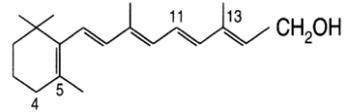
Les vitamines ne sont pas source d'énergie et ne possèdent pas de rôle de structure dans l'organisme mais leur présence est nécessaire à la plupart des réactions biochimiques responsables de la vie cellulaire.

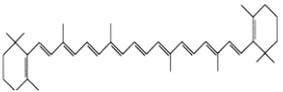
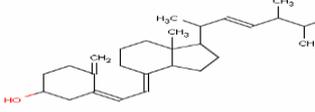
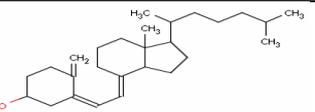
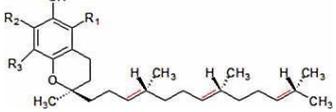
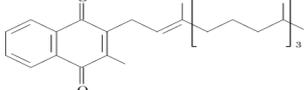
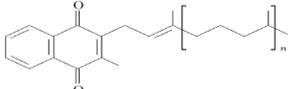
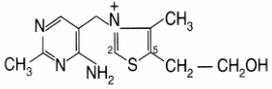
En effet, en l'absence de vitamines, les lipides, glucides et protides apportés par l'alimentation seraient inutilisables.

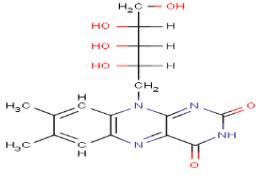
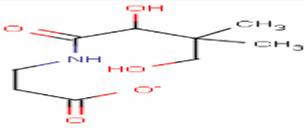
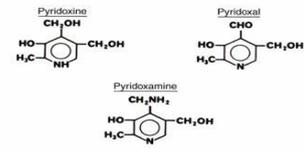
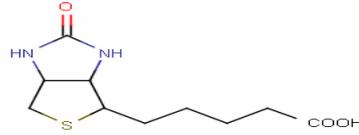
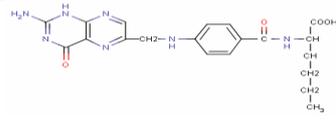
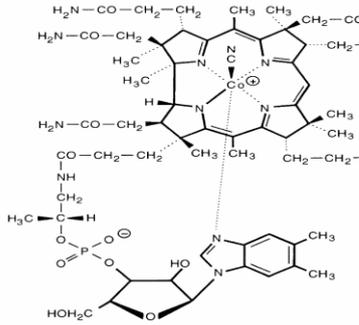
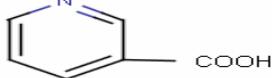
III.1. Généralités

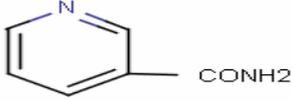
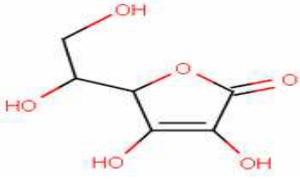
Les vitamines, de part leur nature, présentent des formules chimiques et des propriétés différentes (**Tableau n°9**). En effet, elles possèdent des caractéristiques spécifiques qui leur confèrent les fonctions qu'elles remplissent dans l'organisme humain.

Tableau n°9 : Propriétés des vitamines

Vitamines liposolubles	Formule chimique	Propriétés
	 <p style="text-align: center;">Rétinol</p>	<p>C'est la forme utilisée dans l'organisme de la vitamine A. Elle est insoluble dans l'eau, mais soluble dans les graisses, l'éther, le chloroforme, et l'acétone.</p> <p>Elle est stable à la chaleur, sensible à l'oxydation, à la lumière, et à l'air.</p> <p>La quasi totalité (90%) de la vitamine A absorbée est stockée dans le foie.</p>

<p>Vitamine A</p>	 <p>Provitamine A (Trans-β-carotène)</p>	<p>La provitamine A désigne certains caroténoïdes dont le bêta-carotène. C'est le précurseur de la vitamine A. Le plus répandu est le β-carotène. Il est utilisé pour ses propriétés anti-oxydantes*.</p>
<p>Vitamine D</p>	<p>Le terme de vitamine D est utilisé autant pour les formes D2 ou D3. La vitamine D n'est pas stockée dans le foie, mais dans les tissus adipeux et les muscles.</p>  <p>Ergocalciférol</p>  <p>Cholécalférol</p>	<p>C'est la vitamine D2. Elle provient de la synthèse d'une provitamine l'ergostérol. Elle est vite dégradée par la lumière, l'oxygène et les acides.</p> <p>C'est la vitamine D3, elle est produite par notre peau sous l'action des rayons U.V</p>
<p>Vitamine E (Tocophérols)</p>		<p>La vitamine E possède des propriétés fertilisantes qui sont à l'origine de son nom scientifique de Tocophérol. On distingue plusieurs tocophérols : - α-tocophérol : le plus fréquent, le plus réactif biologiquement - β-tocophérol - γ-tocophérol - δ-tocophérol Tous les tocophérols sont sous la forme d'une huile visqueuse de coloration jaune pâle lorsqu'ils sont à température ambiante. Ils sont peu sensibles à la chaleur, à la lumière et aux acides et très sensibles à l'oxydation et aux bases. Ils ont des propriétés anti-oxydantes qui leur permettent de contribuer à la neutralisation des radicaux libres* qui peuvent s'accumuler dans les tissus gras de l'organisme.</p>
<p>Vitamine K (Phylloquinone et Ménaquinone)</p>	 <p>Phylloquinone</p> 	<p>La phylloquinone se présente sous l'aspect d'une huile jaune. Elle est insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool et facilement soluble dans l'éther, le chloroforme, ainsi que dans les graisses et dans les huiles. Elle est dégradée par l'oxygène relativement lentement et plus rapidement par la lumière. Elle est stable à la chaleur. Il existe deux sources naturelles de vitamine K : les aliments et les bactéries intestinale.</p>
<p>Vitamines Hydrosolubles</p>	<p>Formule chimique</p>	<p>Propriétés</p>
<p>Vitamine B1 (Thiamine)</p>		<p>Il s'agit de la vitamine la plus sensible à la chaleur, surtout en milieu aqueux et alcalin, mais aussi sensible à l'oxydation, à l'acidité et à l'ionisation. Son absorption dans l'organisme est très perturbée par l'excès d'alcool et de caféine. Elle diminue chez les personnes âgées, chez les personnes souffrant de vomissements, diarrhées, cancers, maladies</p>

		hépatiques, absence de sécrétion acide dans l'estomac.
Vitamine B2 (<i>Riboflavine</i>)		Elle est résistante à la chaleur (Pasteurisation, cuisson, stérilisation), à la congélation et au salage, mais est dénaturée par les rayons U.V. Sa source principale étant le lait, d'où sa conservation en emballages opaques (carton ou bouteilles). Elle est faiblement soluble dans l'eau.
Vitamine B5 (<i>Acide pantothénique</i>)		Elle est très présente dans la nature (acide pantothénique signifie "que l'on trouve partout" en grec). Elle n'est pas synthétisée par l'organisme et doit être apportée uniquement par l'alimentation, elle est donc essentielle. Cependant, elle est sensible à la chaleur lorsqu'elle est en solution aqueuse. Elle est présente dans le foie, le rein, l'encéphale et le coeur.
Vitamine B6 (<i>Pyridoxine - Pyridoxal - Pyridoxamine</i>)		Elle résiste à la chaleur, aux acides, à l'oxydation, mais est détruite par les alcalins et la lumière. Elle existe en majorité dans le foie mais aussi dans le cerveau, le plasma, et les globules rouges.
Vitamine B8 (<i>Biotine</i>)		Elle est soluble dans l'eau et les solutions alcalines et peu soluble en milieu acide ou dans les solutions organiques. Elle est stable à la chaleur et en solution aqueuse, elle est peu sensible à l'oxydation. Et elle est détruite par les rayons U.V. Elle existe principalement dans le foie, les reins, l'encéphale, et les glandes surrénales.
Vitamine B9 (<i>Acide folique - Poly-glutamates</i>)		Elle est détruite par la chaleur et par l'oxydation. Son absorption est améliorée par le zinc. Une partie est synthétisée par les bactéries intestinales. Elle est surtout stockée dans le foie.
Vitamine B12 (<i>Cobalamines</i>)		C'est la seule vitamine à posséder comme constituant des ions Cobalt, d'où son nom cobalamine. Elle est sensible à la lumière, et est détruite à la chaleur en milieu acide ou basique mais résiste à la chaleur en milieu neutre. Elle résiste à l'oxydation, est très soluble dans l'eau mais peu soluble dans l'alcool et les solvants organiques. La majorité est essentiellement contenue dans le foie.
Vitamine PP (<i>Acide nicotinique -</i>	 Niacine ou acide nicotinique	La vitamine a deux origines. Elle est soit endogène (l'organisme synthétise principalement la vitamine B3, à partir du tryptophane*, soit exogène (elle est apportée par l'alimentation). Cependant la forme exogène est minoritaire par rapport à la forme endogène.

<p><i>Nicotinamide</i>)</p>	 <p>Nicotinamide</p>	<p>Elle résiste à la chaleur, à la lumière, à l'oxydation et aux alcalins Elle est soluble dans l'eau et dans l'alcool. Elle est présente essentiellement dans le foie.</p>
<p>Vitamine C (<i>Acide ascorbique – Acide déhydroascorbique</i>)</p>		<p>L'acide ascorbique est chimiquement proche du glucose. Elle est soluble dans l'eau plus difficilement dans l'alcool et pas du tout dans l'éther ou le chloroforme. Elle est extrêmement sensible à l'oxygène de l'air, à la chaleur, à l'ionisation, au pH neutre ou alcalin et à la pasteurisation.</p>

III.2. Sources alimentaires :

Les sources de vitamines sont multiples. En effet, les vitamines peuvent être d'origine végétale et/ou animale et peuvent co-exister dans un même aliment. Ceci impose à l'Homme de consommer des aliments divers et variés pour assurer son équilibre en vitamines (**tableau n°10**).

III.3. Mécanismes d'action :

Une fois les aliments, contenant des vitamines, ingérés dans l'organisme, celles-ci vont être mises à profit par le corps afin d'exploiter au maximum leurs possibilités fonctionnelles. En effet, elles vont, chacune ou par combinaison de plusieurs d'entre elles, répondre aux besoins attendus par l'organisme pour maintenir son bon fonctionnement.

Les mécanismes des vitamines hydrosolubles et liposolubles sont très différents selon la nature de la vitamine. Elles agissent par exemple dans, la protection de l'oxydation des lipides, dans les processus intestinaux et auprès d'organes tels que les poumons, les reins ou encore la rate, le système immunitaire, la synthèse d'hormones stéroïdes.

III.4. Rôles :

Chacune, de part son mécanisme d'action, agit pour assurer une ou plusieurs fonctions de l'organisme. Elles font l'objet de diverses études et sont indispensables pour prévenir un certain nombre de pathologies.

Les vitamines ne préviennent, ni ne guérissent que certaines infections : elles n'ont pas le pouvoir de détruire les virus.

Si les maladies liées aux carences vitaminiques sont bien connues, il n'en est pas de même pour les effets d'améliorations physiologiques qui peuvent maintenir un certain état de santé.

En résumé, les vitamines peuvent avoir un rôle, de manière préventive ou curative sur :

- Les maladies cardio-vasculaires

- Certains cancers
- L'ostéoporose
- Les troubles digestifs
- Les maladies infectieuses
- Le vieillissement cérébral et l'état démentiel

Cependant, comme pour la plupart des ingrédients fonctionnels, les vitamines ont un réel effet bénéfique sur la santé, mais uniquement pour des cibles particulières telles que les femmes enceintes, les nouveaux-nés, les enfants, les sportifs ou les personnes âgées.

III.5. Carences et Excès

Un excès pour prévenir ou traiter une maladie est peut-être plus risqué qu'un manque ou qu'un taux « normal » selon les doses recommandées. La supplémentation des vitamines dans les aliments est souvent due à une restauration des quantités initiales en vitamines des aliments dans lesquels elles auraient été dénaturées. En effet, des études ont montré que la population française ne connaissait pas de carence réelle en vitamines.

III.6. Besoins nutritionnels

Les besoins sont variables selon les personnes, qu'elles soient jeunes, âgées, homme, femme, enceinte.

Tableau n°10 : Apports Nutritionnels Conseillés (ANC) en vitamines

Vitamines liposolubles :	Besoin journalier pour un adulte :
Vitamine A	0,8 mg / j
Vitamine D	10 µg / j
Vitamine E	12 mg / j
Vitamine K	10 mg / j
Vitamines hydrosolubles :	
Vitamine B1	1,3 mg / j
Vitamine B2	1,6 mg / j
Vitamine B5	7 à 10 mg / j
Vitamine B6	1,6 mg / j
Vitamine B8	
Vitamine B9	330 µg / j
Vitamine B12	2,4 µg / j
Vitamine PP	14 mg / j
Vitamine C	60 à 100 mg / j

III.7. Conclusion

Pour éviter la carence de ces nutriments, indispensables, il faut manger des aliments soient naturellement riches en vitamines soient des aliments enrichis volontairement. Ces aliments deviennent fonctionnels dans la mesure où ils répondent à un besoin supplémentaire qui ne serait pas apporté par l'alimentation habituelle.

Les aliments fonctionnels enrichis en vitamines permettent d'éviter les carences de certaines personnes. En effet, ces aliments s'adressent à une partie précise de la population et non à sa totalité.

Cependant, les carences et les excès en vitamines sont multiples mais relativement rares dans nos sociétés développées. L'ajout des vitamines dans les aliments est donc fait pour restaurer les vitamines mais aussi pour rassurer les consommateurs dont les comportements sont dictés par des croyances parfois injustifiées. Cette notion, appelée « pensée magique » sera expliquée dans la partie suivante, concernant l'impact du consommateur sur la stratégie marketing des aliments fonctionnels. En effet, ceci pourrait expliquer le paradoxe qui existe entre le développement des aliments fonctionnels enrichis en vitamines et les résultats d'études qui montrent que les français ne connaissent pas de carences sévères en vitamines.

Les vitamines sont indispensables au bon fonctionnement de l'organisme. Elles permettent de répondre à certaines attentes.

Les populations occidentales sont de plus en plus sujettes à consommer des produits transformés où les vitamines et autres produits peuvent être dénaturés pendant le processus de fabrication. C'est pourquoi, il est important de les restaurer à leur taux initial. Ces aliments deviennent fonctionnels dans la mesure où ils sont capables de fournir les quantités journalières nécessaires.

IV) Enrichissement en minéraux

Les aliments contiennent des matières minérales, ou minéraux, qui n'ont pas de valeur énergétique mais qui sont essentiels au bon fonctionnement de l'organisme. Ils sont divisés en 2 catégories selon leur quantité dans le corps :

· *Les minéraux majeurs, ou macro-éléments :*

Ce sont des substances nécessaires en grande quantité à l'organisme. Ils comprennent : le sodium, le chlore, le potassium, le calcium, le phosphore et le magnésium.

· *Les oligo-éléments, ou éléments traces :*

Ces éléments minéraux interviennent à de très faibles doses dans le métabolisme et sont présents en très petites quantités dans le corps ; ils sont toutefois indispensables à la croissance et à son fonctionnement normal. Ce terme est en général réservé au fer, à l'iode, au zinc, au cuivre, au sélénium, au fluor.

IV.1. Généralités :

Les oligo-éléments et les minéraux sont des éléments chimiques qui possèdent chacun un rôle majeur au bon fonctionnement de l'organisme. Le tableau en annexe permet de mieux appréhender leur importance pour la santé.

Tableau n°11 : Propriétés des minéraux

Oligoéléments	Symbole Chimique	Propriétés et Action Biochimique
Cuivre	Cu	Il existe dans l'organisme 75 à 100 mg de cuivre sous différentes formes. Il est présent en association avec des acides aminés ou des protéines. Dans les tissus, il est particulièrement présent dans le coeur, le foie, l'encéphale et la rate. Dans le sang, il est entièrement lié à des protéines. A l'état libre, il devient dangereux et peut catalyser des oxydations indésirables. Le cuivre est excrété dans les fèces.
Fer	Fe	Il existe dans l'organisme à niveau de 3,5 à 4 g. On appelle « <i>fer héminique</i> », celui qui est dans l'hémoglobine ou la myoglobine* et « <i>fer non-héminique</i> » celui qui est stocké (ferritine) sous forme de réserve dans le foie ou transporté (transferrine). La plus grande partie du fer est éliminée par les cellules qui sont recyclées par l'organisme.
Zinc	Zn	Il existe dans l'organisme à hauteur de 2 à 3 g Plus de la moitié se situe dans les muscles et un tiers dans les os. Certains tissus comme le foie, les reins, la prostate, les cheveux, les yeux ont une teneur très élevée.
Fluor	Fl	L'organisme contient 2 g de fluor qui sont présents particulièrement dans les dents et les os. Il est excrété dans l'urine.
Iode	I	L'organisme en contient 15 à 20 mg. Il est présent dans tous les tissus et est en particulier dans la glande thyroïde. Les hormones thyroïdiennes sont indispensables au développement cérébral, jouent un rôle important dans la régulation du métabolisme cellulaire, d'où l'importance de l'iode dans l'organisme. Il est excrété dans l'urine.
Selenium	Se	Il possède des propriétés anti-inflammatoires et anti-oxydantes. Il intervient, également, dans la synthèse de l'ADN, des hormones thyroïdiennes et des phospholipides membranaires.
Macroéléments	Symbole Chimique	Propriétés
Calcium	Ca	C'est le minéral le plus important de l'organisme car le corps contient 1000 à 1500 g de calcium dont 99 % se trouvent dans le squelette et les

		dents. Le reste intervient au niveau intra et extra-cellulaire.
Chlor	Cl	L'organisme en contient environ 74 g. Il n'existe presque que sous forme d'ion chlorure. C'est le principal ion du liquide extra-cellulaire. La grande majorité se situe dans le liquide cérébro-spinal et dans le suc gastrique. Il est excrété dans l'urine.
Magnésium	Mg	C'est le deuxième cation intracellulaire. Il est présent dans toutes les cellules et plus particulièrement dans les os. L'absorption est la même que celle du calcium. Il est excrété principalement par les urines.
Phosphore	P	C'est le minéral le plus important après le calcium. 80 % se trouvent dans le squelette, 10 % dans les muscles et 10 % dans le tissu nerveux et le sang. L'absorption est améliorée par la présence de vitamine D. C'est un composant important des os et des dents, des acides nucléiques, des protéines, des phospholipides, de l'ATP, et des phosphates des liquides de l'organisme. Le phosphore est excrété par les fèces et par l'urine.
Potassium	K	Sa concentration est très élevée dans les liquides digestifs et dans le plasma, mais en plus faible quantité. Il sort des cellules pendant le catabolisme des protéines et la déshydratation. La plus grande partie est excrétée dans l'urine.
Sodium	Na	Il est présent dans tout l'organisme qui en contient environ 100 g, à hauteur de 50 % dans le liquide extra-cellulaire, 10 % à l'intérieur des cellules et 40 % pas ou peu échangeable dans les sels des os Le taux sanguin et dans les liquides interstitiels est 4 à 5 fois plus élevé qu'à l'intérieur des cellules. L'absorption est rapide et presque complète, mais le reste est excrété dans l'urine.

IV.2. Sources alimentaires :

Les sources alimentaires sont multiples selon les différents minéraux qui existent. Les oligo-éléments et les minéraux sont présents dans de nombreux aliments et ce dans des quantités très variables. En effet, l'un d'entre eux peut se retrouver dans plusieurs aliments et un aliment peut contenir plusieurs minéraux et oligo-éléments. Par exemple il est possible de trouver du calcium en grande quantité dans le lait ou les légumes, du fer dans les viandes et les légumes, du potassium dans le cacao ou encore du fluor dans les choux et les poissons. Cependant, même si ils possèdent des origines communes, ils ont des rôles et des fonctionnalités totalement différentes au sein de l'organisme. Ils sont souvent associés à d'autres ou même à des vitamines.

IV.3. Rôles :

Les rôles de chaque élément sont multiples. Ils sont indispensables au fonctionnement correct de l'organisme. Il est difficile de tous les énumérer mais, d'une manière générale, il interviennent dans les fonctions cardiaques, la chaîne respiratoire, la lutte contre les processus

naturels comme le vieillissement avec une action antioxydante, le renforcement du système immunitaire, l'édification et la consolidation des os et des dents ou alors dans la constitution et l'intégrité des cellules.

Tableau n°12 : Rôles des minéraux dans l'organisme

Oligoélément	Rôle
Cuivre	Il agit comme coenzyme intervenant dans la synthèse de la noradrénaline, de la mélanine et de l'hémoglobine. Il entre dans la formation du tissu conjonctif et dans la chaîne respiratoire. Il participe à la l'intégrité des cartilages et des os, à la lutte contre les infections et au fonctionnement correct du cœur. Il permet la lutte contre les infections inflammatoires. Il facilite l'absorption du fer. Il contribue au développement du cerveau et des globules rouges. Essentiel à la formation et au maintien adéquats d'os solides.
Fer	Il intervient dans la fonction respiratoire : il constitue en partie l'hémoglobine et transporte l'oxygène des poumons vers les organes. Il participe à la formation de la myoglobine et entre dans la constitution de nombreuses enzymes de la chaîne respiratoire.
Zinc	Il compose plusieurs enzymes (exemple, l'anhydrase carbonique) et intervient dans le métabolisme des nutriments. Il est indispensable dans la multiplication des cellules, ce qui est important dans les processus de fertilité, croissance, immunité, cicatrisation... Il possède un rôle protecteur contre l'oxydation et lutte contre les métaux toxiques (cadmium). Il est, entre autre, essentiel au renouvellement cellulaire, au renforcement du système immunitaire, à la santé des os, de la peau, des ongles, au développement des organes reproducteurs.
Fluor	Il contribue à prévenir l'ostéoporose et à prévenir la carie dentaire.
Iode	Elle est stockée dans la thyroïde. C'est pourquoi, elle est essentielle à la formation des hormones de la glande thyroïde, qui a pour rôle de régulariser la production d'énergie corporelle et de favoriser la croissance et le développement en général.
Sélénium	Il est indispensable au maintien de l'intégrité des membranes au niveau des cellules. Il est normalement présent dans les tissus intervenant dans la réponse immunitaire comme le foie, la rate et les ganglions lymphatiques. Il participe au fonctionnement d'une enzyme qui détruit les radicaux libres, ce qui lui permet de lutter contre le vieillissement. En association avec la vitamine E, il permet de préserver l'élasticité des tissus et de ralentir le processus de vieillissement.
Minéraux	
Calcium	Il intervient dans l'élaboration de l'os et des dents dont il assure, la croissance, la solidité, et l'entretien. Sous forme ionique, il a un rôle dans la coagulation sanguine. Il permet la perméabilité des membranes, la transmission des influx nerveux, la contraction musculaire, l'obtention d'un rythme cardiaque et prévient l'hypertension. Le calcium est absorbé dans l'intestin quand il y a de la vitamine D et du magnésium qui participent à sa répartition dans les tissus.
Chlore	Tout comme le sodium et le potassium, il participe à la répartition de l'eau dans l'organisme, contribue au maintien de la pression osmotique, participe à la sécrétion des sucs gastriques de l'estomac et contribue au transport du CO2 dans le sang.
Magnésium	C'est un activateur du métabolisme enzymatique. Il permet la production d'énergie et de conserver l'équilibre des neurotransmetteurs dans le cerveau.

	<p>Il intervient à plusieurs niveaux dans les mécanismes immunitaires, les réactions inflammatoires et les allergies et agit contre le vieillissement en réduisant les dommages créés par les radicaux libres et certains agents toxiques.</p> <p>Il est indispensable à l'équilibre physique et moral. Il contribue au bon fonctionnement des cellules, à la transmission de l'influx nerveux, à la formation d'anticorps, à la régulation du rythme cardiaque. Il intervient dans de nombreux systèmes d'enzymes, notamment liés à la production d'énergie.</p> <p>Il est essentiel au développement et au maintien des os et des dents, ainsi qu'aux réactions enzymatiques au niveau nerveux et énergétique. Et enfin, il contribue à régulariser la température corporelle.</p>
Phosphore	<p>Il joue un rôle dans le stockage et le transfert d'énergie, mais aussi dans l'activité musculaire et nerveuse. Il permet également d'établir la perméabilité cellulaire.</p> <p>Il participe au maintien de la santé des os et des dents, au bon fonctionnement des nerfs et des muscles, à la constitution des cellules. Il intervient dans de nombreuses réactions énergétiques et participe à l'absorption et la transformation de certains nutriments.</p>
Potassium	<p>Il participe au maintien du rythme cardiaque, à la digestion, ainsi qu'à la transmission de l'influx nerveux et à la contraction musculaire. Il est également indispensable d'hydrater les cellules de l'organisme. Il contribue à équilibrer le pH dans le sang et ainsi stimuler la production d'acide chlorhydrique qui améliore la digestion.</p>
Sodium	<p>C'est l'ion le plus important dans le liquide extra cellulaire. En association avec d'autres ions notamment le bicarbonate, il participe à l'équilibre acido-basique qui donne au sang un pH stable.</p> <p>Il intervient dans les transmissions nerveuses et la contraction musculaire. Et enfin, il assure le transport du glucose et d'autres nutriments.</p>

Il est important de préciser que les minéraux ont des effets sur la santé par leur simple présence. Toutefois, même si ils jouent un rôle majeur, ils ne procurent pas d'effets supplémentaires sur la santé. De plus, il a été constaté que les populations occidentales ne connaissent pas de carence majeure en minéraux. Une surconsommation de l'un d'entre eux pourrait être très dangereuse et néfastes pour la santé.

Enfin, il faut rappeler que leur incorporation dans les aliments, sauf pour certains d'entre eux comme le calcium, est nécessaire uniquement pour restituer les éléments détruits au cours du processus de fabrication des aliments qui en contiennent.

Cependant des éléments comme le calcium et le fluor, qui sont importants dans l'édification des os sont recommandés dans la prévention de l'ostéoporose et des caries dentaires.

Les autres éléments n'agissent pas de manière préventive sur les maladies.

IV.4. Carences et Excès ;

Pour éviter les conséquences de ces carences, il faut manger les aliments qui en contiennent le plus et pour cela, diversifier au maximum son alimentation.

La population française ne connaît pas de réel problème dans ce domaine mais il est important de s'informer sur les besoins de notre organisme afin de pallier ces déséquilibres qui peuvent se produire, en général dans les populations les moins riches.

Tableau n°13 : conséquences des carences et de l'excès des minéraux

Oligo-élément	Carence	Excès
Cuivre	Les déficits en cuivre sont rares, ils peuvent, cependant, être à l'origine d'anémie.	L'élévation du taux de cuivre dans le sang est remarquée par une modification de l'effet des œstrogènes. Les personnes concernées sont donc les femmes sous contraceptifs oraux ou enceintes. Il provoque la maladie de Wilson qui est une modification génétique très rare qui se caractérise par une hépatite mortelle et une dégénérescence de l'œil.
Fer	Il provoque l'asthénie* qui entraîne la pâleur de la peau et des muqueuses, une fatigue importante après l'effort, des palpitations, des troubles de la thermorégulation et une diminution de la résistance à l'infection.	L'excès de fer provoque l'hémochromatose qui est une maladie héréditaire. Cela contribue à augmenter le risque cardio-vasculaire, les cancers ou encore la maladie de Parkinson.
Zinc	Les effets sont multiples : - Ongles cassants, dédoublés, tâchés - Augmentation de la vulnérabilité aux infections - Ralentissement de la croissance chez l'enfant - Baisse de la fertilité chez l'homme - Complication de la grossesse chez la femme enceinte	L'excès en zinc se traduit par : - des difficultés à se déplacer - des problèmes pour s'exprimer - des tremblements - une diminution de réaction immunitaire lorsque cet excès est associé à une carence en cuivre.
Fluor	Les carences n'entraînent pas de problème connu à ce jour.	L'excès de fluor est appelé la fluorose.
Iode	Les carences sont à l'origine de plusieurs conséquences : - Réduction de la fertilité - Augmentation de la fréquence des avortements et la mortalité périnatale - Retard mental chez le nourrisson (crétinisme) - Hypothyroïdie* - Myxoedème* - Difficulté d'apprentissage et de motivation chez les enfants. - Groupes à risques pouvant faire l'objet d'une supplémentation. - Femmes enceintes et allaitantes. - Nourrissons, jeunes enfants.	Inhibition de la synthèse des hormones thyroïdiennes.
Sélénium		Irritation de la peau, des bronches et des voies respiratoires supérieures, - Odeur alliée des sécrétions, - Perturbation des enzymes hépatiques, - Atteintes cérébrales (convulsion, paralysie, spasmes cloniques).
Minéraux		
Calcium	Plusieurs maladies peuvent apparaître : - Tétanie musculaire - Ostéomalacie* - Ostéoporose - Retard de croissance et rachitisme chez	Pas de problème connu.

	les enfants.	
Chlore	- Vomissements, - Diarrhée provoquant une perte de Chlorure et une alcalose - Crampes musculaires - Apathie	Vomissements
Magnésium	-Troubles neuromusculaires, -Tremblements, -Faiblesse musculaire -Rythme cardiaque irrégulier -Spasmes vasculaires -Hypertension -Mort subite par arrêt cardiaque.	Les sels de magnésium ont un effet laxatif et une accélération du transit : diarrhée.
Phosphore	- Rachitisme - Croissance ralentie	-Réduction de l'absorption de calcium. -Inhibe l'absorption du fer et du manganèse. -Favorise la production de parathormone.
Potassium	La carence en potassium est souvent associée à celle en magnésium. Les symptômes sont les mêmes : - faiblesse musculaire, - paralysie, - nausées et vomissements. Si la carence est importante, il y a risque de tachycardie*, et d'insuffisance cardiaque.	Un excès représente un danger pour le coeur dont le fonctionnement dépend de l'équilibre ionique. Celui-ci risque d'entraîner l'apparition de troubles du rythme pouvant aller jusqu'à l'arrêt cardiaque.
Sodium	Les carences sont rares mais peuvent provoquer des vomissements excessifs, de diarrhées, de sudation ou d'alimentation inadéquate. -Nausées -Crampes abdominales et musculaires -Convulsions -Déshydratation (perte d'appétit, sécheresse de la bouche, apathie, accélération du pouls, puis à un stade plus sévère, globes oculaires enfoncés, hypotension artérielle).	Il entraîne une augmentation des liquides extracellulaires qui entraînent la formation d'œdèmes qui eux même sont à l'origine d'insuffisance cardiaque, insuffisance rénale et de cirrhoses du foie. L'hypertension artérielle ou l'excès de sel joue un rôle aggravant.

IV.5. Besoins pour l'organisme :

Il est important de connaître les besoins de notre organisme. Ces besoins sont variables selon les individus, qu'ils soient jeunes, âgés, homme, femme, enceinte.

Ce sont des éléments qui n'ont pas d'effets d'amélioration de la santé. Ils y sont indispensables. Les carences et les excès sont peu fréquents dans nos populations.

Cependant pour assurer les besoins nutritionnels conseillés, il est important de restaurer ou d'enrichir les aliments contenant des minéraux, compte-tenu de l'alimentation pauvre en ces éléments de nos populations, de part leurs habitudes alimentaires.

D'une manière générale, les ingrédients fonctionnels sont de plus en plus utilisés dans notre société de consommation. Leurs effets sur la santé sont très nombreux et très différents selon la nature de l'ingrédient et les effets en cas de carences ou excès sont très divers. Les besoins journaliers recommandés sont très variés.

Ces ingrédients connaissent un grand succès pour de nombreuses raisons.

L'éloignement des lieux de production, l'allongement des circuits de distribution, les nouvelles technologies de conservation et de préparation, la déstructuration des repas, la diminution des apports énergétiques, l'alimentation en collectivité...sont autant de facteurs qui ont des conséquences sur l'alimentation, son rythme et sa composition.

L'inquiétude voire l'angoisse qui se manifeste devant les incertitudes concernant la salubrité et la valeur des denrées alimentaires explique en partie le succès d'aliments qui paraissent particulièrement fiables sur le plan nutritionnel.

La demande des consommateurs d'aliments à teneur garantie, voire d'aliments dont la composition vitaminique est renforcée, traduit une partie de cette problématique. Cela n'empêche pas les mêmes consommateurs d'avoir parfois des attitudes et des comportements alimentaires dangereux et plus ou moins irrationnels.

D'une manière générale, les aliments fonctionnels ont une fonction autant d'apports nutritionnels contrôlés que de quiétude envers ce que l'on incorpore en mangeant. Le but étant de maîtriser totalement son alimentation et de ce fait sa santé et son bien-être. Cependant, les comportements envers ces aliments ne sont pas forcément volontaires mais plutôt dictés par des croyances plus ou moins fondées. Celles-ci, développées dans la partie suivante, mettent en évidence, de manière théorique, les différents comportements que peuvent avoir les consommateurs lorsqu'il s'agit d'améliorer, grâce à son alimentation, sa santé. Les enjeux, étant nettement au-delà du simple besoin physiologique, il est important de leur donner confiance pour combler les besoins de sécurité et donc de bien-être.

V. Bibliographie :

1. *Aperçu des documents de référence concernant le règlement sur les produits de santé naturels.* Ottawa, Canada, Santé Canada : 2003.
2. Bradbury J., Lobstein T., Lund V. *Functional foods examined. The health claims being made for food products and the need for regulation.* London, The food commission: 1996.
3. Claude Bourgeois- Les vitamines dans les industries agroalimentaires – Collection sciences et techniques -agroalimentaires.- Edition Lavoisier – 2003.
4. Devcich, D. A., Pedersen, I. K., & Petrie, K. J. . You eat what you are: Modern health worries and the acceptance of natural and synthetic additives in functional foods. *Appetite*, 48: 333-337, 2007.
5. Feart C, Samieri C, Barberger-Gateau P. Mediterranean diet and cognitive function in older adults. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*; 13 : 14–8, 2010.

6. Hasler CM. Functional foods: benefits, concerns and challenges – A position paper from the American Council on Science and Health. *J.Nutr.* 132: 3772-3781, 2002.
7. Hasler CM, Bloch AS, Thomson CA. Position of the American Dietetic Association: functional foods. *J. Am. Diet. Assoc.* 104 (5),814-826, 2004.
8. Les vitamines dans les industries agroalimentaires - Claude Bourgeois- Collection sciences et techniques - agroalimentaires.- Edition Lavoisier, 2003.
9. *Normes de preuve pour l'évaluation des aliments visés par des allégations santé.* Feuille de renseignements. Site de Santé Canada (en ligne), <http://www.hc-sc.gc.ca> (Page consultée le 3 décembre 2003).
10. Messina MJ. Légumes and soybeans: Overview of their nutritional profiles and health effects. *Am. J. Clin. Nutr.* 70 (3 suppl.): 439s-450s, 1999.
11. *Produits nutraceutiques\aliments fonctionnels et les allégations relatives aux effets des aliments sur la santé.* Ottawa, Canada, Santé Canada :1998.
12. Robertfroid MB. Functional effects of food components and the gastrointestinal System: chicory fructooligosaccharides. *Nutr. Rev.* 54 (11): S38-S42, 1996.
13. Safety assessment and potential health benefits of food components based on selected scientific criteria. ILSI North America Technical Committee on Food Components for Health Promotion. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 39: 203-316, 1999.
14. Setchell KD. Phytoestrogens: The biochemistry, physiology, and implications for human health of soy isoflavones. *Am. J. Clin. Nutr.* 68 (suppl 6): 1333s-1346s, 1998.
15. « Sociologie de l'alimentation » - Jean Pierre Poulain - Edition puff - Juin 2005
16. Smith B.L., Marcotte M, Harrison G. A comparative analysis of the regulatory framework affecting functional food development and commercialization in Canada, Japan, the European Union and the United States of America. *Journal of nutraceuticals, functional & medical foods.* 1(2): 45-87, 1997.
17. Verschuren P.M. Functional Foods : Scientific and global Perspectives. *Br. J. Nutr.* 88, Suppl. 2, S125-S130, 2002.