

Chapitre 2

Table des matières

Chapitre 2. Les produits laitiers fonctionnels

2.1. Les probiotiques	2
2.1.1. Types de probiotiques.....	2
2.1.2. Rôle des probiotiques.....	3
2.1.3. Effets et fonctionnalités.....	4
2.1.3.1. Promotion d'une flore intestinale saine.....	4
2.1.3.2. Amélioration de la digestion.....	4
2.1.3.3. Renforcement du système immunitaire	5
2.1.3.4. Atténuation des effets secondaires des antibiotiques.....	5
2.1.3.5. Réduction de l'inflammation.....	5
2.1.3.6. Prévention des infections.....	5
2.1.3.7. Production d'acides organiques, de mucus et d'enzymes	5
2.2. Les prébiotiques	6
2.2.1. Les critères de reconnaissance.....	6
2.2.2. Nature et propriétés.....	8
2.3. Les antioxydants naturels	9
2.3.1. Origine des antioxydants	10
2.3.2. Types d'antioxydants naturels.....	10
2.3.2.1. Les vitamines.....	10
2.3.2.2. Les oligoéléments.....	11
2.3.2.3. Les polyphénols	12
2.4. Les phytostérols	13
2.4.1. Structure et propriétés	14
2.4.2. Sources alimentaires.....	14
2.4.3. Bénéfices pour la santé	15
2.5. Les phytoœstrogènes	16
2.5.1. Sources et structures	16
2.5.1.1. Isoflavones	16
2.5.1.2. Les lignanes.....	16
2.6. Les aliments fonctionnels et les syndromes métaboliques	17
2.6.1. Les syndromes métaboliques.....	17
2.6.2. Effet sur la santé	17

Chapitre 2.

Les produits laitiers fonctionnels

Les **produits laitiers fonctionnels** sont des produits laitiers qui ont été **modifiés** ou **enrichis** pour fournir des avantages supplémentaires pour la santé, en plus de leur valeur nutritive, par rapport aux produits laitiers traditionnels. Ces avantages peuvent inclure une meilleure digestibilité, une teneur en nutriments spécifiques augmentée, ou la présence d'ingrédients actifs qui peuvent avoir des effets bénéfiques sur la santé. Ces nutriments ou composés bioactifs peuvent être des probiotiques, des prébiotiques, des antioxydants, des vitamines, des minéraux, des phytostérols, des oméga-3.

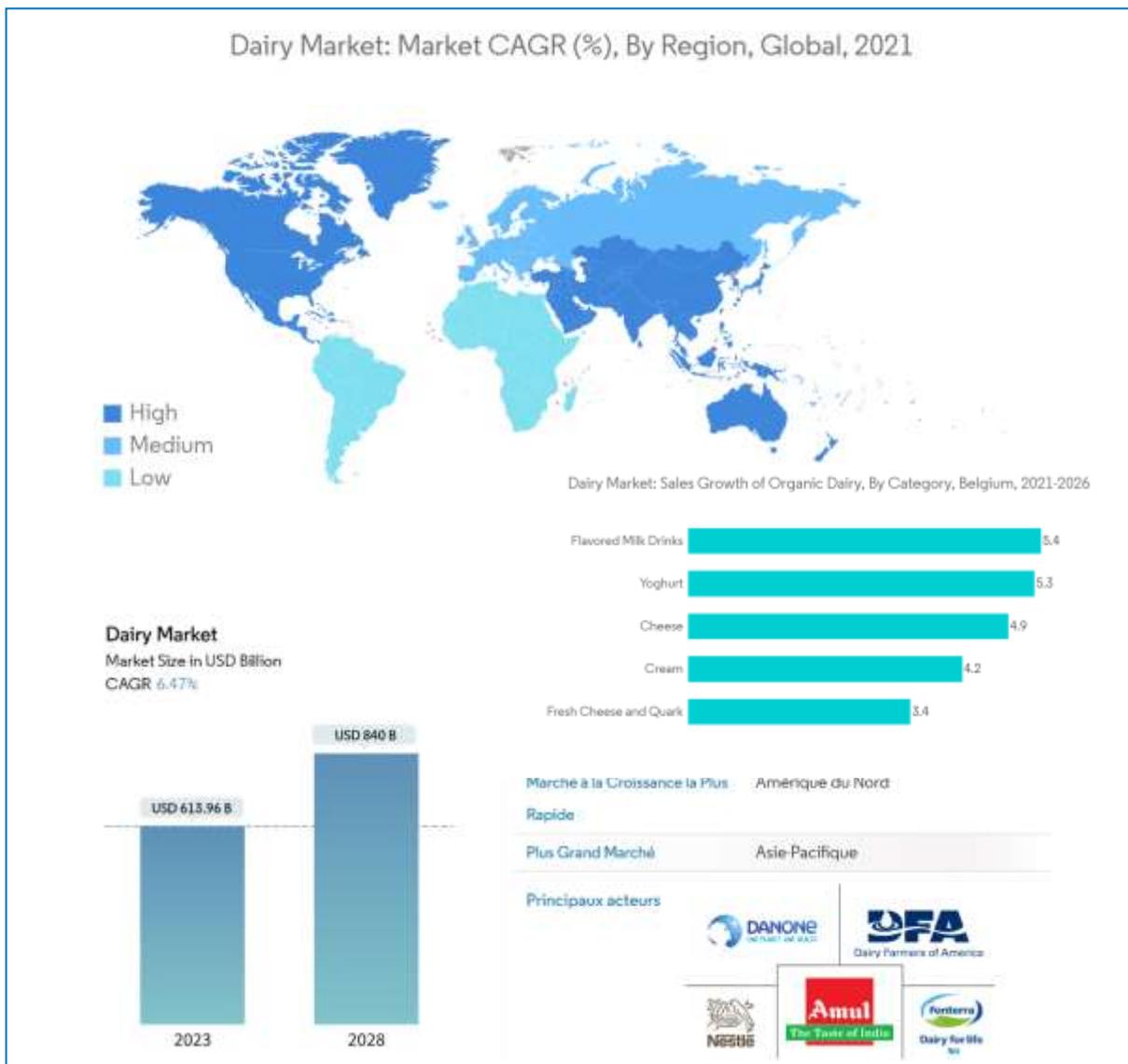


Figure 2.1. Analyse de la taille et de la part du marché des produits laitiers - tendances et prévisions de croissance (2023 - 2028).

2.1. Les probiotiques

Les probiotiques sont des **micro-organismes vivants**, le plus souvent des bactéries ou des levures, qui peuvent avoir des effets bénéfiques sur la santé lorsqu'ils sont consommés en quantités adéquates. Ils sont présents naturellement dans le corps, notamment dans l'intestin, mais ils peuvent également être consommés sous forme d'aliments fermentés ou de compléments alimentaires. Ils agissent principalement en favorisant un équilibre de la flore intestinale, ce qui peut avoir de nombreux avantages pour la santé.

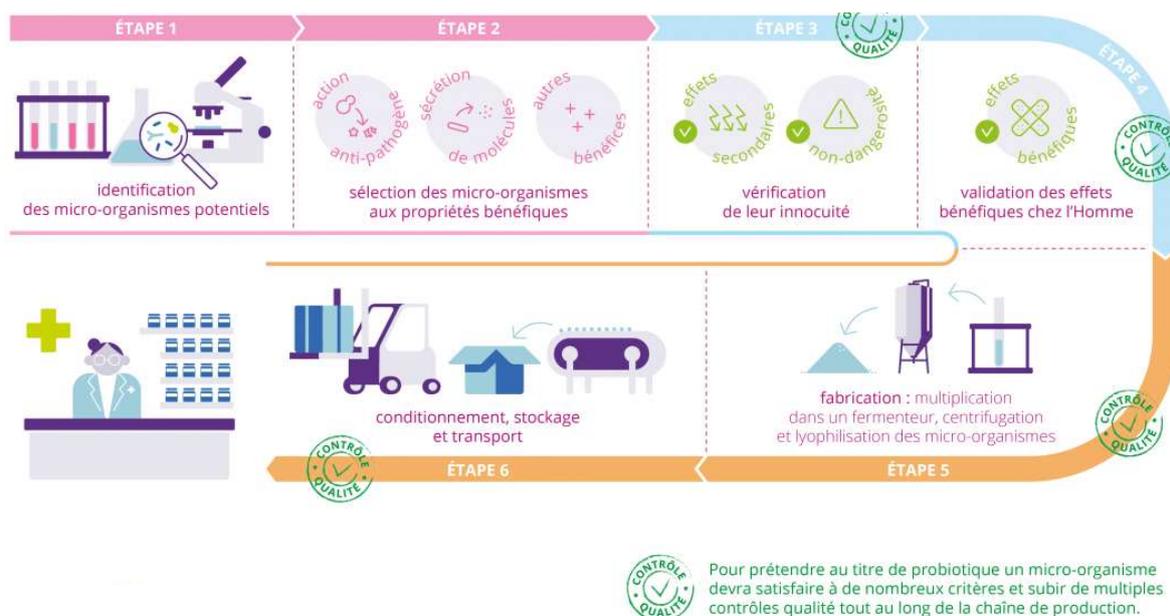


Figure 2.2. Les étapes de fabrication des probiotiques.

2.1.1. Types de probiotiques

Il existe de nombreux types de probiotiques, mais les plus courants sont les suivants :

- ♦ **Lactobacilles** : sont un genre de bactéries Gram-positifs, anaérobies facultatifs, non mobiles, non sporulées, qui appartiennent à la famille des Lactobacillaceae. Elles sont naturellement présentes dans la flore intestinale humaine et dans de nombreux aliments fermentés, connus pour leurs propriétés antibactériennes et anti-inflammatoires.
- ♦ **Bifidobactéries** : sont un genre de bactéries Gram-positifs, anaérobies, non mobiles, non sporulées, qui appartiennent à la famille des Bifidobacteriaceae. Elles sont un autre groupe de bactéries qui sont naturellement présentes dans la flore intestinale humaine, connues pour leur capacité à améliorer la digestion et l'absorption des nutriments.
- ♦ **Levures** : sont des champignons unicellulaires qui peuvent également être bénéfiques pour la santé. La levure *Saccharomyces boulardii* est une levure probiotique qui a été isolée pour la première fois à partir de la peau de litchi et de mangoustan. Elle est utilisée depuis des décennies pour traiter et prévenir la diarrhée.

2.1.2. Rôle des probiotiques

Les **probiotiques** ont pour rôle de rétablir le **microbiote intestinal**. Le microbiote, également appelé **flore intestinale**, représente l'ensemble des microorganismes vivant dans l'intestin (intestin grêle et côlon). Concrètement, les probiotiques renforcent temporairement la flore intestinale afin de rétablir l'équilibre entre les bonnes et les mauvaises bactéries en situation de dérèglement.

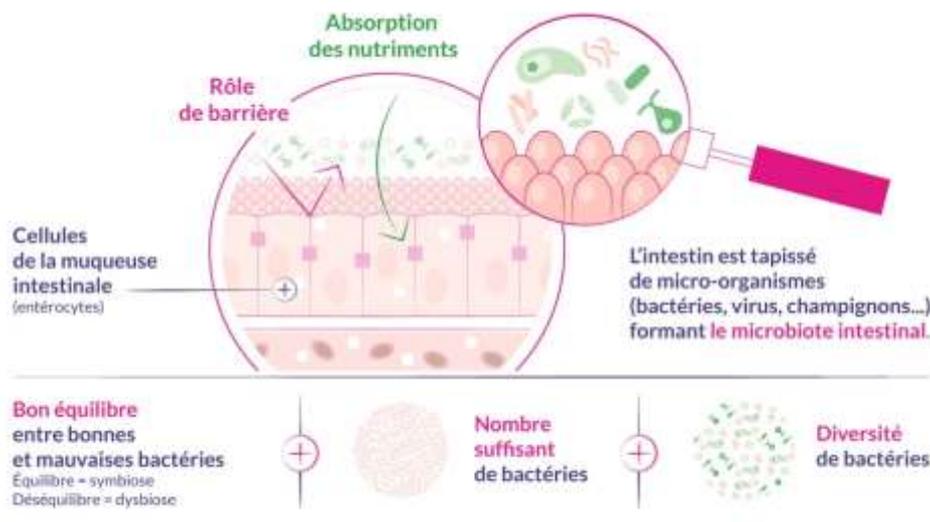


Figure 2.3. Les probiotiques et le microbiote intestinal.

En effet, la présence de bactéries dans le tube digestif n'est pas anodine, car elles sont impliquées dans de nombreuses fonctions, parmi lesquelles :

- ◆ La digestion ;
- ◆ La synthèse des vitamines B et K ;
- ◆ La production d'acides gras à chaîne courte, nécessaire au bon fonctionnement de l'organisme ;
- ◆ Le renforcement du système immunitaire ;
- ◆ La création d'un effet barrière en s'opposant à la colonisation par les mauvaises bactéries.

De nombreuses études ont démontré que la qualité du microbiote intestinal était étroitement liée à certaines pathologies, notamment en ce qui concerne les **troubles digestifs** (ballonnements, constipation, diarrhée, etc.), les **maladies inflammatoires de l'intestin**, le **diabète**, l'**obésité** et certains **cancers**.

2.1.3. Effets et fonctionnalités

L'intérêt des probiotiques fait aujourd'hui consensus dans le milieu scientifique et médical, leurs actions bénéfiques sur la santé ayant été démontrées, notamment dans :

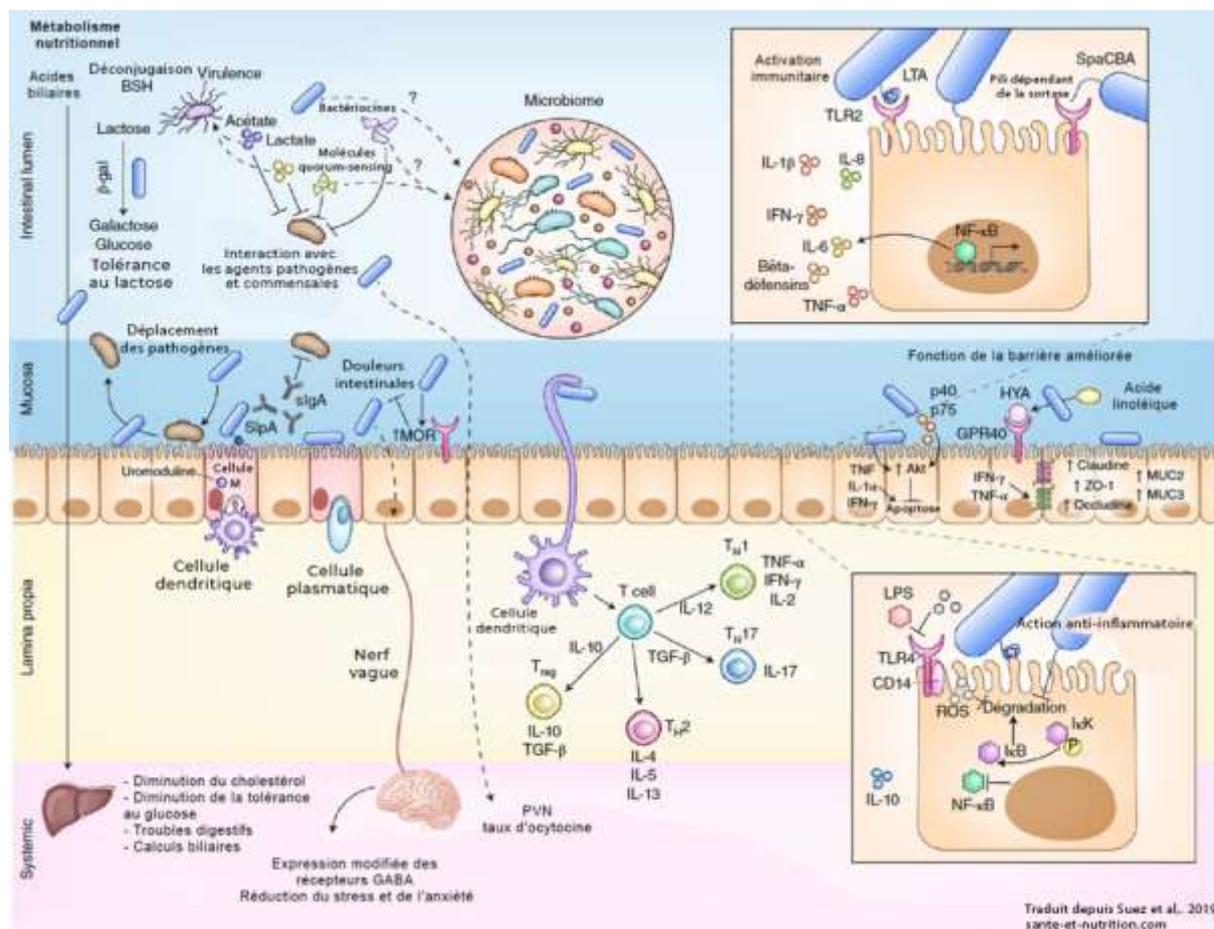


Figure 2.4. Interaction entre les probiotiques, l'hôte et le microbiote.

2.1.3.1. Promotion d'une flore intestinale saine

Les probiotiques contenus dans les produits laitiers peuvent favoriser un équilibre sain de la flore intestinale en introduisant des bactéries bénéfiques dans le tube digestif. Cela peut aider à réduire les déséquilibres microbiens, à soulager les troubles digestifs : diarrhées, constipations et ballonnements, et à renforcer la barrière intestinale, comme *Bifidobacterium longum* qui empêchent la colonisation par des bactéries pathogènes en se fixant sur les parois intestinales.

2.1.3.2. Amélioration de la digestion

Les probiotiques peuvent aider à améliorer la digestion en favorisant la production d'enzymes digestives, en augmentant la motilité intestinale et en réduisant l'inflammation. Ils peuvent également être utiles pour soulager les symptômes du syndrome du côlon irritable, tels que la diarrhée, la constipation et les crampes abdominales. Les probiotiques peuvent contribuer

à la décomposition des aliments, notamment des produits laitiers, comme *Lactobacillus acidophilus* qui produisent de la lactase, l'enzyme qui digère le lactose. Cela peut être particulièrement bénéfique pour les personnes souffrant d'intolérance au lactose.

2.1.3.3. Renforcement du système immunitaire

Les probiotiques présents dans les produits laitiers peuvent renforcer le système immunitaire en stimulant la production d'anticorps et en renforçant la barrière intestinale, ce qui contribue à la prévention des infections. Certains probiotiques activent la production de cytokines et d'immunoglobulines par les cellules immunitaires de l'intestin. Ils peuvent également être utiles pour réduire le risque d'allergies et d'asthme.

2.1.3.4. Atténuation des effets secondaires des antibiotiques

Les antibiotiques peuvent perturber la flore intestinale en éliminant des bactéries bénéfiques. Les probiotiques dans les produits laitiers peuvent aider à restaurer l'équilibre de la flore intestinale, réduisant ainsi les risques de diarrhée associée aux antibiotiques.

2.1.3.5. Réduction de l'inflammation

Les probiotiques peuvent contribuer à réduire l'inflammation dans le corps, ce qui peut être bénéfique pour des affections inflammatoires telles que la colite ulcéreuse.

2.1.3.6. Prévention des infections

Certains probiotiques, tels que les souches de *Lactobacillus* et de *Bifidobacterium*, peuvent contribuer à prévenir les infections des voies urinaires et des infections à levures (comme la candidose). Ils bloquent les sites d'adhésion des agents pathogènes et produisent des substances antimicrobiennes.

2.1.3.7. Production d'acides organiques, de mucus et d'enzymes

Les probiotiques produisent des acides organiques qui peuvent aider à inhiber la croissance des bactéries pathogènes. Elles peuvent aider aussi à produire du mucus, qui protège la paroi intestinale des bactéries pathogènes ainsi que des enzymes digestives.

2.2. Les prébiotiques

Les prébiotiques sont des composés non digestibles présents dans certains aliments, qui favorisent la croissance et l'activité des bactéries bénéfiques dans le microbiote intestinal. Bien que les produits laitiers ne contiennent généralement pas de prébiotiques de manière naturelle, certaines variétés de produits laitiers peuvent être enrichies en prébiotiques pour en augmenter les avantages pour la santé.

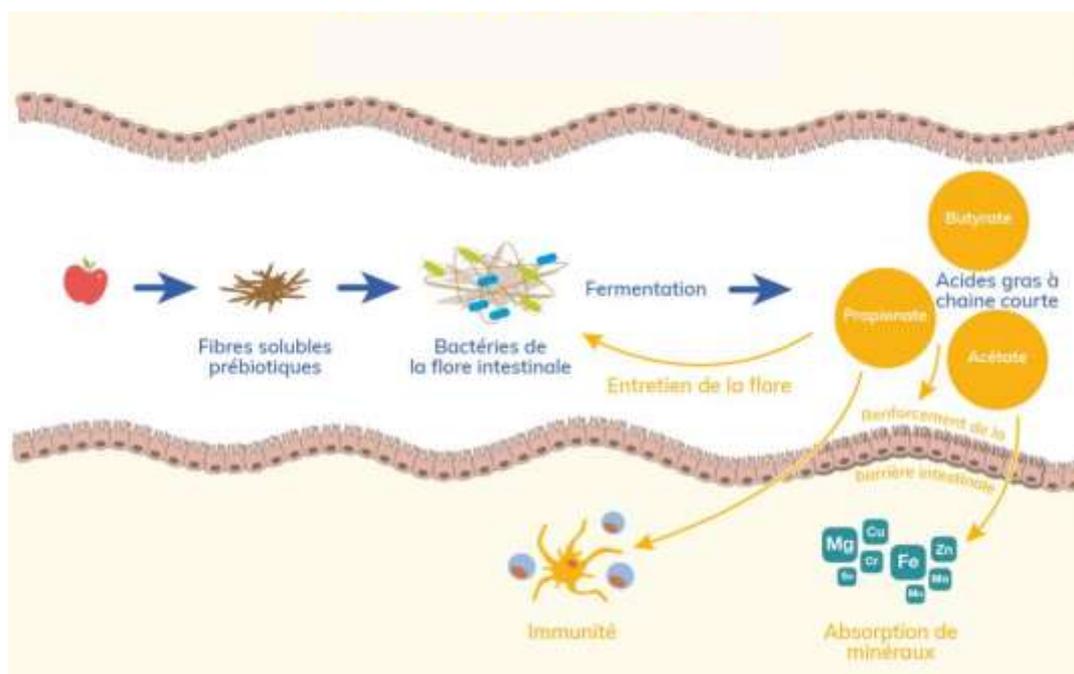


Figure 2.5. Effets des fibres prébiotiques.

Certains fabricants de produits laitiers ajoutent des prébiotiques à leurs produits pour renforcer le profil nutritionnel. Ces prébiotiques sont conçus pour servir de source de nourriture aux bactéries probiotiques présentes dans l'intestin, ce qui favorise leur croissance et activité. Les produits laitiers fermentés, tels que le yaourt contient des bactéries probiotiques vivantes qui, lorsqu'elles atteignent l'intestin, peuvent bénéficier de l'apport en prébiotiques. Les bactéries probiotiques peuvent utiliser les prébiotiques comme source de nutriments, ce qui favorise leur survie et leur action bénéfique. Outre le yaourt, d'autres produits laitiers tels que les boissons à base de lait, les fromages à pâte molle et les produits à base de lait en poudre peuvent être enrichis en prébiotiques pour offrir des avantages supplémentaires pour la santé.

2.2.1. Les critères de reconnaissance

Les critères de reconnaissance des prébiotiques sont définis par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Ils sont basés sur les conditions suivantes :

- ◆ **Résistance à la digestion** : Un prébiotique doit être résistant à la digestion dans l'estomac et l'intestin grêle, de sorte qu'il puisse atteindre l'intestin grêle et le côlon inchangé. Il doit donc échapper à la dégradation par les enzymes digestives humaines, notamment l'amylase, la maltase et la sucrase.
- ◆ **Fermentation par les bactéries intestinales** : Les prébiotiques doivent servir de source de nourriture pour les bactéries bénéfiques présentes dans le côlon. Les bactéries probiotiques, telles que les bifidobactéries et les lactobacilles, ainsi que d'autres bactéries commensales, devraient être capables de fermenter le prébiotique pour produire des métabolites bénéfiques, tels que des acides gras à chaîne courte.
- ◆ **Stimuler la croissance des bactéries bénéfiques** : Les prébiotiques doivent favoriser la croissance et l'activité du microbiote intestinal, en particulier celles qui sont associées à des avantages pour la santé. Cela contribue à un équilibre sain de la flore intestinale.
- ◆ **Bénéfices pour la santé** : Les prébiotiques doivent être associés à des bénéfices pour la santé, tels que l'amélioration de la santé digestive, le renforcement du système immunitaire, la réduction de l'inflammation et d'autres effets positifs sur la santé.
- ◆ **Innocuité** : Les prébiotiques doivent être sans danger, non toxiques et bien tolérés et sûrs pour la consommation humaine, ce qui signifie qu'ils ne devraient pas entraîner d'effets indésirables significatifs lorsqu'ils sont consommés dans les quantités recommandées.

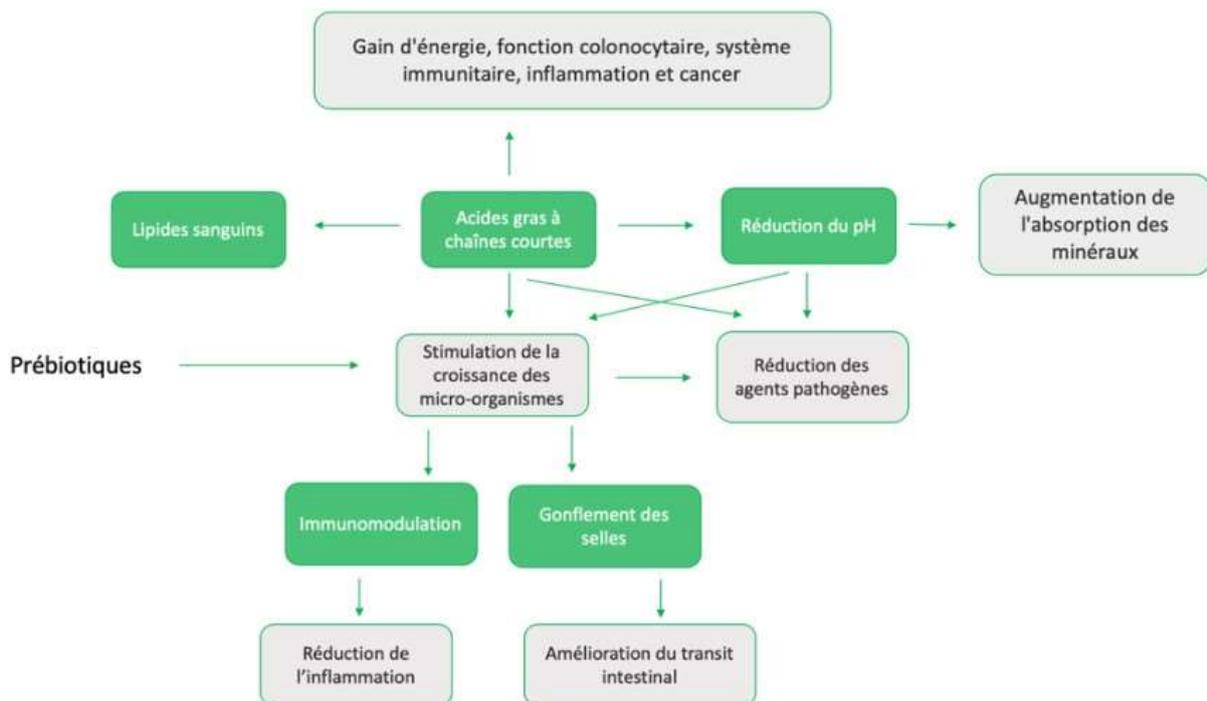


Figure 2.6. Propriétés des prébiotiques.

2.2.2. Nature et propriétés

Les prébiotiques les plus courants sont des **glucides non-digestibles** et des **fibres solubles**, d'origine naturelle ou synthétique, qui modulent de façon ciblée la flore intestinale. Les principaux types de prébiotiques sont :

- ◆ **Inuline** : L'inuline est un prébiotique soluble dans l'eau qui est souvent ajouté aux produits laitiers. Elle est extraite de sources naturelles telles que l'ail, les oignons, les topinambours et la chicorée.
- ◆ **Fructo-oligosaccharides (FOS)** : Les FOS sont des prébiotiques dérivés de sucres tels que le saccharose. Ils sont résistants à la digestion dans l'estomac et l'intestin grêle, atteignent le côlon intact et servent de source de nourriture aux bactéries bénéfiques.
- ◆ **Galacto-oligosaccharides (GOS)** : Les GOS sont des prébiotiques composés de galactose et de glucose. Ils sont naturellement présents dans le lait maternel et sont également disponibles sous forme de complément alimentaire.
- ◆ **Lactulose** : Le lactulose est un prébiotique qui n'est pas naturellement présent dans les produits laitiers, mais qui peut être utilisé pour enrichir leur contenu en prébiotiques. Il stimule la croissance des bifidobactéries et favorise la régularité intestinale.

Les prébiotiques dans les produits laitiers peuvent aider à maintenir un équilibre sain de la flore intestinale en favorisant la croissance des bactéries bénéfiques, telles que les bifidobactéries et les lactobacilles, ce qui peut contribuer à une meilleure santé digestive. Une flore intestinale équilibrée est également associée à des effets positifs sur le système immunitaire. Un microbiote intestinal équilibré favorisé par les prébiotiques peut jouer un rôle dans le renforcement du système immunitaire, aidant ainsi à prévenir les infections et peut jouer un rôle dans la réduction de l'inflammation dans le tractus gastro-intestinal, ce qui peut être bénéfique pour les personnes atteintes de troubles inflammatoires de l'intestin. Cela peut contribuer à réduire les problèmes gastro-intestinaux tels que la diarrhée, la constipation et les ballonnements.

2.3. Les antioxydants naturels

Les **antioxydants naturels** sont des substances qui protègent les cellules de l'organisme des dommages causés par les **radicaux libres**, diminuant ainsi le **stress oxydant**. Les radicaux libres sont des molécules instables qui peuvent endommager les cellules, ce qui peut entraîner un certain nombre de problèmes de santé, notamment le cancer, les maladies cardiaques et le vieillissement prématuré. Le stress oxydant est le résultat d'un déséquilibre de la balance entre les espèces oxydantes ou espèces réactives de l'oxygène (ROS : Reactive Oxygen Species) et les systèmes de défense (antioxydants), avec comme conséquence, l'apparition de dégâts souvent irréversibles pour la cellule.

Tableau 2.1. Sources de stress oxydant endogènes et exogènes.

Mode de vie
Tabagisme
Faible consommation en fruits et légumes
Alcool
Médicaments`
Pilule contraceptive
Exposition au soleil
Exercice intense ou mal géré
Environnement
Pollution
Ozone
Amiante
Radiations
Contacts avec des substances cancérogènes
Mécanismes biochimiques
Xanthine-oxydase (ischémie-reperfusion)
Inflammation Altération de la fonction endothéliale
Surcharge en fer
Oxydation de l'hémoglobine
Altérations mitochondriales
Biosynthèse des prostaglandines
Interventions chirurgicales (Circulation extra-corporelle, transplantations)

Les antioxydants transforment les radicaux en composés plus stables et bloquent la phase de propagation. Un tel effet résulte d'une structure de donneurs de H• souvent aromatique. Cela empêche les molécules réactives de provoquer des dommages dans la cellule.

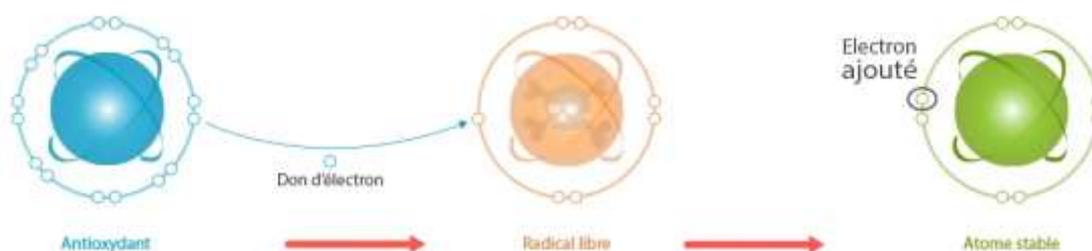


Figure 2.7. Action des antioxydants sur les radicaux libres.

2.3.1. Origine des antioxydants

L'organisme possède des systèmes endogènes dédiés à cette action protectrice. Cependant, cette ligne de défense est facilement saturée. De nombreux antioxydants exogènes sont également présents dans l'alimentation apportant un soutien significatif dans la lutte antioxydante. Nous les trouvons dans les fruits (pommes, poires, fruits rouges ...), les légumes (brocoli, oignon ...), les boissons (café, thé ...) ainsi que dans les épices, le cacao ou encore les céréales. Ces antioxydants sont surtout connus pour leur capacité à réagir directement avec les radicaux libres en les « neutralisant » par réaction de réduction. Ainsi, les antioxydants peuvent être classés en deux catégories :

- 1) Les **enzymes antioxydantes** directement synthétisées par l'organisme (telles que la superoxyde dismutase, glutathion, peroxydase et catalase) qui agissent comme inhibiteurs d'enzymes oxydantes.
- 2) Les **nutriments antioxydants** dont les apports sont nécessaires par l'alimentation, agissant comme chélateurs de métaux et piègeurs de radicaux libres.

2.3.2. Types d'antioxydants naturels

Il existe de nombreux types d'antioxydants naturels, qui peuvent être classés en trois catégories principales : **(1)** les vitamines, **(2)** les oligoéléments et **(3)** les polyphénols.

2.3.2.1. Les vitamines

Les vitamines antioxydants comprennent la vitamine C, la vitamine E et le β carotène.

- ♦ La **vitamine C (acide ascorbique)** est une molécule hydrophile que l'on retrouve dans de nombreux fruits et légumes, notamment les agrumes, les baies, les poivrons et les tomates. C'est une vitamine très fragile qui peut facilement être dégradée. La vitamine C intervient dans de nombreux métabolismes et renforce les défenses naturelles de l'organisme
- ♦ La **vitamine E (tocophérol)** est une vitamine liposoluble présente en grande quantité dans les huiles végétales, les noix et les graines. Elle recouvre un ensemble de huit molécules organiques, 4 tocophérols et 4 tocotriénols. C'est un puissant antioxydant, limitant quasi essentiellement la peroxydation lipidique.
- ♦ Le **β carotène** est le plus connu sont des précurseurs de la vitamine A. Il joue le rôle de pigments colorés jaunes à rouge dans beaucoup de fruits et de légumes. L'effet protecteur du β -carotène contre le cancer est lié à ses capacités immunostimulantes.

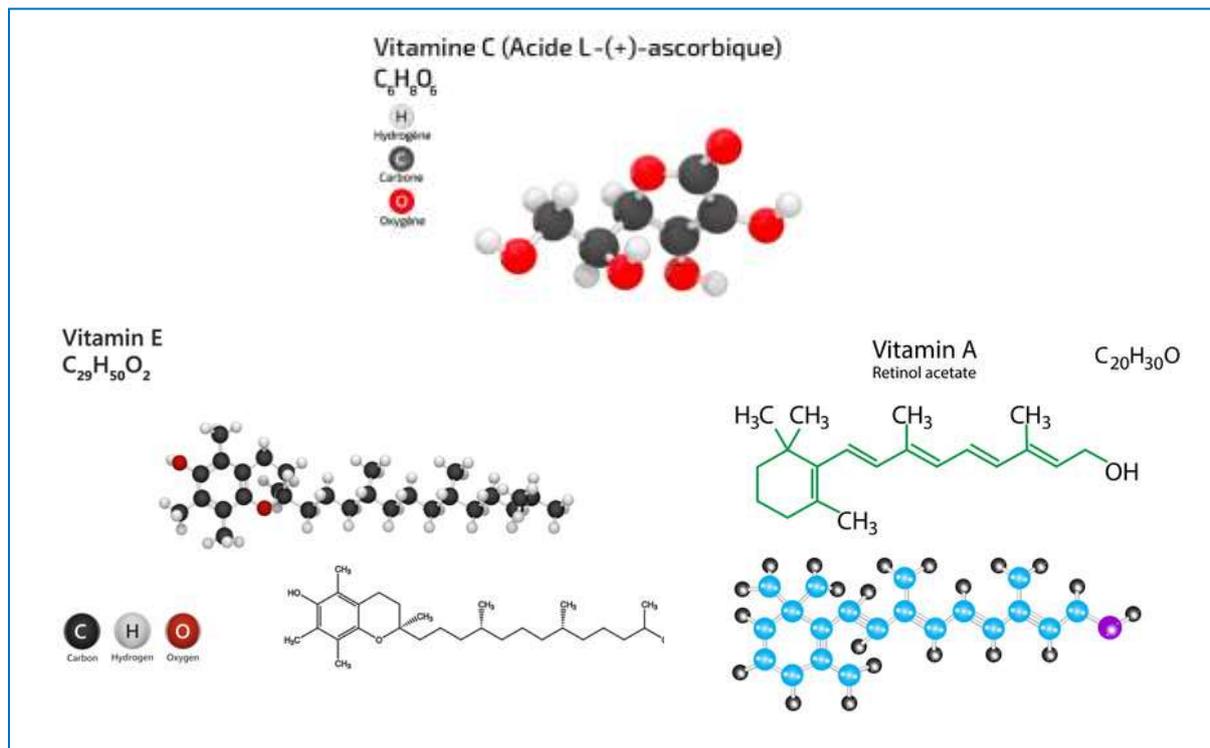


Figure 2.8. Structure chimique des vitamines C, D et E.

2.3.2.2. Les oligoéléments

Les oligo-éléments sont une classe de nutriments nécessaires, en quantité très faible, à la vie d'un organisme. Ce ne sont pas des antioxydants en tant que tels, mais ce sont des cofacteurs indispensables pour des réactions métaboliques d'enzymes antioxydants comme le superoxyde dismutase, la glutathion peroxydase et la catalase. L'apport par l'alimentation, en quantité raisonnable, est crucial. Un apport excessif en oligo-éléments peut entraîner de sérieux dysfonctionnements. Il s'agit principalement du :

- ♦ Le **sélénium** : est un oligo-élément constituant des sélénoprotéines dont fait partie le principal antioxydant intracellulaire, la glutathion peroxydase. Il est principalement localisé dans le foie, les reins, le sang, le cerveau, le muscle cardiaque et les testicules. On le retrouve notamment dans le bœuf, le lait, les céréales et certains légumes et fruits secs et le poisson. Il joue également le rôle de détoxification des métaux lourds comme le cadmium.
- ♦ Le **zinc** : est un cofacteur de la superoxyde dismutases (SOD). On retrouve le zinc dans les huitres, le foie de veau et la viande de bœuf, les œufs, les produits laitiers et les céréales. Le zinc a également comme fonction de protéger le groupement thiol des protéines. De plus, il peut lutter contre la formation des ROS induite par le fer ou le cuivre.

Il semblerait que les personnes atteintes de maladies dégénératives aient un rapport Cuivre/Zinc plus élevé que la moyenne. De plus, une carence en zinc est souvent liée à (i) un stress oxydant plus important et à (ii) l'apparition de pathologies chroniques.

- ◆ Le **cuivre** est présent surtout dans le foie, les huitres et le chocolat noir. Néanmoins, il joue également un rôle important dans l'initiation des réactions produisant des ROS de par ses propriétés de métal de transition, tout comme le fer. Une concentration importante en cuivre pourra être le révélateur d'un stress oxydant. Le cuivre est un des cofacteurs essentiels de la SOD étant donné sa facilité à passer de l'état réduit à l'état oxydé.
- ◆ Le **manganèse** est retrouvé principalement dans le quinoa, le seigle, le riz complet, le soja, l'avocat, le jaune d'œuf, les haricots verts, les épinards, le thé vert, les huitres, l'huile d'olive et les noix. Le manganèse est présent en grande quantité dans les mitochondries du muscle squelettique, du foie, du pancréas et du rein.

2.3.2.3. Les polyphénols

Les **polyphénols** sont **métabolites secondaires**, qui constituent une famille de molécules organiques hydrosolubles très largement répandues dans le règne végétal. Ils se trouvent dans divers organes des plantes : racines, tiges, bois, feuilles, fleurs et fruits. Les polyphénols sont des molécules biologiques actives possédant un ou plusieurs **cycles benzéniques** et portant une ou plusieurs **fonctions hydroxyles** (OH) ainsi que des **groupes fonctionnels** (méthyle ester, glycoside...).

Ces composés sont en général classés en **flavonoïdes**, **acides phénoliques**, **tanins**, **coumarines**, **xanthones**, **lignanes** et **stilbènes**. Le groupe des flavonoïdes comprend principalement : flavonols, flavanones, flavones, isoflavonones, anthocyanines, proanthocyanidines et flavanols. Les flavonoïdes sont responsables de la couleur variée des fleurs et des fruits et représentent une source importante d'antioxydants dans notre alimentation. L'acide phénolique (ou acide-phénol) est un composé organique possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. Ils sont représentés par deux sous-classes, les acides hydroxybenzoïques et les acides hydroxycinnamiques. Les tanins (hydrolysables ou condensés) sont des composés polyphénoliques, hydrosolubles, de structures variées et ayant en commun la propriété de tanner la peau, c'est-à-dire de rendre imputrescible. Ces tanins ont en effet la propriété de se combiner aux protéines, ce qui explique leur pouvoir tannant.

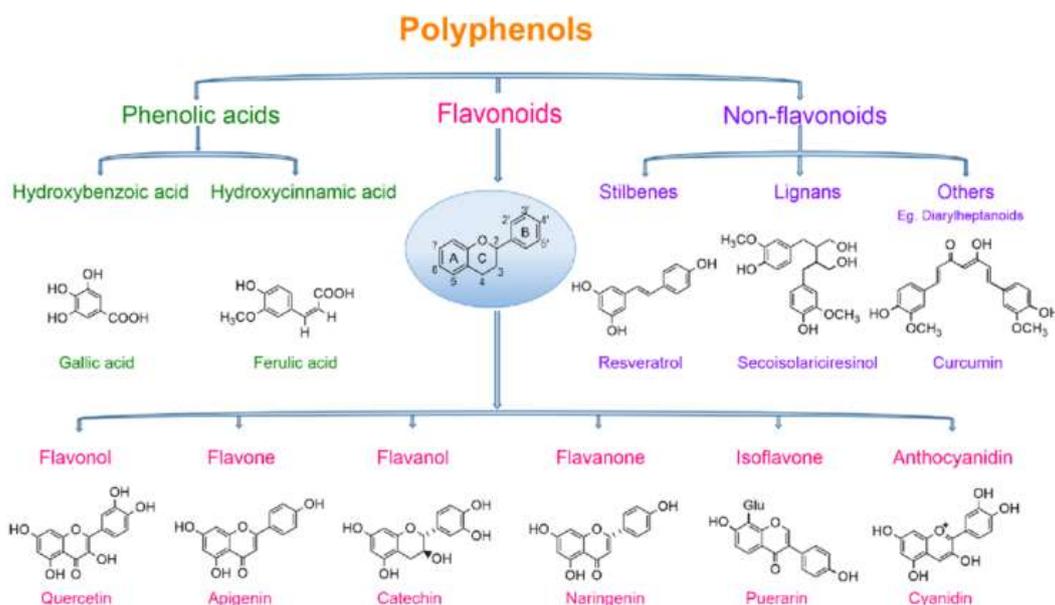


Figure 2.9. Classification des polyphénols.

2.4. Les phytostérols

Les phytostérols, également appelés stérols végétaux, sont des composés naturels que l'on trouve dans les plantes. Ils sont structurellement similaires au cholestérol, un stérol que l'on trouve dans les cellules animales. Les phytostérols sont connus pour avoir plusieurs effets bénéfiques pour la santé, notamment la réduction du taux de cholestérol sanguin.

Tableau 2.2. Teneur en phytostérols de quelques aliments.

Aliments	Portions	Teneur en phytostérols
Graines de sésame déshydratées	60 ml	264 mg
Huile de maïs	15 ml (1 c. à soupe)	136 mg
Huile de sésame	15 ml (1 c. à soupe)	121 mg
Huile de germe de blé	15 ml (1 c. à soupe)	77 mg
Pistaches rôties à sec	60 ml (1/4 tasse)	77 mg
Huile de carthame	15 ml (1 c. à soupe)	62 mg
Graines de tournesol déshydratées	60 ml (1/4 tasse)	59 mg
Noix de pin (pignons) déshydratées	60 ml (1/4 tasse)	59 mg
Noix de cajou rôties à sec	60 ml (1/4 tasse)	52 mg
Huile de lin	15 ml (1 c. à soupe)	47 mg
Amandes non blanchies rôties à l'huile	60 ml (1/4 tasse)	47 mg
Noix de macadamia	60 ml (1/4 tasse)	42 mg
Noisettes, avelines, non blanchies, rôties à sec	60 ml (1/4 tasse)	40 mg
Pacanes rôties à l'huile	60 ml (1/4 tasse)	39 mg
Huile de soya	15 ml (1 c. à soupe)	35 mg
Orange de la Californie	1 fruit moyen	34 mg
Huile d'olive	15 ml (1 c. à soupe)	31 mg
Huile de noix	15 ml (1 c. à soupe)	25 mg
Asperges bouillies	125 ml (1/2 tasse)	22 mg
Noix de Grenoble déshydratées	60 ml (1/4 tasse)	22 mg

2.4.1. Structure et propriétés

Les phytostérols sont des dérivés du squalène, un composé hydrocarboné qui est également un précurseur du cholestérol. Ils sont constitués d'un noyau cyclopentanepéridanthrène, avec quatre chaînes latérales attachées. Les phytostérols les plus courants sont le β -sitostérol, le campestérol et le stigmastérol. Le β -sitostérol est le phytostérol le plus abondant dans l'alimentation humaine. Les phytostérols ont des propriétés similaires au cholestérol. Ils sont insolubles dans l'eau, mais ils sont solubles dans les graisses et peuvent être absorbés par l'intestin grêle. Les phytostérols ont la capacité de se fixer aux récepteurs du cholestérol dans l'intestin grêle. Cela empêche l'absorption du cholestérol alimentaire.

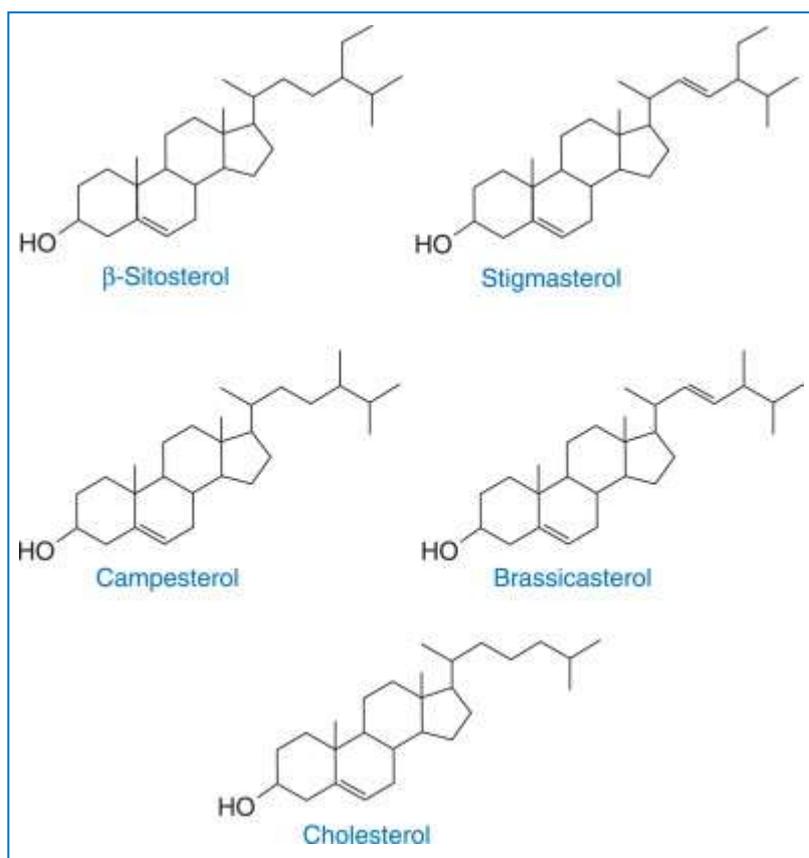


Figure 2.10. Structure des phytostérols.

2.4.2. Sources alimentaires

Les phytostérols sont présents dans une grande variété d'aliments d'origine végétale, notamment :

- ◆ Huiles végétales : huile d'olive, huile de tournesol, huile de soja ;
- ◆ Noix : amandes, noix de cajou, noix du Brésil ;
- ◆ Graines : graines de tournesol, graines de lin, graines de chia ;
- ◆ Légumes : avocat, soja, haricots ;
- ◆ Fruits : agrumes, pommes, baies.

2.4.3. Bénéfices pour la santé

Les phytostérols sont reconnus pour leurs bienfaits pour la santé, notamment :

- ◆ **Réduction du cholestérol LDL** : les phytostérols ont la capacité de se lier aux sels biliaires dans l'intestin grêle. Cela peut entraîner une diminution de l'absorption du cholestérol LDL (le "mauvais" cholestérol), qui est le type de cholestérol qui contribue à la formation de plaques dans les artères.
- ◆ **Réduction du risque de maladies cardiovasculaires** : la réduction du cholestérol LDL peut contribuer à réduire le risque de maladies cardiovasculaires, telles que les crises cardiaques et les accidents vasculaires cérébraux, notamment les maladies coronariennes, en empêchant l'accumulation de plaques dans les artères.
- ◆ **Réduction du risque de cancer** : certaines études ont montré que les phytostérols peuvent contribuer à réduire le risque de certains types de cancer, tels que le cancer du côlon et du sein.
- ◆ **Abaissement de la pression artérielle** : Certaines études suggèrent que les phytostérols pourraient avoir un effet bénéfique sur la réduction de la pression artérielle, ce qui contribuerait également à réduire le risque de maladies cardiovasculaires.
- ◆ **Effets antioxydants** : Les phytostérols ont des propriétés antioxydantes, ce qui signifie qu'ils peuvent aider à neutraliser les radicaux libres dans le corps, réduisant ainsi le stress oxydatif et contribuant à la prévention de diverses maladies liées à l'oxydation cellulaire.
- ◆ **Effets anti-inflammatoires** : Les phytostérols peuvent avoir des propriétés anti-inflammatoires, ce qui peut contribuer à la réduction de l'inflammation dans le corps, un facteur de risque pour de nombreuses maladies chroniques.
- ◆ **Bienfaits pour la santé intestinale** : Les phytostérols peuvent soutenir une flore intestinale saine en modulant l'absorption du cholestérol et en favorisant l'équilibre des bactéries intestinales.

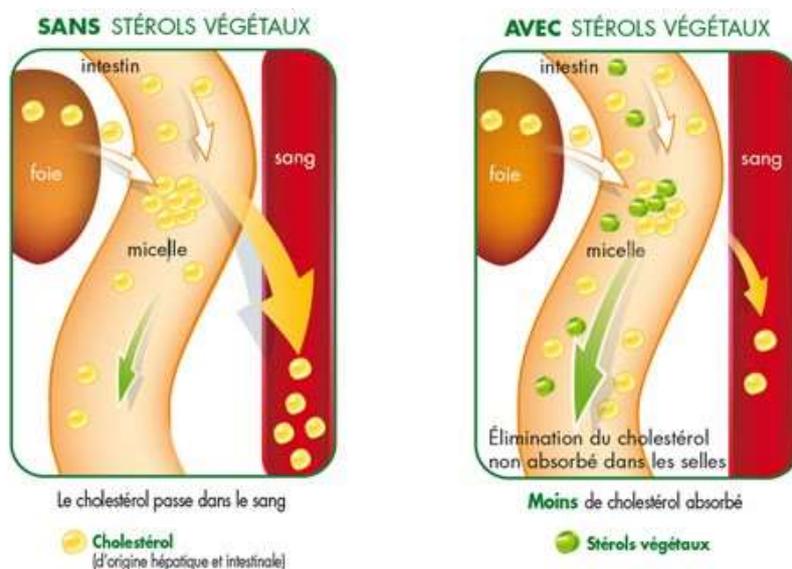


Figure 2.11. Stérols végétaux et cholestérol.

2.5. Les phytoœstrogènes

Les phytoœstrogènes constituent un groupe de composés non stéroïdiens, produits naturellement par les plantes, qui du fait de la similarité de leur structure moléculaire avec l'œstrogène, une hormones sexuelles féminines, ont la capacité de provoquer des effets œstrogéniques.

2.5.1. Sources et structures

Les plantes à activité œstrogénique suscitent beaucoup d'intérêt, tant chez les intervenants en santé naturelle que chez les scientifiques : plus de 600 ont été recensées. De ce nombre, quelques dizaines seulement contiennent suffisamment de phytoœstrogènes assimilables par l'alimentation. Parmi les plantes alimentaires, le soja et les graines de sont les principales sources de phytoœstrogènes. Du côté non alimentaire, le trèfle rouge constitue la source la plus étudiée. Les deux grandes classes de composés phytoœstrogéniques qui ont le plus retenu l'attention des chercheurs sont les isoflavones et les lignanes.

2.5.1.1. Isoflavones

Plusieurs substances similaires font partie du groupe des isoflavones. La génistéine et la daidzéine sont principalement présentes dans le soja et le trèfle rouge, mais dans des proportions différentes. Dans le trèfle rouge on a découvert deux autres isoflavones, soit la formononétine et la biochanine A. Le soja renferme aussi de la glycitéine. Les isoflavones ont une affinité plus grande avec les récepteurs d'œstrogènes que les lignanes, car ces dernières ne deviennent des phytoœstrogènes actives qu'une fois transformées par la digestion. Les principaux axes de recherches ont porté sur la réduction des symptômes de la ménopause, la réduction du taux de cholestérol, ainsi que la prévention de l'ostéoporose et du cancer.

2.5.1.2. Les lignanes

Il existe des centaines de lignanes dans les végétaux. Pour que ces phytoœstrogènes deviennent actifs dans l'organisme humain, ils doivent être d'abord métabolisés par les bactéries intestinales. Les graines de lin qui fournissent également des oméga 3 sont, de loin, la meilleure source alimentaire de lignanes : elles en contiennent environ 86 mg par portion de 30 g. On en trouve aussi, mais beaucoup moins, dans les graines (sésame, citrouille, tournesol), dans les grains entiers et leur son (seigle, avoine, orge). Il semblerait que des graines de lins ont des effets sur le taux de cholestérol, sur les symptômes de la ménopause et sur la prévention de l'ostéoporose après la ménopause.

2.6. Les aliments fonctionnels et les syndromes métaboliques

Les aliments fonctionnels sont des aliments qui, en plus de leurs propriétés nutritives, présentent des effets bénéfiques pour la santé. Ils peuvent contribuer à prévenir ou à traiter certaines maladies chroniques, notamment les syndromes métaboliques.

2.6.1. Les syndromes métaboliques

Tout ce que l'on appelle **syndrome** ou **trouble métabolique** fait référence à une difficulté particulière dans la gestion du métabolisme de la cellule. Cela entraîne en l'occurrence différentes difficultés dont notamment le fait que la cellule peine à se nourrir et à récupérer de l'énergie. C'est un phénomène évolutif qui s'installe au sein de l'individu.

Les syndromes métaboliques sont un **ensemble de facteurs de risque** (l'obésité abdominale, l'hypertension artérielle, l'hyperglycémie à jeun et les taux élevés de triglycérides) qui augmentent le risque de maladies cardiovasculaires, de diabète de type 2 et d'autres maladies chroniques.

2.6.2. Effet sur la santé

Les aliments fonctionnels peuvent contribuer à prévenir ou à traiter les syndromes métaboliques de plusieurs façons. Ils peuvent :

- ◆ **Aider à contrôler le poids** : certains aliments fonctionnels, tels que les aliments riches en fibres, peuvent aider à contrôler le poids en favorisant la sensation de satiété et en réduisant l'apport calorique.
- ◆ **Réduire l'inflammation** : l'inflammation est un facteur important dans le développement des syndromes métaboliques. Certains aliments fonctionnels, tels que les aliments riches en antioxydants, peuvent aider à réduire l'inflammation.
- ◆ **Améliorer la sensibilité à l'insuline** : l'insuline est une hormone qui aide le corps à absorber le glucose du sang. Les syndromes métaboliques sont souvent associés à une résistance à l'insuline. Certains aliments fonctionnels, tels que les aliments riches en fibres solubles, peuvent aider à améliorer la sensibilité à l'insuline.

Exemples d'aliments fonctionnels bénéfiques pour les syndromes métaboliques :

- ◆ **Fruits et légumes** : les fruits et légumes sont riches en fibres, en antioxydants et en vitamines et minéraux. Ils sont donc bénéfiques pour la santé en général, et pour les syndromes métaboliques en particulier.
- ◆ **Céréales complètes** : les céréales complètes sont riches en fibres et en nutriments. Elles peuvent aider à contrôler le poids, réduire l'inflammation et améliorer la sensibilité à l'insuline.

- ◆ **Légumineuses** : les légumineuses sont riches en fibres, en protéines et en nutriments. Elles peuvent aider à contrôler le poids, réduire l'inflammation et améliorer la sensibilité à l'insuline.
- ◆ **Noix et graines** : les noix et les graines sont riches en fibres, en protéines, en graisses saines et en nutriments. Elles peuvent aider à contrôler le poids, réduire l'inflammation et améliorer la sensibilité à l'insuline.
- ◆ **Produits laitiers fermentés** : les produits laitiers fermentés, tels que le yogourt et le kefir, sont riches en probiotiques. Les probiotiques peuvent aider à améliorer la santé intestinale, ce qui peut avoir un impact positif sur les syndromes métaboliques.

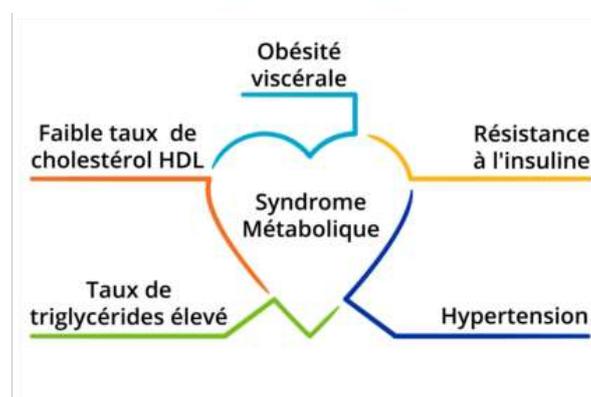
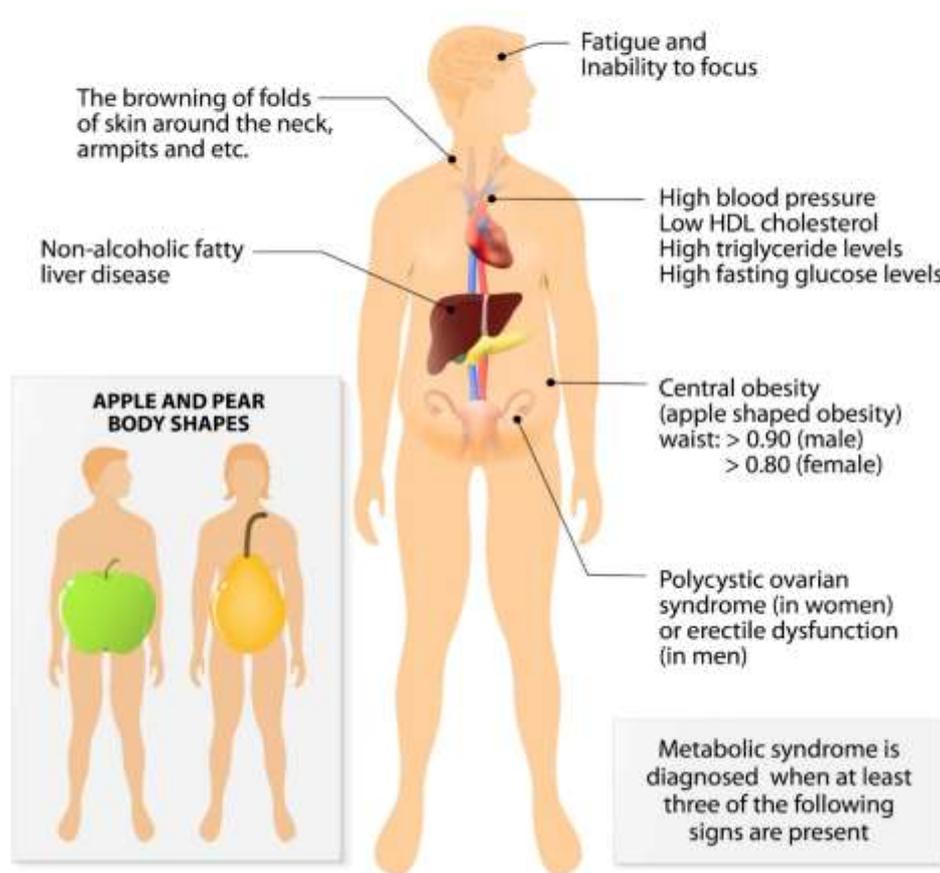


Figure 2.12. Les symptômes du syndrome métabolique.