

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
**Université A. MIRA - Bejaia**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département des Sciences Alimentaires**  
**Spécialité : Sciences alimentaires**  
**Option : Production et transformation laitière**



Réf:.....

Mémoire de Fin de Cycle  
En vue de l'obtention du diplôme

**MASTER**

*Thème*

***Les aliments fonctionnels : Formulation d'un yaourt  
fonctionnel à base de Syzygium aromaticum***

Présenté par :  
**BELLOUL Aida et ZOURANE Katia**

Devant le jury composé de :

M <sup>me</sup> . OUCHEMOUKH Nadia	MCA	Présidente
M <sup>me</sup> . HAMRI Sabrina	MCA	Encadreur
M <sup>me</sup> . AOUDIA Hassiba	MCA	Examineur

**Année universitaire : 2019 / 2020**

## *Remerciements*

*Avant tout, nous remercions "Allah" le tout puissant qui nous a accordé le courage, la volonté et la force pour accomplir ce modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.*

*Je tiens à adresser mes sincères remerciements à Madame Hamri d'avoir accepté d'encadrer ce travail; de m'avoir soutenu, encouragé et avec qui j'ai pu achever ce mémoire.*

*Nos remerciements sont adressés également aux membres du Jury qui ont pris sur leur temps et ont bien voulu accepté de juger ce modeste travail.*

*A ceux qui m'ont tout donné sans rien en retour, a ceux qui m'ont encouragé et soutenu dans les moments les plus durs et ceux à qui je dois tant, a mes*

*Parent, pour leur amour et leur support affectif, que ce travail soit le témoignage de mon amour.*

*A mes chères sœurs, zidomma , kamla , nabila , et dalila pour leurs encouragements, que Dieu vous garde en bonne santé et à mes cotés.*

*A mes frères Abde el wehab, nabil et tarek.*

*A mes chères amies: ourdia, etkhadidja*

*Avec lesquelles j'ai passé les plus beaux moments.*

*A mon cher binôme Katia avec laquelle j'ai partagé ce travail, il lui souhaite plein de bonheur, réussite et une bonne santé.*

*Et a tout mes camarades de la promotion de production et transformation laitière : 2020/2021*

*Aida*

## *Remerciement*

*« Louange à Dieu de nous avoir éclairé sur le droit chemin de nous avoir accordé la connaissance de la science »*

*Au terme de ce projet, je tiens à remercier sincèrement Dieu, pour sa miséricorde et Pour m'avoir accordée courage et santé pour réaliser ce travail.*

*Que mes vifs remerciements aillent à ma source de bonheur, la prunelle de mes yeux, ma mère Houria, et mon cher père Mahmoud ; pour tous leurs sacrifices et leurs efforts qu'ils ont fait pour mon éducation et ma formation.*

*Je remercie aussi mes très chères sœurs Sorya, Souad, Sabiha, et mon unique frère Akli pour toutes leurs affections et surtout leurs soutiens moraux.*

*Mes remerciements s'étendent également à une personne très particulière à moi, Nounour ; pour ses encouragements, son aide et sa compréhension et pour qui à mon tour je souhaite un radieux avenir avec plein de réussite.*

*Je remercie également mon binôme Aïda qui a partagé avec moi les moments difficiles pour finaliser ce modeste travail ;*

*Ainsi que, mon unique meilleure copine Amel avec qui j'ai partagé d'agréables moments mémorables et gravés à jamais ;*

*A mes deux copines de chambre universitaire, Djidji et Wissam, qui n'ont jamais arrêté de me booster vers l'avant et de me soutenir durant mon parcours d'étude.*

*Je remercie du fond du cœur, Mlle Touati et Mme Chougui pour toutes leurs aides précieuses, motivations, générosité, qu'elles trouvent dans ce travail un hommage vivant à leurs hautes personnalités.*

*En second, je tiens à remercier notre promotrice Mme Hamri, pour sa confiance, ses bons conseils. Je remercie les membres de jury d'avoir bien voulu accepter de juger notre travail, je vous en suis très reconnaissante et en espérant être à la hauteur de votre confiance. Notre profonde gratitude au Chef de département Mr Boudries, et à tous les enseignants et enseignantes du département de biologie qui ont contribué à notre formation durant les cinq années de graduation ainsi qu'à la secrétaire de l'administration qui m'a été tant gentille.*

*Enfin, je remercie tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail et tous mes adorables amis (es) de FSNV. **katia***

# Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction..... 01

## Chapitre I : aliments fonctionnel et nouveaux produits

1. Aliment fonctionnel ou " <i>functional food</i> " .....	03
1.1 Nouvel aliment ou " <i>novelfood</i> " .....	05
1.2 Les allégations.....	06
1.2.1 Allégations générales.....	06
1.2.2 Allégations nutritionnelles.....	06
1.2.3 Allégations de santé.....	07
1.3 Nutrition et santé humaine.....	07

## Chapitre II: Généralités sur le yaourt

2 Définition du lait.....	09
3 Définition du yaourt.....	09
3.1.Historique.....	09
3.2Consommation de yaourt en Algérie .....	10
3.3Matières premières et composition de yaourt.....	10
a. Les glucides.....	11
b. Les protéines.....	11
c. Les lipides .....	11
d. Les minéraux.....	11
e. Les vitamines.....	12
3.4 Caractéristiques générales des bactéries de yaourt.....	12
3.4.1. <i>Streptococcus thermophilus</i> .....	13
3.4.2 <i>Lactobacillus bulgaricus</i> .....	13

3.4.3Intérêt et fonction des bactéries de yaourt .....	13
a. Production d'acide lactique.....	14
b. Activité protéolytique.....	15
c. Activité aromatique.....	15
d. Activité texturant.....	15
4. Comportements associatif des deux souches .....	15
5.Utilisations industrielles des bactéries lactiques.....	16
6. Principaux facteurs influençant le métabolisme des bactéries lactiques .....	18
6.1. Facteur physique.....	18
6.2 Facteur chimique.....	18
6.3Facteurs microbiologiques.....	19
7. Les Types de yaourt.....	20
8. Les grandes étapes de fabrication de yaourt.....	20
a. Standardisation et homogénéisation de mélange.....	20
b. Traitement thermique.....	20
c. Fermentation lactique.....	21
d. Conditionnement et stockage.....	21
9.Structure et comportement rhéologique du yaourt.....	23
10. Le yaourt et ses bienfaits.....	23

### **Chapitre III: Herbes , épice et produits laitiers.**

3. Herbes, épices et produits latiers .....	25
4. Application potentielle d'herbes et d'épices et de leurs effets sur les produits laitiers.....	25
4.1.Herbes et épices.....	26
4.2.Classification des herbes et épices.....	26
4.3.Les composés bioactifs d'herbes et d'épices.....	27
4.4 Rôles fonctionnels des herbes et épices.....	27
4.5Application d'herbes et d'épices dans les produits laitiers.....	32
5.Effet de l'utilisation d'herbes et d'épices dans le yaourt.....	33
<b>Conclusion.....</b>	<b>36</b>

### **Références bibliographiques**

### **Résumé**

## Liste des tableaux

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>I.</b>	Sources d'herbes et d'épices	<b>27</b>
<b>II.</b>	Contenu phénolique total des herbes et épices culinaires courantes	<b>28</b>
<b>III.</b>	Composés bioactifs de certaines épices et herbes	<b>29</b>
<b>IV.</b>	Effets thérapeutiques rapportés des épices dans différentes maladies	<b>30</b>
<b>V.</b>	Propriétés antimicrobiennes de certaines herbes et épices	<b>31</b>

## Liste des figures

<b>Figures</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Positionnement et définition des aliments fonctionnels	<b>03</b>
<b>02</b>	Interaction entre la génétique, la nutrition et l'activité physique influence la santé spirituelle, mentale et physique	<b>08</b>
<b>03</b>	Photographie de <i>S. thermophilus</i>	<b>13</b>
<b>04</b>	photographie de <i>L. Bulgaricus</i>	<b>14</b>
<b>05</b>	Schéma illustrant les interactions de <i>St. thermophilus</i> et <i>Lb. bulgaricus</i>	<b>17</b>
<b>06</b>	Diagramme de fabrication du yaourt	<b>22</b>
<b>07</b>	Les herbes et épices les plus utilisés	<b>26</b>
<b>08</b>	Exigences relatives aux herbes et épices dans les produits laitiers	<b>32</b>

## Liste des abréviations

**ACS** : American Cancer Society

**F.A.O**: Food and Agriculture Organization

**MG** : Matière grasse.

**ssp**: sous espèce

**°C** : degré Celsius

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** : Hydroxyde d'Oxygène

**sp** : espèce

**S**: Streptococcus

**L** :Lactobacillus

**EPS** : exopolysaccharide



## Introduction

---

Dans le passé, les aliments étaient reconnus principalement pour leur apport en substances nutritives nécessaires au fonctionnement normal du corps. Cependant, au cours des deux dernières décennies, les consommateurs sont passés du simple besoin de satisfaire la faim à la consommation d'aliments pour le maintien du bien-être et la réduction des risques de maladie. Compte tenu des tendances en matière de demande des consommateurs, l'industrie alimentaire a mis sur le marché une nouvelle catégorie de produits nommés « aliments fonctionnels ». Il s'agit d'aliments qui offrent certains bienfaits pour la santé. Essayer de créer des aliments fonctionnels des bienfaits pour la santé est devenu d'un grand intérêt pour les chercheurs dans le monde entier. Le yaourt enrichi en antioxydants naturels et autres nutriment peuvent être une alternative **(Jayalalitha et al., 2019)**.

Le yaourt est l'un des produits sains et nutritifs les plus consommés dans le monde entier. Le yaourt a une meilleure digestibilité des protéines que le lait et de nombreux pleins effets positifs sur la santé en fournissant au corps humain des prébiotiques et probiotiques **(Shi et al., 2017; Dabija et al., 2018, Zhi et al., 2018)**. Les bienfaits pour la santé du yaourt ont été prouvés dans de nombreuses études. Le yaourt est un véhicule idéal pour plusieurs ingrédients sains tels que les prébiotiques, probiotiques, herbes, épices, antioxydants, légumes, fruits, fibres, etc. **(Jayalalitha et al., 2019)**. De ce fait, la fonctionnalité du yaourt peut être améliorée par l'ajout de ces ingrédients.

De nos jours, les herbes et les épices prennent tout leur sens, en raison de leur caractère historique et en partie grâce à leur popularité retrouvée dans plusieurs cuisines. Les herbes et épices peuvent être de riches sources d'antioxydants d'où la nécessité de les introduire dans des produits alimentaires de grande consommation afin de rendre ces derniers fonctionnels et d'apporter des bienfaits au consommateur.

Il semble que le clou de girofle *Syzygium aromaticum* peut être une bonne source d'antioxydants naturels tels que les polyphénols. Sa composition phytochimique lui a attribuée plusieurs propriétés antioxydantes, et antimicrobiennes contre la détérioration des produits alimentaires.

# Introduction

---

Le premier objectif de notre travail était principalement la formulation d'un yaourt en incorporant des extraits phénoliques de la poudre de girofle *Syzygium aromaticum* en considérant le yaourt comme un véhicule de nutriments et de non nutriments afin de proposer un aliments enrichi en molécules fonctionnelles.

Malheureusement, suite à la pandémie (COVID-19) notre travail expérimental a été annulé. De ce fait, le présent travail résume notre recherche bibliographique que nous avons structurée en différentes parties :

1. Aliments fonctionnels et nouveaux aliments.
2. Généralités sur le yaourt.
3. Herbes et épices dans l'enrichissement des produits laitiers (Cas du Yaourt).

Le changement d'attitude des consommateurs envers les aliments et la modification des tendances dans les apports alimentaires résultent d'un grand nombre de facteurs, l'augmentation des coûts des soins de santé, le désir des consommateurs d'améliorer leur santé, la sensibilisation et l'évolution des attentes des consommateurs.

Compte tenu des tendances en matière de demande des consommateurs, l'industrie alimentaire a mis sur le marché une nouvelle catégorie de produits nommés « aliments fonctionnels ». Il s'agit d'aliments qui, grâce à la science, offrent certains bienfaits pour la santé. Cet intérêt a été supporté par une attention médiatique accrue et par un plus grand nombre de consommateurs déterminés à exercer une plus grande responsabilité envers leur santé. Les marchés pour cette catégorie d'aliments font l'objet d'une concurrence féroce et, afin de survivre, les compagnies doivent planifier soigneusement les composés des nouveaux produits et appuyer leurs décisions sur les besoins et la demande des consommateurs.

### 1. Aliment fonctionnel ou "*functional food*"

Un aliment peut être considéré comme fonctionnel, si l'on peut démontrer de façon satisfaisante qu'il a un effet bénéfique sur une ou plusieurs fonctions cibles dans l'organisme, au-delà des effets nutritionnels habituels, qu'il améliore l'état de santé et de bien-être ou qu'il réduit le risque d'une maladie (SCFFE, 1999).

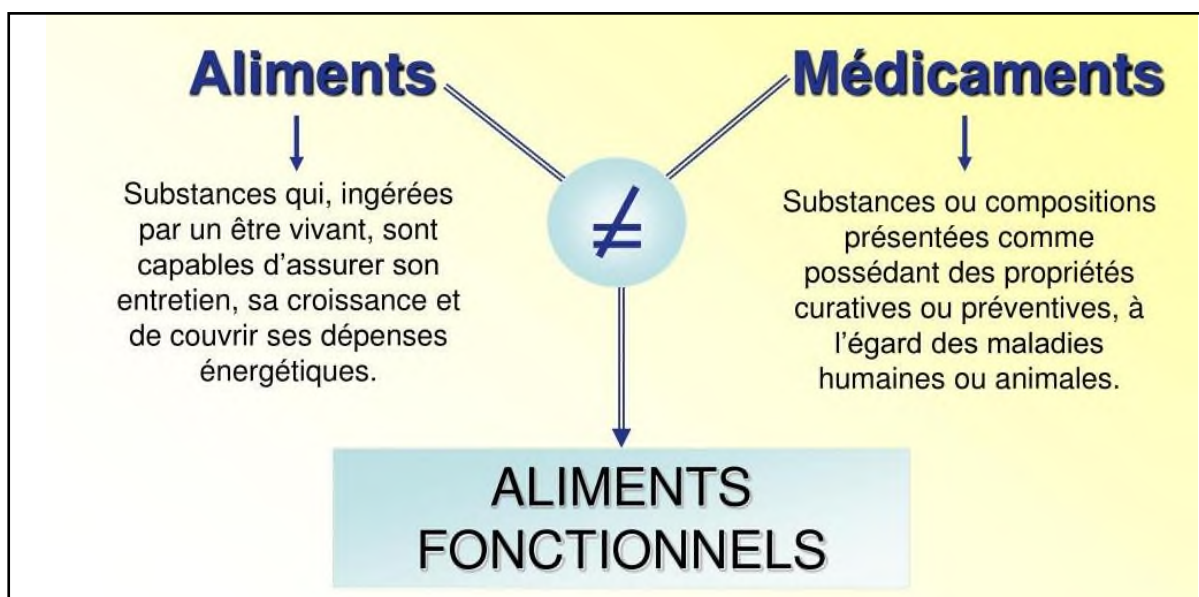


Figure 1 : Positionnement et définition des aliments fonctionnels SCFFE, (1999).

➤ Le concept de l'aliment fonctionnel repose sur la capacité de mettre sur le marché des produits qui ont des effets physiologiques désirables supérieurs à ceux qui sont habituellement associés aux nutriments de base. À titre de définition générale, un aliment est « fonctionnel » s'il contient une composante alimentaire qui affecte une ou plusieurs fonctions précises du corps et qui produit des effets positifs. Cet effet devrait être utile au bien-être et à la santé ou permettre de réduire le risque de maladie (Domínguez Díaz *et al.*, 2020).

➤ Les aliments fonctionnels ont également été définis comme étant des produits qui ont été modifiés ou enrichis à l'aide de substances naturelles qui ont des effets préventifs ou avantageux pour la santé. Cependant, **ils doivent rester des aliments, et doivent pouvoir être consommés dans des quantités compatibles avec une alimentation habituelle équilibrée et diversifiée** Butnariu et Sarac, 2019, Domínguez Díaz *et al.*, 2020).

Un aliment n'est reconnu comme fonctionnel sauf s'il existe des bases scientifiques solides à l'appui. Les principales démarches sont les suivantes :

- Identifier les interactions entre des composants fonctionnels et des fonctions cible de l'organisme, et obtenir des preuves concernant les mécanismes de ces interactions ;
- Identifier et valider des marqueurs pour ces fonctions, qui soient sensibles à leur modulation par des facteurs alimentaires ;
- Estimer la sécurité de la quantité d'aliment ou de ses composants nécessaires pour avoir un effet fonctionnel.

Exemples de marqueurs pour les effets fonctionnels :

- Des marqueurs d'exposition au composant alimentaire étudié, par exemple l'augmentation des oméga-3 dans les globules rouges comme marqueur de la prise alimentaire d'oméga-3 **de Lorgeril *et al.*, 2005 ; Zeghichi *et al.*, 2010 ; Baumgartner *et al.*, 2020).**
- Des marqueurs ayant un lien avec la fonction cible ou la réponse biologique ; par exemple la réduction du niveau de cholestérol dans le sang **Baumgartner *et al.*, 2020).**
- Des marqueurs liés directement à un stade intermédiaire approprié d'une amélioration de l'état de santé, du bien-être et/ou de la réduction d'un risque de maladie, par exemple la réduction d'arythmies en liaison avec le risque cardiovasculaire **de Lorgeril *et al.*, 2005 ; Zeghichi *et al.*, 2010).**

### 1.1. Nouvel aliment ou "*novelfood*"

C'est un produit nouveau, dont la composition ou la méthode de production est différente des produits trouvés sur le marché, ou un produit ancien dont la consommation augmente significativement **Hermann, 2009 ; Zarba *et al.*, 2020).**

Selon **Zarba *et al.*, 2020)** et ce qui peut être inclus dans cette définition, tous les:

1. Aliments et ingrédients alimentaires présentant une structure moléculaire primaire nouvelle ou intentionnellement modifiée,
2. Aliments et ingrédients alimentaires composés de microorganismes, de champignons ou d'algues ou isolés à partir de ceux-ci,
3. Aliments et ingrédients alimentaires composés de végétaux ou isolés à partir de ceux-ci et les ingrédients alimentaires isolés à partir d'animaux, à l'exception des aliments et des ingrédients alimentaires obtenus par des pratiques de multiplication ou de reproduction traditionnelles et dont les antécédents sont sûrs en ce qui concerne l'utilisation en tant que denrées alimentaires,

4. Aliments et ingrédients alimentaires auxquels a été appliqué un procédé de production qui n'est pas couramment utilisé, lorsque ce procédé entraîne dans la composition ou dans la structure des aliments ou des ingrédients alimentaires des modifications significatives de leur valeur nutritive, de leur métabolisme ou de leur teneur en substances indésirables.

*"Un novel food n'est pas nécessairement fonctionnel et un aliment fonctionnel*

*n'est pas nécessairement un novel food"*: on peut par exemple découvrir des propriétés fonctionnelles à un aliment de consommation traditionnelle : c'est typiquement le cas **du yaourt**, ou du jus de pruneaux, jus de plusieurs fruits et légumes combinés, etc. Mais quand on ajoute un ingrédient ou composé dans un aliment où ils n'y en avait pas précédemment, ou quand on utilise alors c'est un novel food.

## 1.2. Les allégations

### 1.2.1. Allégations générales

Les principales allégations autorisées par la réglementation Algérienne sont définies ci-dessous. D'autres peuvent être envisagées, à condition de pouvoir être justifiées (**JORA, 2018**).

Ces allégations concernent essentiellement la nature de l'aliment ou ses caractéristiques de fabrication. Exemples : **Nouveau, Frais, Pur, Maison, Artisanal, Atraditionnel, Fermier, Sans colorant, sans additif, etc.**

### 1.2.2. Allégations nutritionnelles (**JORA, 2018**)

Elles correspondent à toute allégation qui affirme, suggère ou implique qu'une denrée alimentaire possède des propriétés nutritionnelles bénéfiques particulières.

Exemples d'allégations nutritionnelles pouvant être utilisées sur l'emballage si certaines conditions sont remplies. Exemples :

- **Allégé en... ou à teneur réduite en "...", Source de "...", Riche en "...", Contient naturellement des vitamines, Enrichi en vitamines et/ou minéraux, Enrichi en un**

**nutriment autre que les vitamines et minéraux, À teneur garantie ou restituée ou restaurée en vitamines et/ou minéraux, Sans sucres ;Pauvre en sodium ou en sel, etc.**

### 1.2.3 Allégations de santé (JORA, 2018)

Elles correspondent à toute allégation qui affirme, suggère ou implique l'existence d'une relation entre, d'une part, une catégorie de denrées alimentaires, une denrée alimentaire ou l'un de ses composants et, d'autre part, la santé.

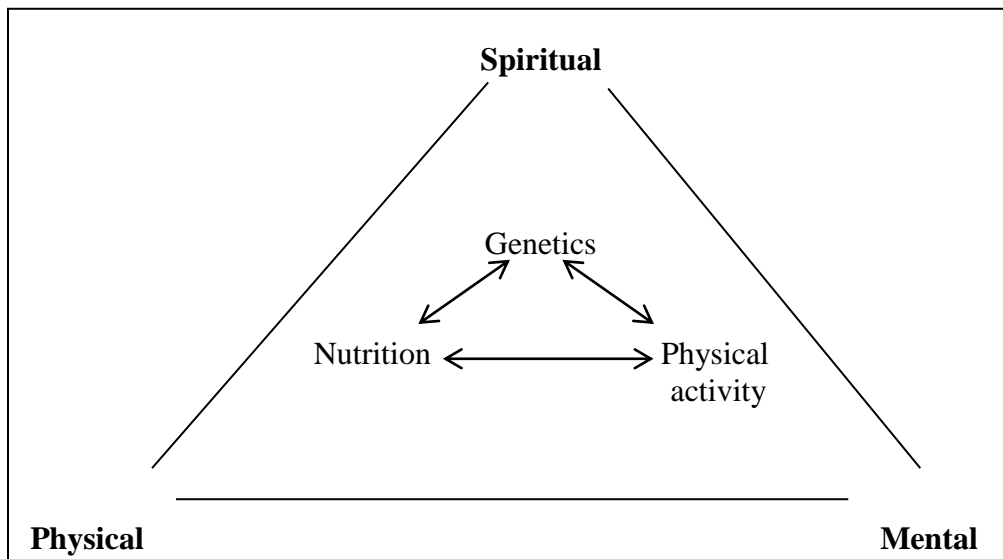
Elles peuvent être classées en différentes catégories :

- Les allégations « fonctionnelles » décrivant ou mentionnant :
  - le rôle d'un nutriment ou d'une autre substance dans la croissance, dans le développement et dans les fonctions de l'organisme, ou
  - les fonctions psychologiques et comportementales, ou
  - l'amaigrissement, le contrôle du poids, la réduction de la sensation de faim, l'accentuation de la sensation de satiété ou la réduction de la valeur énergétique du régime alimentaire.
- Les allégations relatives à la réduction d'un risque de maladie, mentionnant la réduction d'un facteur de risque de maladie Exemple : « réduit significativement le cholestérol ».
- Les allégations se rapportant au développement et à la santé des enfants Exemple : « le calcium est bon pour la croissance des enfants ».

## 1.3 Nutrition et santé humaine

L'interaction entre les facteurs génétiques et environnementaux influence le développement humain et constitue le fondement de la santé et de la maladie. Les facteurs génétiques définissent la sensibilité à la maladie et les facteurs environnementaux déterminent les individus génétiquement sensibles qui seront affectés (**Simopoulos, 2001**).

La nutrition et l'activité physique sont deux des facteurs environnementaux les plus importants pour le maintien de la santé et du bien-être étant contrôlables. La figure 02 explique cette interaction



**Figure 2 :** Interaction entre la génétique, la nutrition et l'activité physique influence la santé spirituelle, mentale et physique **Simopoulos ,2001)**

Les régimes riches en fruits et légumes sont systématiquement associés à un risque réduit de diverses tumeurs, maladies coronariennes, diabète, ostéoporose et troubles gastro-intestinaux (**Simopoulos, 1995; Zeghichi et Kallithraka., 2007**). Selon les recommandations de l'American Cancer Society (ACS), une consommation de 400 g / jour (cinq portions par jour) ou plus d'une variété de légumes et de fruits peut, à elle seule, réduire l'incidence globale du cancer d'au moins 20% (**ACS, 1996**). Les plantes sont bénéfiques en raison de leur teneur élevée en certains nutriments ainsi qu'en éléments non nutritifs tels que les vitamines, les minéraux, les fibres et les polyphénols, qui peuvent posséder des propriétés de protection de la santé (**Zeghichi et Kallithraka., 2007**).



## Définition du lait

Le Congrès international des fraudes (Genève, 1909) a donné du lait la définition suivante : « Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie, non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum » (**Larousse,1976**).

Selon le **codex alimentarius en 1999**, Le lait est la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou de plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur.

### 2.1 Définition du yaourt

Le yaourt est un « produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* à partir du lait (pasteurisé, concentré, partiellement écrémé enrichi en extrait sec) » (FAO, 1975).

La réglementation française précise : "La dénomination yaourt ou yoghourt est réservée au lait fermenté obtenu, selon les usages loyaux et constants, par le développement des seules bactéries lactiques, *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*, qui doivent êtreensemencées simultanément et se trouvent vivantes dans le produit à raison d'au moins 10<sup>6</sup> bactéries/g, la quantité d'acide lactique libre ne doit pas être inférieure à 0,7g/100g lors de la vente au consommateur" (article 8 du décret 63-695)(**Romain et al., 2018**).

Tous les produits contenant des ferments autres que ceux cités ci-dessus ne peuvent se voir attribuer le nom de yaourt mais celui de lait fermenté, ce qui est le cas de la plupart des nouveaux produits dits "produits santé".

#### 2.2.1. Historique du yaourt

Impossible de savoir qui a inventé le yaourt, même si certains peuples, notamment les Bulgares et les Turcs, revendiquent farouchement sa paternité. Ce mystère s'explique par la multiplicité de produits « cousins » du yaourt tel qu'il est défini par la réglementation, c'est-à-dire un lait fermenté avec deux ferments lactiques spécifiques : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*.

Ces deux derniers n'ont été identifiés qu'au début du XXe siècle, mais on ne sait pas si les ancêtres bulgares ou turcs du yaourt les contenaient. Car à côté de ces yaourts

« réglementaires », il existe des centaines de laits fermentés avec d'autres ferments, apparus dans plusieurs régions du monde au cours des millénaires passés, et sans doute d'abord en

Asie centrale. L'objectif était le même qu'avec le fromage : il s'agissait de conserver plus longtemps le lait, liquide chargé de symboles et riche en nutriments vitaux.

Le yaourt fit une première apparition dans le royaume de France au XVI<sup>e</sup> siècle... en raison des troubles intestinaux de François I<sup>er</sup>. Le roi en fit part à son allié Soliman le Magnifique, sultan de la dynastie ottomane dans l'actuelle Turquie, qui lui envoya un médecin. Celui-ci lui prescrit une cure d'un lait fermenté courant dans son pays, avec succès.

Mais c'est à partir du XIX<sup>e</sup> que le yaourt s'imposa véritablement en France. Un certain Elie Metchnikoff (1845-1916), chercheur à l'Institut Pasteur et prix Nobel, décrit de manière scientifique les effets bénéfiques des ferments du yaourt dans le traitement des désordres intestinaux. Dès les années 1910, plusieurs entreprises de fabrication de yaourt virent le jour.

En particulier, un certain Isaac Carasso lança à Barcelone la société de yaourts Danone, que son fils implanta en France en 1929 sous le nom de Société parisienne du yaourt Danone. La porte du succès était ouverte pour le yaourt, devenu depuis lors un produit laitier central sur la table des Français (**Anonyme 1**).

### **2.2.2 Consommation de yaourt en Algérie**

En Algérie d'après une étude faite par Danone Djurdjura en 2007, la consommation moyenne de l'Algérien en yaourt oscille entre 5 et 6Kg/an cette consommation augmente chaque année et cette hausse se justifie par la forte démographie, l'urbanisme et l'amélioration du pouvoir d'achat de la population.

### **2.2.3 Matières premières et composition de yaourt**

La majorité des yaourts et des laits fermentés commercialisés sont préparés à partir de lait enrichi en poudre de lait. De ce fait, ils sont plus riches en protéines, calcium, etc, et en lactose que le lait. Ces produits peuvent être plus ou moins sucrés. Leur teneur en saccharose varie alors de 7 à 12 %. La fermentation du lait va entraîner des modifications de sa composition, énumérées ci-dessous (**Syndifrais, 1997**).

#### **a) Les glucides**

La principale modification est la baisse de la teneur en lactose de 20 à 30 %. En partant d'un lait enrichi de poudre de lait écrémé au taux de 2 %, la teneur du yaourt en lactose résiduel est de l'ordre de 4,5 g pour 100g. La dégradation du lactose conduit à la formation de galactose, de glucose et d'acide lactique qui passe d'un niveau pratiquement nul à un niveau de 0,8 à 1 %, dont 50 à 100 % d'acide L+ lactique selon les ferments (**Syndifrais, 1997**).

Les quantités finales de galactose sont aux alentours de 1 à 1,5 %. Les concentrations en glucose et oligosaccharides sont très faibles. L'acide lactique se trouve sous les formes racémiques L+ et D- en proportions variables, selon les conditions de fabrication et de stockage (**Syndifrais, 1997**).

#### **b) Les protéines**

Les bactéries lactiques produisent des enzymes qui hydrolysent partiellement les protéines du lait. Ainsi, **Poznanski et al. (1965)** ont rapporté une dégradation de la caséine in vitro par une protéase et une peptidase provenant respectivement de *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*. De ce fait, un yaourt contient plus de peptides et d'acides aminés libres que le lait. Il est généralement admis que la préhydrolyse des caséines améliore la digestibilité des protéines du yaourt. En effet, leur valeur biologique est, in vitro, supérieure à celle des protéines du lait (**Syndifrais, 1997**).

#### **c) Les lipides**

Il existe une hydrolyse très modérée des triglycérides qui n'a pas d'incidence nutritionnelle observable (**Alm, 1982; Boccignone et al., 1984**).

#### **d) Les minéraux**

C'est surtout la richesse en calcium du yaourt et des laits fermentés qui est à noter. La poudre de lait ajoutée au lait lors de la fabrication des yaourts et autres laits fermentés augmente en effet la teneur en calcium par rapport au lait d'origine. Un pot de yaourt de 125 g apporte 180 à 200 mg de calcium (**Syndifrais, 1997**).

**e) Les vitamines**

La composition des vitamines du yaourt dépend principalement de celle du lait utilisé. De plus, elle sera modulée au cours de la fermentation, dépendant aussi des souches employées. La composition en vitamines liposolubles A et D varie en fonction de leur teneur dans le lait utilisé (entier ou partiellement écrémé) (**Syndifrais, 1997**).

**❖ Autres aspects**

La masse des bactéries représente 1g pour 125 g de yaourt ou de lait fermenté. La fabrication du yaourt requiert des conditions sévères de pureté bactériologique et chimique (absence d'antibiotiques ...). De plus, la flore lactique du yaourt est susceptible de métaboliser certaines toxines; par exemple, expérimentalement, a été montré qu'elle dégrade l'aflatoxine BI (**Syndifrais, 1997**).

**2.3 Caractéristiques générales des bactéries de yaourt**

Les bactéries lactiques sont des cellules vivantes, procaryotes, gram-positives, hétérotrophes et chimio-organotrophes. Elles sont le plus souvent immobiles, jamais sporulées, catalase négative, oxydase négative, anaérobies facultatives, micro aérophiles.

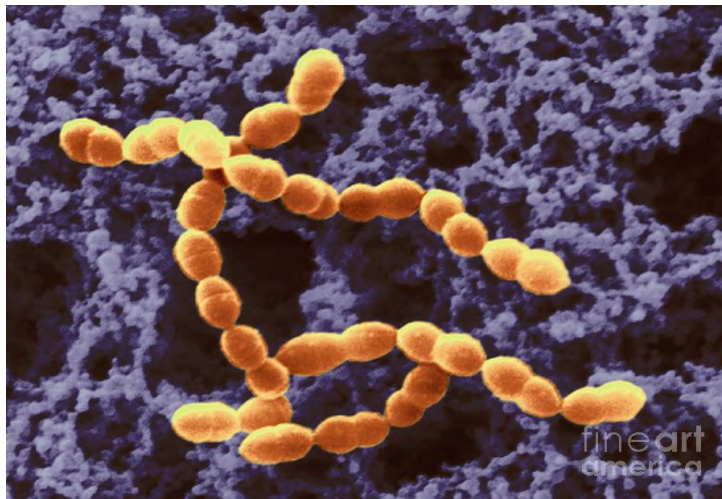
Elles sont caractérisées par leur aptitude à fermenter les glucides en produisant de l'acide lactique en utilisant les voies cataboliques d'Embden Meyerhof Parnas, de Dickens-Horecker et d'Entner Doudoroff, elles sont dites homofermentaires lorsque l'acide lactique est le seul produit formé; par contre elles sont hétérofermentaires lorsque d'autres composés comme l'éthanol et le CO<sub>2</sub> sont produits en même temps (**Savado et Traore., 2011**).

Elles sont des microorganismes anaérobies qui tolèrent l'oxygène dans une certaine mesure. L'oxygène affecte leur métabolisme mais aussi leur croissance, possèdent deux types d'oxydases à NADH, ces enzymes catalysent la réduction d'O<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ou d'O<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O, elles interviennent dans l'industrie laitière et dans la fermentation de nombreux autres produits alimentaires : saumurage des légumes, boulangerie, fabrication du vin, saurissage des poissons, des viandes et des salaisons, etc. Elles contribuent à la texture, à la saveur des aliments et à la production de composés aromatiques (**Savado et Traore., 2011**).

### 2.3.1 *Streptococcus thermophilus*

Les streptocoques sont des Cocci à Gram positif, non mobiles. Sphériques ou ovoïdes en paires ou en longues chaînes. Polymorphisme prononcé dans les cultures âgées (**Accolas et al., 1980**). Elles sont thermorésistantes à la température (65° C, 30 min).

*S.thermophilus* (figure 03) possède un ensemble de propriétés qui individualisent à coup sûr cette espèce. Retenons en particulier l'absence d'antigène de groupe, son caractère thermophile accusé, sa thermorésistance, son activité fermentaire réduite et sa sensibilité au sel (**Accolas et al.,1980**).



**Figure 03:** Photographie de *S.thermophilus*.

### 2.3.2 *Lactobacillus bulgaricus*

*L. bulgaricus* (figure 04) est un lactobacille très polymorphe, sa forme est variable avec l'âge, et la culture de milieu (**Accolas et al., 1980**). Les lactobacilles sont des bactéries lactiques (LAB) Gram-positives qui peuvent être trouvées dans les plantes, les animaux et les niches alimentaires. Certaines espèces associées au tractus gastro-intestinal sont considérées comme des probiotiques, qui confèrent des avantages de santé à l'hôte. Le genre *Lactobacillus* est le plus large parmi les bactéries lactiques avec plus de 145 espèces reconnues (**Savadogo et Traore., 2011**). Ces habitats possibles sont le tractus gastro-intestinal (traditionnellement associés à *L. salivarius*), les plantes (*L. plantarum*), la viande (*L. brevis*), et les produits laitiers (*L. helveticus*, *L. bulgaricus* et *L. casei*).



**Figure 04:** photographie de L. Bulgaricus

### 2.3.3 Intérêt et fonction des bactéries de yaourt

Les propriétés fermentaires, aromatiques et épaississantes des bactéries lactiques du yoghourt confèrent au produit final ses caractéristiques organoleptiques. Du point de vue fondamental, on doit reconnaître d'emblée que ces propriétés sont encore assez mal connues, alors même que le technologue sait plus ou moins empiriquement les utiliser à bon escient. (Accolas *et al.*, 1980).

#### a) Production d'acide lactique

La fermentation du lactose par les bactéries lactiques du yoghourt, *S. thermophilus* et *L. bulgaricus*, s'effectue selon la voie homofermentaire de la glycolyse (production exclusive de l'acide lactique). C'est d'assurer la transformation du lactose en acide lactique et, ce faisant, d'abaisser le pH du lait. Ce rôle est déterminant dans le cas du yoghourt dont le pH final se situe à une valeur  $< 4$ , car il empêche le développement de germes indésirables (producteurs de gaz, putréfiant) et de germes pathogènes éventuellement présents (Accolas *et al.*, 1980).

En outre c'est de contribuer aux qualités organoleptiques du produit « yoghourt », Ce rôle est primordial puisque la consistance, le goût et l'arôme de ce lait fermenté proviennent, pour une part essentielle, du métabolisme du levain lactique (Accolas *et al.*, 1980).

**b) Activité protéolytique**

La faible teneur en acides aminés dans la fraction non protéique du lait, rend les bactéries lactiques dépendantes de la synthèse d'enzymes protéolytiques : protéinases et peptidases. Ainsi, seules les bactéries capables de mettre en jeu des systèmes complexes d'enzymes protéolytiques et de transport des acides aminés ou peptides produits pourront croître à leur maximum dans le lait. Le rôle de ces enzymes est la croissance de ces bactéries (**Bouton *et al.*, 1993**).

**c) Activité aromatique**

On attribue classiquement un rôle de premier plan à l'acétaldéhyde dans la formation de l'arôme du yoghourt (**Accolas *et al.*, 1980**).

Les Bactéries lactiques contribuent, par leur métabolisme et leurs activités enzymatiques variées, à la production de composés volatils qui participent au développement de l'arôme, de la saveur et de la texture des produits fermentés (**Savadogo et Traore, 2011**).

**d) Activité texturant**

Certaines espèces de bactéries lactiques sont capables au cours de leur métabolisme de produire des exopolysaccharides (EPS) et de les libérer dans le milieu de culture. Les exopolysaccharides interviennent non seulement dans le maintien des propriétés physico-chimiques du lait (texture, viscosité, arômes etc.) mais ils présentent aussi des effets curatifs dans les traitements de certaines maladies gastro-intestinales (**Savadogo et Traore, 2011**).

**3 Comportements associatif des deux souches (Symbiose)**

*Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* et *Streptococcus salivarius subsp thermophilus* sont les deux bactéries caractéristiques du yaourt et d'autres laits fermentés similaires. Ces deux germes vont acidifier le lait en synergie jusqu'à un pH inférieur ou égal à 4, entraînant ainsi la coagulation du lait fermenté (**Zourari et Desmazeaud., 1991**).



De plus, le lactobacille participe activement au développement de l'arôme typique du yaourt, grâce à l'action de sa thréonine-aldolase, qui conduit à la synthèse d'acétaldéhyde à partir de la thréonine (figure 05) (**Zourari et Desmazeaud., 1991**). La sélection des souches de *L. delbrueckii subsp bulgaricus* pour la fabrication du yaourt est basée sur :

- leurs propriétés acidifiantes,
- la production de composés aromatiques,
- le caractère épaississant,
- une faible acidification à basse température

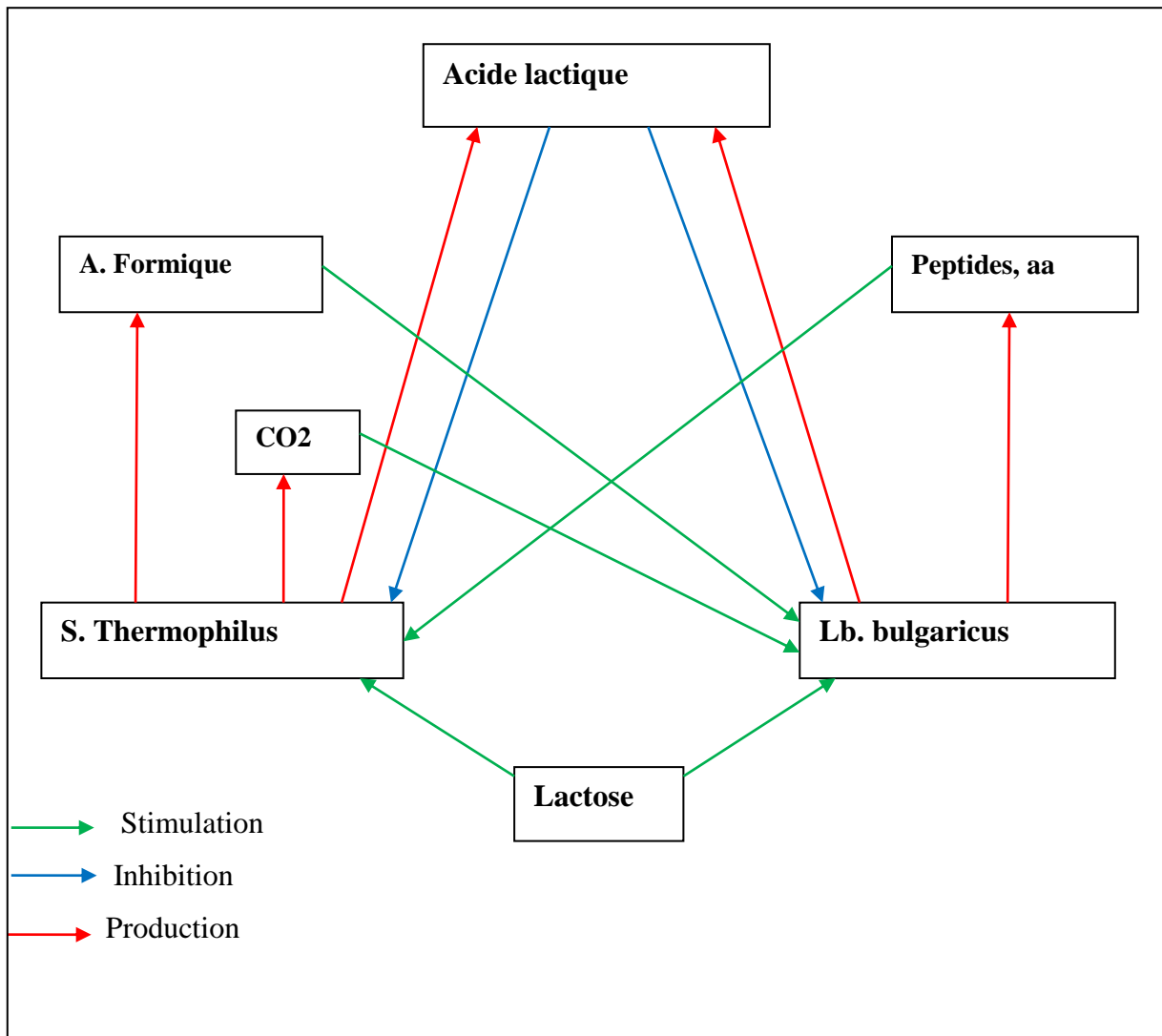
En outre, il ne faut pas oublier que les cultures à yaourt sont des levains mixtes où le lactobacille est associé à *S. salivarius subsp thermophilus*. La sélection doit donc porter à la fois sur des souches et sur des associations des deux bactéries. En règle générale, l'association détermine une synergie. Le lactobacille stimule le streptocoque par les produits de son activité protéolytique, et il est stimulé par le dioxyde de carbone et l'acide formique produits par le streptocoque.

Cela dit, des cas d'incompatibilité entre souches ont été également signalés, en raison de la production d'agents antibactériens par l'une des souches, ou de la compétition entre les deux germes pour un substrat limitant du milieu, convient donc de sélectionner des souches qui soient compatibles.

## 5. Utilisations industrielles des bactéries lactiques

La fermentation lactique des aliments constitue l'une des plus anciennes formes de conservation de la nourriture. Les bactéries lactiques sont utilisées empiriquement depuis des siècles dans la fabrication de nombreux aliments fermentés comme les produits laitiers (yaourts et fromages). Ces bactéries interviennent également dans la fabrication des salaisons, du vin et des ensilages. L'action de la flore lactique sur la conservation d'un aliment est liée à l'abaissement du pH consécutif à la production d'acide lactique. Les bactéries lactiques peuvent aussi produire de nombreux agents antibactériens tels que les bactériocines qui contribuent à inhiber la croissance de flores indésirables. Enfin elles ont une action déterminante sur les qualités organoleptiques des produits fermentés (texture et arôme par exemple) (**Drouault et Corthier, 2000**).





**Figure 05:** Schéma illustrant les interactions de *St. thermophilus* et *Lb. bulgaricus* (Mahaut et al., 2000) Cité par (Hamlat et Boukherbab., 2018).

## 2.5 Principaux facteurs influençant le métabolisme des bactéries lactiques

### 2.5.1 Facteur physique

➤ **La température** De croissance des souches de *Str. Cremoris* a permis de déterminer que leur température optimale était également comprise entre 30 et 37 °C. et la croissance maximale est obtenue à 30°C (**Bergère, 1980**).

➤ **L'activité de l'eau ( $a_w$ )** est liée à la présence de sel ou de sucre. lorsqu'elle diminue la quantité d'eau libre décroît la disponibilité des nutriments est affecté. concernent des laits fermentés seule la présence de saccharose (cas de yaourt sucré) peut diminuer cette activité. (Tamime et Robinson,1985)cité par (**Meghachou, 2012**).

### 2.5.2. Facteur chimiques

➤ **La qualité de lait** : Les bactéries lactiques thermophiles sont des bactéries exigeantes du point de vue nutritionnel et elles ne trouvent pas toujours dans le lait, sous forme facilement assimilable, les divers composés qui sont nécessaires pour que leur croissance et l'acidification soient optimales. D'autre part, dans le cas où l'acidification devenait très lente, les laits contenaient de la pénicilline. Il est en effet connu que les bactéries lactiques thermophiles sont très sensibles aux antibiotiques. Par exemple, une concentration de pénicilline égale à 0,005 UI/ml est suffisante pour provoquer un retard notable de l'acidification (**Accolas et al., 1980**).

➤ **Le traitement thermique** : Le traitement thermique du lait destiné à la fabrication du yoghourt est effectué à des températures relativement élevées et pendant des durées relativement longues. De nombreuses combinaisons température-temps sont appliquées en pratique. Le chauffage préalable du lait a pour objectif d'assurer la qualité hygiénique et la stabilité du produit; il permet en outre d'obtenir une bonne consistance et de limiter la synérèse du caillé. Mais le traitement thermique a aussi pour effet de favoriser le développement des bactéries du yoghourt et ce faisant, de régulariser la fermentation. Pour une part, on peut attribuer cet effet à la destruction des substances inhibitrices naturelles présentes dans le lait cru (système lactoperoxydase-thiocyanate ; agglutinines) auxquelles *L. bulgaricus* est très sensible . Cet effet résulte surtout de l'apparition, dans le lait chauffé à des

températures supérieures à 90° C, de divers composés stimulants pour les bactéries du yoghourt tels que les produits de dégradation de la caséine dans le cas de *S. thermophilus* ou l'acide formique formé à partir du lactose dans le cas *L. bulgaricus* (Accolas *et al.*, 1980).

➤ **Le pH** c'est le facteur le plus importante pour la croissance des bactéries lactiques , il intervient dans la disponibilité en nutriments de milieu , sur la perméabilité de la membrane cellulaire et sur les vitesses des activités enzymatiques. lors de la production de yaourt il n'est pas contrôlé et reprisent donc un facteur majeur de ralentissement de métabolisme bactérienne (Beal et Sodini., 2003) cité par (Meghachou, 2012)

### 2.5.3 Facteurs microbiologiques

➤ **Le taux d'ensemencement** : Les bactéries dans le produit fini doivent être vivantes et présentes en abondance. Plus précisément la réglementation française (Décret n° 88-1203, 30 décembre 1988, art 2 et suivants) fixe la quantité minimum à 10 millions de bactéries/g.C'est essentiellement le type de bactéries utilisées lors de l'ensemencement du lait qui distingue les yaourts des laits fermentés. Outre des propriétés communes à tous les laits fermentés contenant des ferments vivants, chaque type de produit pourra donc exercer des effets spécifiques (Syndifrais, 1997).

➤ **Les équilibres de population** Le maintien d'un bon équilibre entre les deux espèces bactériennes des cultures mixtes, au cours des repiquages successifs, est une affaire d'expérience. Un rapport streptocoques/Lactobacilles voisin de 1 est généralement considéré comme optimal et l'on cherche à le maintenir dans les cultures successives aboutissant au levain et dans le yoghourt proprement dit (Accolas *et al.*,1997) cité par( **Zourari et Desmazeaud., 1991**).

## 2.6 Les Types de yaourt

Le yaourt se diffère selon plusieurs critères : selon la technologie de fabrication, la teneur en matière grasse et selon les ingrédients additionnés) (**Mahaut *et al.*, 2000**).

- Selon la technologie de fabrication (**Bourlioux *et al.*, 2011**):
  - ❖ yaourt ferme, dont la fermentation a lieu en pots : ce sont généralement les yaourts naturels et aromatisés.
  
  - ❖ yaourts brassés, dont la fermentation a lieu en cuve avant brassage et conditionnement : c'est le cas de yaourts veloutés nature ou aux fruits
  
- Selon la teneur en matière grasse (**Gosta, 1995**)
  - ❖ Yaourt entier : 3% de matière grasse.
  - ❖ Yaourt partiellement écrémé : entre 0.5% et 3% de matière grasse.
  - ❖ Yaourt écrémé : au maximum 0.5% de matière grasse.
  
- Selon les ingrédients additionnés (**Mahaut *et al.*, 2000**).
  - ❖ Yaourt aromatisé : addition d'arôme
  - ❖ Yaourt fruité : addition de fruit
  - ❖ Yaourt light : addition d'édulcorant

## 2.7 Les grandes étapes de fabrication de yaourt

### 2.7.1 Standardisation et homogénéisation de mélange

Le lait est standardisé au taux de matière grasse requis pour le produit fini et peut être enrichi en extrait sec laitier. Il est homogénéisé pour favoriser la dispersion de la matière grasse (figure 06) (**Syndifrais, 1997**).

### 2.7.2 Traitement thermique

Le lait est traité à 90 °C pendant quelques minutes. Ce traitement thermique entraîne notamment la destruction de germes pathogènes, l'inactivation des enzymes, la fixation de la plus grande partie des protéines solubles sur les molécules de caséine. Le lait est ensuite

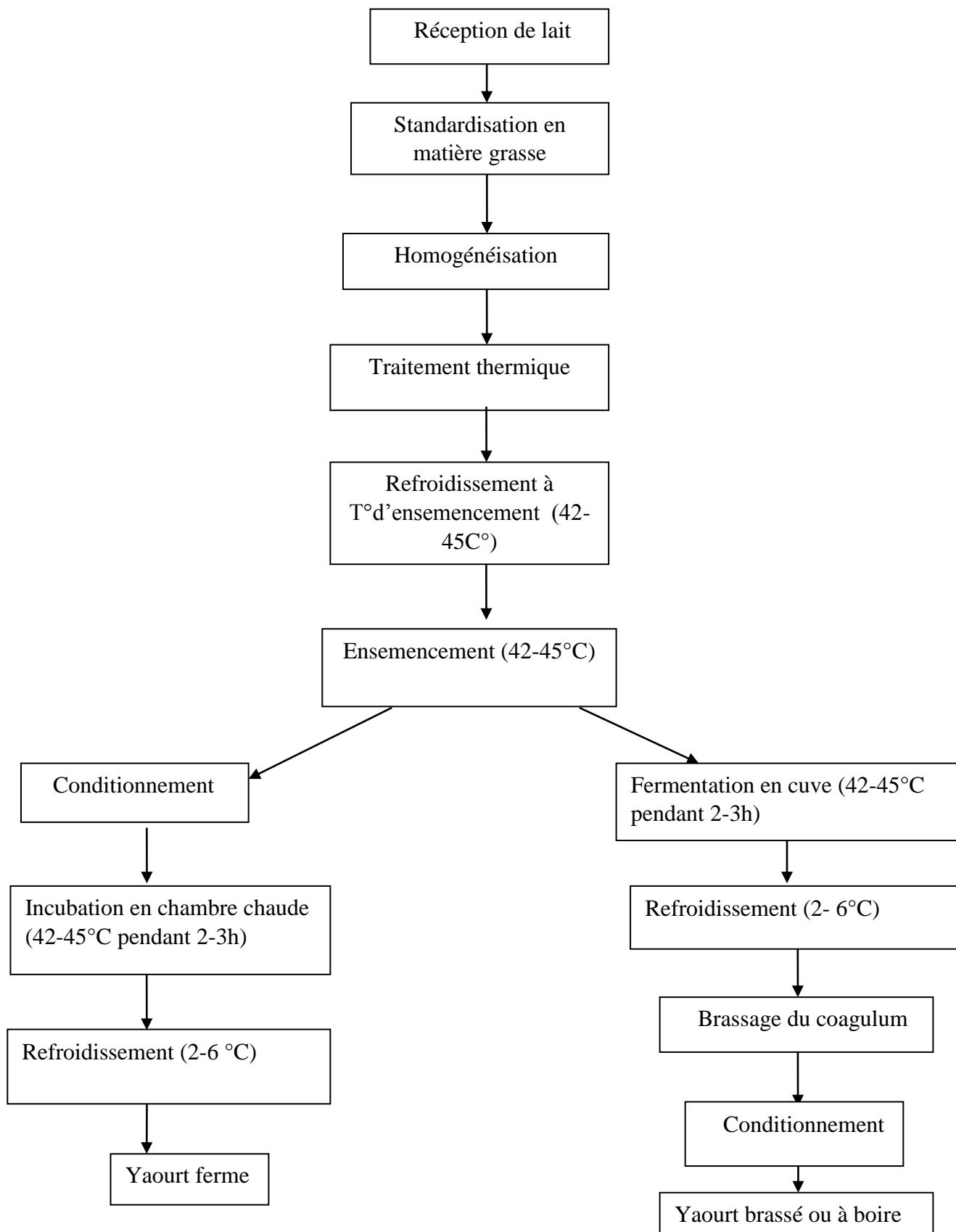
refroidi pour atteindre la température optimale de fermentation (vers 45 °C) (figure 06) (Syndifrais, 1997).

### **2.7.3 Fermentation lactique**

L'ensemencement (taux de 1 à 5 %) se fait le plus souvent à partir d'un levain déjà préparé en cuve. La fermentation se fait en 2 à 3 heures : pour les yaourts fermes, le laitensemencé est directement mis en pots; dès formation du caillé, ceux-ci sont stockés à 4 °C, de façon à stopper l'acidification; pour les yaourts brassés, le laitensemencé fermente en tanks où il sera brassé en fin de fermentation (figure06) (Syndifrais, 1997).

### **2.7.4 Conditionnement et stockage**

Le mélange est ensuite refroidi puis mis en pot et stocké à 4 °C. Suivant le type de yaourt, l'adjonction de fruits, de sucres, d'édulcorants et d'arômes se fait avant ou après fermentation (figure06) (Syndifrais, 1997).



**Figure 06:** Diagramme de fabrication du yaourt (Seydi, 2002) Cité par (Kiemptore, 2013).

## 2.8 Structure et comportement rhéologique du yaourt

La maîtrise du comportement rhéologique du yaourt est nécessaire pour appréhender la qualité en termes de texture des produits finis. En effet, lors des étapes de fabrication, le yaourt subit des contraintes (cisaillement lors des brassages, pompages, variation de température etc.) qui vont influencer sa structure et ses propriétés rhéologiques et qui doivent être maîtrisées (**Saint-Eve, 2006**).

Les propriétés physiques des yaourts peuvent être influencées par de nombreux facteurs : la composition du mixe laitier (en protéine mais également en matière grasse) et les traitements physiques thermique et d'homogénéisation, les ferments, les conditions de fermentation, le traitement mécanique lors du refroidissement (incluant brassage, pompage et conditionnement), ainsi que la reprise en texture au cours du stockage (**Anne Saint-Eve, 2006**).

## 2.9 Le yaourt et ses bienfaits

- ✓ Le yaourt est un aliment qui possède une matrice alimentaire riche en nutriments et qui s'intègre à une alimentation variée et équilibrée propice à une bonne santé (**Fernandez et al., 2017**).
- ✓ Le yaourt contient de nombreux minéraux, vitamines, bactéries et composants bioactifs qui, ensemble, peuvent participer à une bonne santé cardiométabolique (**Anne Fernandez et al., 2017**).
- ✓ Des preuves scientifiques s'accumulent également pour appuyer un lien favorable entre la consommation de yaourt et l'adiposité ; et on observe une association neutre, voire favorable, dans la prévention de l'hypertension, des MCV et du syndrome métabolique (**Fernandez et al., 2017**).
- ✓ Certaines lait fermentés notamment ceux renfermant une souche de bifidobacterium (yaourt) permet d'accélérer les transites lents.une amélioration du confort intestinal dans le cas de troubles fonctionnels intestinaux (**Pierre et al., 2011**).

✓ De nombreux essais cliniques ont testé l'effet de bactéries lactiques sur les diarrhées infectieuses de l'enfant : l'effet favorable de certaines souches bactériennes sur la réduction des risques d'apparition d'une diarrhée infectieuse et sur la diminution de sa sévérité (**Pierre et al., 2011**).

✓ Plusieurs essais cliniques suggèrent un effet bénéfique de yaourt sur l'immunité innées et adaptative ; ces essais suggèrent un renforcement de l'immunité innée par certaines probiotiques, avec augmentation de l'activité phagocytaire, et des cellules NK, et certaines bactéries lactiques permettrait de stimuler la production d'anticorps (**Pierre et al., 2011**).



### 3.1 Herbes, épices et produits laitiers

Une épice est une matière organique d'origine végétale odorante ou piquante, que l'on utilise pour assaisonner les plats. Les épices peuvent être issues d'écorces (cannelle), de fleurs (safran, clou de girofle), de feuilles (thé, Thym), de fruits (poivre, aneth, moutarde), de bulbes (ail, oignon, gingembre) ou de graines (fenouil, coriandre) (anonyme 02).

Elles contiennent des composés odorants « arômes », Elles sont donc responsables des odeurs, des saveurs, et des stimulations du nerf trijumeau (piquants, frais...). Les épices sont utilisées en petite quantité en cuisine, comme conservateur, assaisonnement ou colorant. Les épices sont à différencier d'autres produits utilisés pour parfumer les plats, comme les herbes aromatiques ou les fruits (anonyme 02).

Ce sont pour la plupart des produits exotiques, ce qui explique que les épices étaient parmi les produits agricoles importés les plus coûteux, durant l'Antiquité et le Moyen Âge. Un grand nombre d'épices étaient employées autrefois en médecine .

Les plantes aromatiques sont un ensemble de plantes utilisées en cuisine et en phytothérapie pour les arômes qu'elles dégagent, et leurs huiles essentielles que l'on peut extraire. Ces plantes aromatiques sont cultivées selon les besoins pour leurs feuilles, tiges, bulbes, racines, graines, fleurs, écorce, ... (anonyme 03).

### 3.2. Application potentielle d'herbes et d'épices et de leurs effets sur les produits laitiers

Les herbes et les épices ont été utilisées pour enrichir les aliments à travers l'histoire comme conservateurs, arômes et agents thérapeutiques. Bien que les herbes et les épices soient des produits bon marché, elles sont aujourd'hui considérées comme de l'or ou des bijoux pendant de nombreux siècles. Les herbes et les épices étaient utilisées par les anciens Égyptiens et ont été utilisées pendant des siècles en Inde et en Chine. Aujourd'hui, les herbes et les épices peuvent être utilisés pour augmenter l'acceptabilité des denrées alimentaires et améliorer leur santé (figure 07) (**Lai and Roy, 2004**).

## Periodic Table of Herbs & Spices

<b>S</b> Salt <i>Sodium Chloride</i>											<b>P</b> Peppercorn <i>Piper nigrum</i>
<b>Al</b> Allspice <i>Pinus dioica</i>	<b>Cv</b> Cloves <i>Caryophyllus aromaticus</i>							<b>Ma</b> Mace <i>Myristica fragrans</i>	<b>Nu</b> Nutmeg <i>Myristica fragrans</i>	<b>Ci</b> Chives <i>Allium schoenoprasum</i>	
<b>An</b> Ancho Chili <i>Capiscum annuum</i>	<b>Cy</b> Cayenne <i>Capiscum frutescens</i>	<b>Cp</b> Chipotle <i>Capiscum annuum</i>	<b>Hp</b> Hot Paprika <i>Capiscum annuum</i>	<b>Rp</b> Red Pepper <i>Capiscum annuum</i>	<b>Sp</b> Sweet Paprika <i>Capiscum annuum</i>	<b>Cm</b> Cardamom <i>Amomum subulatum</i>	<b>Bl</b> Bay Leaves <i>Laurus nobilis</i>	<b>Cn</b> Cinnamon <i>Cinnamomum zeylanicum</i>	<b>G</b> Garlic <i>Allium sativum</i>		
<b>As</b> Anise Seed <i>Pimpinella anisum</i>	<b>Ct</b> Cilantro <i>Coriandrum sativum</i>	<b>Co</b> Coriander <i>Coriandrum sativum</i>	<b>Cu</b> Cumin <i>Cuminum cyminum</i>	<b>Di</b> Dill <i>Anethum graveolens</i>	<b>Fe</b> Fennel <i>Foeniculum vulgare</i>	<b>Pa</b> Parsley <i>Petroselinum crispum</i>	<b>Gi</b> Ginger <i>Zingiber officinale</i>	<b>Fi</b> File powder <i>Lascaia albidus</i>	<b>O</b> Onion <i>Allium ope</i>		
<b>B</b> Basil <i>Ocimum basilicum</i>	<b>Mj</b> Marjoram <i>Origanum majorana</i>	<b>Or</b> Oregano <i>Origanum vulgare</i>	<b>Ro</b> Rosemary <i>Rosmarinus officinalis</i>	<b>Sg</b> Sage <i>Salvia officinalis</i>	<b>Ss</b> Sesame Seed <i>Sesamum indicum</i>	<b>Sv</b> Summer Savory <i>Origanum heracleoticum</i>	<b>Ty</b> Thyme <i>Thymus vulgaris</i>	<b>Tu</b> Turmeric <i>Curcuma longa</i>	<b>Sh</b> Shallots <i>Allium ope</i>		

**Figure 07:** Les herbes et épices les plus utilisés.

Plusieurs études ont recommandé l'utilisation d'herbes et d'épices alimentaires pour leurs effets bénéfiques sur la santé humaine grâce à leurs propriétés antimutagènes, anti-inflammatoires, antioxydantes et immunomodulatrices (Conn, 1995; Tajkarimi *et al.*, 2010).

### 3.2.1 Herbes et épices

Les herbes et les épices sont récoltées à partir de différentes parties de la plante (Tableau 02). Les herbes sont généralement obtenus à partir des feuilles de plantes tandis que les épices proviennent de graines, racines, écorces, baies de fruits, arilles, gousses ou de fleurs de la plantes (Herman, 2015).

**Tableau I:** Sources d'herbes et d'épices (Herman, 2015).

La partie de la plante	Herbes et épices
Feuilles	Le Basilic, la menthe, le thym, feuille de curry.
Ecorce	Cannelle, la casse.
Fleur/bourgeon, pistil	Le Safran, clou de girofle.
Fruits/baies	poivre noir, clou de girofle, piment de la Jamaïque.
Le bulbe	Poireau, oignon.
Racine	Gingembre, Safran des Indes.
L'arille	La masse.
La graine	Le céleri, l'ajowan, le carvi, la coriandre, le fenouil, la moutarde.

### 3.2.2 Classification des herbes et épices

Les épices et les herbes peuvent être classées en plusieurs groupes en fonction de leur saveur et couleur, exemples : gout piquant (piment de Cayenne, poivrons blanc et poivre noir, piments), légère saveur (coriandre, paprika), épices aromatiques (clou de girofle, cumin, aneth, muscade, macis, cannelle) et herbes aromatiques (thym, marjolaine, échalote, basilic, laurier, oignon, ail). Basé sur la couleur (curcuma) et herbacées (sauge, romarin, menthe, coriandre, persil) ou en fonction de leur goût tel aussi doux, amer, épicé ou aigre (Embuscado, 2015; Bhattacharyya *et al.*, 2017).

### 3.2.2 Les composés bioactifs d'herbes et d'épices

Les épices et les herbes ont été utilisés comme agents de saveur, couleur, arôme, et pour la conservation des aliments. Les épices et des herbes, en plus des fruits et légumes, peuvent contribuer à l'apport d'antioxydants naturels. L'activité antioxydante des épices et herbes est liée à leur composition chimique; principalement à la présence de polyphénols et autres composés biologiquement actifs (Opara et Chohan., 2014).

**TableII:** Contenu en composés phénoliques totaux des herbes et épices culinaires courantes  
(Opara et Chohan., 2014).

	aliments	Mode d'utilisation	contenu phénolique total(mg/100g)
Herbe	la coriandre ( <i>coriandrum sativum</i> L.)	séché	2260
		frais	158,90
herbe	l'aneth ( <i>anethum graveolens</i> L.)	séché	1250
		frais	208,18
herbe	Romarin ( <i>rosmarinus officinalis</i> L.)	séché	2518
		frais	1082,43
herbe	la sauge(commun) ( <i>salvia officinalis</i> L.)	séché	2919
		frais	185,20
herbe	le thym(commun) ( <i>thymus vulgaris</i> L.)	séché	1815
		frais	1173,28
herbe	l'origan (marjolaine sauvage) ( <i>origanum vulgare</i> L.)	séché	6367
		frais	935,34
épice	Cannelle ( <i>Cinnamomum verum</i> J.Presl)		9700
	Clou de girofle ( <i>sizygium aromaticum</i> )		
	Graines de coriandre( <i>coriandrum sativum</i> .L)		16,047.25
épice	gingembre ( <i>zingiber officinale</i> Rosco)	séché	473,50
		frais	204,66
épice	Noix de muscade ( <i>myristica fragans</i> L.)		1905
	Safran des Indes ( <i>curcuma longa</i> L.)		2117

Le tableau(III) répertorie les principaux antioxydants et les composés biologiquement actifs trouvés dans quelques épices et herbes culinaires qui comprennent les flavonoïdes, acides phénoliques, lignines, huiles essentielles et alcaloïdes. Ces composés ont été largement déterminés par des méthodes chromatographiques (**Parthasarathy et al., 2008 ; Charles, 2013 ; Srinivasan, 2014 ; Yashin et al., 2017 ; Brahmi et al., 2019 ; Cherrat et al., 2019**).

**Tableau III:** Composés bioactifs de certains épices et herbes (**Hermann, 2015 ; Yashin et al., 2017**).

Herbe et épices	Constituants chimiques importants
Clou de girofle	l'eugénol, l'acétyl eugénol, le pinène, la vanilline, l'acide gallique, flavonoïdes, acides phénoliques.
le basilic	apéginique, rutine, eugénol, limonène, carvacrol, terpinène, géraniol, tanins, safrole, acides rosmariniques.
La coriandre	Le linalol, le bornéol, le cumène, le géraniol, la quercétine, le pyrogallol, l'acide caféique.
Piment de la Jamaïque	l'eugénol, acide gallique, pimentol, la quercétine.
le gingembre	le gingérol, le curcuma, le géraniol, le géraniol, le bornéol, le camphène, le zingérol, le linalol.
L'ail	l'allicine, sulfure de diallyle, disulfure de diallyle, trisulfure de diallyle, S-allyl cystéinel, isothiocyanate d'allyle.

### 3.3 Rôles fonctionnels des herbes et épices

Plusieurs études ont étudié les effets des composés bioactifs de certaines épices et herbes sur la santé (tableau IV).

Ces composés bioactifs ont le potentiel de diminuer ou inhiber le risque de maladies dégénératives telles que le diabète, l'obésité, le cancer et les maladies cardiovasculaires (Tableau IV).

**Tableau IV:** Effets thérapeutiques rapportés des épices dans différentes maladies (Yashin *et al.*, 2017).

Maladies	Epices
Maladie cardiovasculaire, y compris les maladies neurodégénératives de crise cardiaque	Ail , Safran des Indes , gingembre, la menthe. Oignon
Action antidiabétique	Cannelle, feuille de laurier, absinthe, moutarde, grenade
Maladies gastro-intestinales	Poivre noir, feuille de laurier
Hypertension	Cardamome, cannelle
Maladies hépatiques	Carvi, cardamome
Maladies endocriniennes	Gingembre, curcuma
Obésité	Safran, curcuma
Maladies osseuses	Clou de girofle
Maladies rénales	Ail, fleur de fenouil, gingembre
Action immunomodulatrice	Curcuma

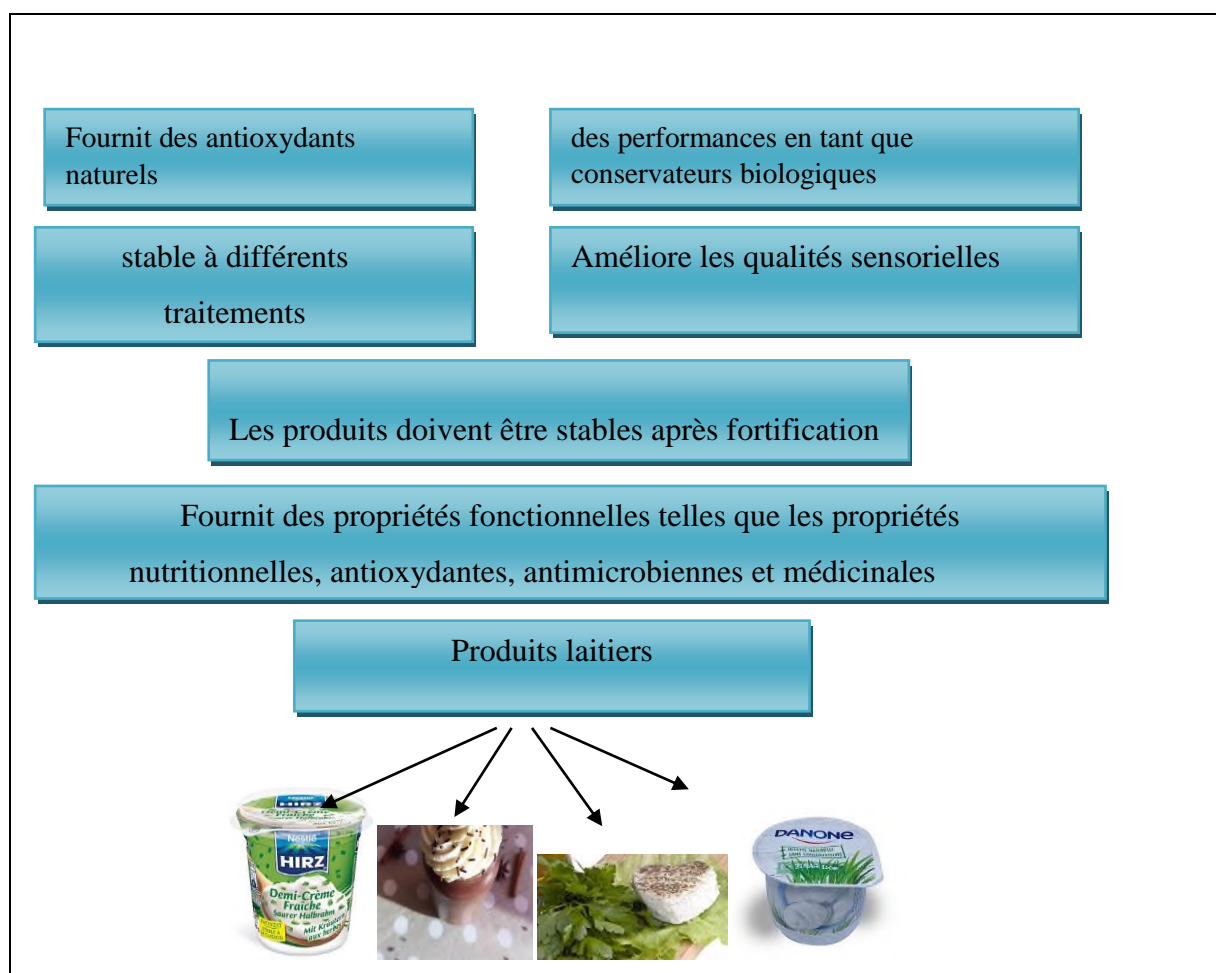
Les composés phénoliques des herbes et des épices sont de bons substituts aux agents antimicrobiens artificiels utilisés dans la fabrication des aliments. Les propriétés antimicrobiennes des herbes et des épices peuvent être utilisées avec succès pour contrôler la croissance des bactéries pathogènes et par conséquent contrôler la détérioration des produits alimentaires notamment les produits laitiers (tableau V).

**Tableau V:** Propriétés antimicrobiennes de certains herbes et épices (**Bhattacharyya *et al.*, 2017**).

Épices et fines herbe	Microorganismes
Ail	Salmonella typhimurium, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Bacillus subtilis, mycotoxigenic Aspergillus, Candida albicans
Oignon	Aspergillus flavus, Aspergillus parasiticus
Cannelle	Mycotoxigenic Aspergillus, Aspergillus parasiticus
Clous de girofle	Mycotoxigenic Aspergillus
Moutarde	Mycotoxigenic Aspergillus
Origan	Mycotoxigenic Aspergillus, Salmonella spp
Rosemary	Bacillus Cereus, Staphylococcus aureus
feuille Bay	Clostridium botulinum
Sage	Bacillus cereus, Vibrio parahaemolyticus, Staphylococcus aureus
Thym	Vibrio parahaemolyticus

### 3.4 Exigences d'application d'herbes et d'épices dans les produits laitiers

L'enrichissement des produits laitiers avec des herbes et des épices nécessite certaines exigences basées sur les propriétés indiquées sur la figure suivante (Figure 08). Les produits laitiers ont toujours été un choix pour les chercheurs en alimentation vue la préférence du consommateur pour la nouveauté de ces produits. L'introduction de nombreuses herbes et épices sous plusieurs formes (poudre, frais, extrait, huiles essentielles, etc.) dans certains produits laitiers a fait sujet de plusieurs études fructueuses, notamment dans le yaourt (Bhattacharyya *et al.*, 2017).



**Figure 08 :** Exigences relatives aux herbes et épices dans les produits laitiers (Bhattacharyya *et al.*, 2017).



### 3.5 Effets de l'utilisation d'herbes et d'épices dans le yaourt

Les bienfaits pour la santé des yaourts sont bien connus et plusieurs types de yaourt sont largement appréciés par les consommateurs de différentes tranches d'âge à travers le monde entier.

✓ Des yaourts aromatisés aux herbes et aux épices ont été développés. **(Behrad et al. (2009))** ont conclu que l'ajout de la cannelle n'a pas modifié la fermentation du yaourt mais a permis la croissance de *Lactobacillus* spp pendant le stockage réfrigéré. Le yaourt à la cannelle contenant des bactéries probiotiques a empêché la croissance de *Helicobacter pylori* in vitro.

✓ Les bienfaits des yaourts sur la santé sont bien connus et plusieurs yaourts sont produits à base des herbes et épices sont consommés par des personnes du monde entier. **Hasneen et al. (2020)** ont bien montré que les yaourts au lait écrémé enrichis d'extrait aqueux de sauge, de marjolaine ou plutôt de curcuma avait une meilleure qualité nutritionnelle tout encourageant la croissance des bactéries lactique . Du point organoleptique ces yaourts étaient bien appréciés à condition que le taux d'enrichissement ne dépasse pas 1,0%. Les herbes et les épices peuvent donc être utilisés comme des compléments naturels aux produits laitiers (yaourt, fromages, boissons lactées) et ainsi innover des produits fonctionnels dotés d'un pouvoir antioxydant. Cette tendance est en accord avec les travaux de Josipović et al. (2015), qui ont déterminé l'activité antioxydante et les composés phénoliques dans le fromage frais contenant différentes épices.

✓ De plus, **Bakrm et Salihin (2013)** ont rapporté que l'ajout de *Cinnamomum verum* et extrait aqueux d'*Allium sativum* (dans le lait de chèvre, de vache et de chamelle n'a eu aucun effet important sur l'acidification par fermentation. De plus, la présence de ces deux herbes dans le lait a amélioré l'activité protéolytique des cultures utilisées avec la plus haute activité protéolytique a été obtenue. *A. sativum* et *C. verum* encourageaient la croissance des bactéries lactiques dans les trois types de yaourts. Ainsi, *A. sativum* et *C. verum* peuvent être utilisés pour soutenir le développement le ferment du yaourt pendant la fermentation.

✓ De plus, **Helal et Tagliazucchi (2018)** ont constaté que l'ajout de poudre de cannelle dans le yaourt a augmenté l'activité antioxydante et le contenu total en polyphénols par rapport au yaourt naturel. Ils ont montré que 34,7% des composés phénoliques présents dans l'extrait hydrique de cannelle étaient récupérés dans le yaourt fortifié à la cannelle indiquant que les composés restants sont liés aux protéines du lait. En outre, la digestion in vitro du yaourt enrichi de cannelle a conduit à la libération de composés phénoliques liés aux protéines du lait. Les composés récupérés dans les yaourts enrichis de cannelle étaient plus que celle présente dans l'extrait d'eau de cannelle digéré. Ces résultats ont montré que la matrice de yaourt améliorait la biodisponibilité et la stabilité gastro-intestinale des polyphénols de la cannelle. Le yaourt enrichi en cannelle peut être considéré comme une source importante de polyphénols biodisponibles.

✓ **Amirdivani et Baba (2011)** ont montré que les extraits d'herbes ont amélioré la fermentation de yaourts. L'activité protéolytique des bactéries du yaourt a atteint un maximum pendant la fermentation et le stockage réfrigéré en présence de menthe poivrée suivie d'aneth et de basilic. Ces yaourts aux herbes étaient caractérisés par des teneurs élevées en composés bioactifs et une meilleure activité antioxydante ce qui peut offrir une nouvelle gamme de yaourts avec un potentiel multifonctionnelles pour les consommateurs.

✓ **Kumar et al. (2013)** préparé yaourt supplémenté avec des feuilles de menthe à des ratios de 2,4 à 6% .Ils ont constaté que l'addition de 2% de menthe au yaourt a donné qualité sensorielle optimale. En outre, la durée de conservation est prolongée à 10 jours à 5°C sans avoir affecté les propriétés physicochimiques. le yaourt aromatisé à la menthe a été suggéré pour une utilisation dans les hamburgers, les sandwichs et tout autre produit de boulangerie.

✓ **Vijayalakshmi et al. (2014)** ont montré que l'addition d'oléorésines d'épices (cardamome, cannelle et muscade) à huit types de yaourts probiotiques (*Lactobacillus acidophilus*, ou *Bifidobacterium animalis ssp.Lactis*) n'a pas affecté ni la population probiotique (LA ou Bb) dans le yogourt pendant 4 semaines de stockage réfrigéré. La capacité antioxydante pendant la période de stockage a également été maintenue.

✓ **Srivastava et al. (2015)** ont utilisé différents ratios d'extraits de racine de betterave et de gingembre pour la fabrication d'un yaourt enrichi à partir des lait de buffle, vache et chèvre. Ils ont montré que les activités antioxydantes maximales ont été établis dans du yaourt au lait de chèvre enrichi à 2%, de betterave, de 2% d'extraits de gingembre suivis du yaourt au

lait de vache enrichi à 2% d'extrait de gingembre. De plus, **Park et al. (2018)** ont montré que l'enrichissement du yaourt avec du ginseng rouge peut augmenter les effets antioxydants et antigénotoxiques des produits laitiers.

✓ **Pei-ling et al. (2019)** ont exploré l'utilisation potentielle de brindilles de cannelle pour stimuler l'activité antioxydante du yogourt. Les résultats de cette étude ont montré que le yaourt enrichi possédait la plus haute activité antioxydante et que la digestion in vitro a amélioré de manière significative cette activité antioxydante qui est influencée par des interactions complexes protéines-polyphénols.

✓ **Bakr Shori (2020)** a formulé deux types de yogourt enrichis de coriandre ou de graines de cumin à différentes concentrations. Les deux yaourts enrichis ont montré, des effets significatifs sur la fermentation, la teneur en peptides, la teneur en polyphénols à toutes les concentrations (39,0 à 75,7 µg GAE / mL) pendant toute la période de stockage.

## Conclusion

---

Les aliments fonctionnels sont proches des aliments traditionnels (aspect, qualité nutritive) mais un intérêt préventif et thérapeutique est revendiqué à l'égard de certaines maladies ou états de santé, dû à une modification de leurs compositions.

Les produits laitiers sont d'excellentes sources de calcium et d'autres éléments nutritifs essentiels à la formation et au maintien de la masse osseuse. En plus de fournir des protéines, du potassium et de la riboflavine, la vitamine D ajoutée au lait permet à l'organisme de mieux absorber le calcium. Les herbes et épices à leurs tour sont riches en antioxydants d'où la nécessité de les introduire dans des produits alimentaires de grande consommation afin de rendre ces derniers fonctionnels et d'apporter des bienfaits au consommateur.

Avec les progrès technologiques réalisés, le yaourt apparaît comme un produit laitier très digeste qui possède une grande valeur nutritionnelle et qui est apprécié pour son goût et sa texture. C'est un produit consommé la plupart du temps comme dessert, très prisé de part le monde, car il convient à toutes les tranches d'âge et même chez les sujets intolérants au lait

Le clou de girofle « *Syzygium aromaticum* » est l'une des plantes aromatiques et médicinales qui possèdent des propriétés biologiques très importantes possédant de nombreuses applications dans divers domaines à savoir en médecine, pharmacie, cosmétologie, en agriculture et en gastronomie.

De ce fait nos perspectives sont les suivants :

1. Formulation d'un produit laitier enrichi en *Syzygium aromaticum*
2. Analyses physicochimique et microbiologique du yaourt formulé
3. Analyse sensorielle du produit
4. Evaluation de la teneurs en antioxydants (composés phénoliques) du yaourt en comparant avec un yaourt nature
5. Effet de l'enrichissement du yaourt sur la durée de conservation (à différentes températures)
6. Etude de confirmation du caractère fonctionnel du yaourt au girofle sur certains marqueurs de santé (cholestérol, glycémie, et autres).

# **Introduction**

# Chapitre I

# Chapitre II

# Chapitre III



# Conclusion

# **Références**

# **Bibliographiques**

## Références Bibliographiques

---

1. Accolas J. P., D.Hemme., M. J. Desmazeaud., L. Vassal., C. Bouillanne et Monique Veaux. (1980). Les levains lactiques thermophiles : Propriétés et comportement en technologie laitière. *Le Lait* (1980), LX, 487-524.
2. Adriana Dabija, Georgiana Gabriela Codină, Anca-Mihaela Gâțlan and Lăcrămioara Rusu (2018). Quality assessment of yogurt enriched with different types of fibers. *cyta – journal of food*. Vol. 16, NO. 1, 859–867
3. Alexander Yashin, Yakov Yashin, Xiaoyan Xia and Boris Nemzer (2017) Antioxidant Activity of Spices and Their Impact on Human Health: A Review. *Antioxidants*, 6, 70; 1-18
4. Alm L (1982). Effect of fermentation on milk fats of Swedish fermented milk products. *J Dairy Sci* 65, 522-530
5. Amal Bakr Shori. (2020) Proteolytic activity, antioxidant, and  $\alpha$ -Amylase inhibitory activity of yogurt enriched with coriander and cumin seeds. *LWT-Food Science and Technology* Volume 133, November 2020, 109912
6. American Cancer Society. (1996). Advisory committee on Diet, Nutrition and Cancer Prevention. Guidelines on diet, nutrition, and cancer prevention: reducing the risk of cancer with healthy food choices and physical activity. *CA Cancer J. Clin.* 46: 325-341.
7. Amirdivani S. et Baba A ; S. (2011). Changes in yogurt fermentation characteristics, and antioxidant potential and in vitro inhibition of angiotensin-1 converting enzyme upon the inclusion of peppermint, dill and basil. *LWT- Food Science and Technology* 44(6):1458-1464
8. Anne Fernandez Melissa., Éliane Picard-Deland., Noémie Daniel., André Marette. (2017). Yaourt et santé : revue des données récentes *Yogurt and health: overview of recent data. Cahiers de nutrition et de diététique* (2017) 52S, S48-S57
9. (anonyme 01) : <https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89pice>
10. (anonyme 02) : <https://fr.wikipedia.org/wiki/épice>
11. (Anonyme 03) : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Plante\\_aromatique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Plante_aromatique)
12. Anne Saint-Eve (2006). Compréhension de la libération et de la perception des composés d'arôme en condition de consommation : cas du yaourt brassé aromatisé. Ecole Doctorale ABIÉS Unité Mixte de Recherche Génie et Microbiologie des Procédés Alimentaires Thèse Doctorat de l'Institut National Agronomique Paris-Grignon 18p

13. Banouh et Azzouz, (2019). Evaluation de l'activité antibactérienne, antifongique et activité antioxydante de l'huile essentielle de clou de girofle (*Syzygium aromaticum*), en vue de l'obtention du diplôme master, université akli mohand oulhadj – Bouira, 78pages.
14. BakrShoriA. (2020). Proteolytic activity, antioxidant, and  $\alpha$ -Amylase inhibitory activity of yogurt enriched with coriander and cumin seeds. *LWT-Food Science and Technology* Volume 133, November 2020, 109912.
15. Bakrm, S.A., Salihin, B.A. (2013). Effects of inclusion of *Allium sativum* and *Cinnamomum verum* in milk on the growth and activity of lactic acid bacteria during yoghurt fermentation. *Amer-Euras. J. Agric. Environ. Sci.* 13, 1448–1457
16. Baumgartner Sabine, Bruckert Eric, Gallo Antonio, Plat Jogchum (2020). The position of functional foods and supplements with a serum LDL-C lowering effect in the spectrum ranging from universal to care-related CVD risk management. *Atherosclerosis*, In Press.
17. Behrad S., Yusof M.Y., Goh K.L., Baba A.S. (2009). Manipulation of probiotics fermentation of yogurt by cinnamon and licorice: effects on yogurt formation and inhibition of *Helicobacter pylori* growth in vitro. *World Academy of Science, Engineering and Technology.* 60: 590-594
18. Bergère J.-L.(1980). Production massive de cellules de streptocoques lactiques iii. production de différentes souches en culture a ph constant. Station Centrale de Recherche Laitières et de Technologie des Produits animaux, C.N.R.Z., Jouy-en-Josas, Yvelines.
19. Bhattacharyya, S., Chakraborty, C., Moitra, S., Bandyopadhyay, K. (2017). Potential application of milk and milk products as carrier for herpes and spices: a Review. *Int. J. Eng. Res. Sci. Technol.* 6, 113–124.
20. Boccignone M. Brigidi R. Sarra C (1984) Studi effettuati sulla composizione in trigliceridi ed acidi grassi liberi nello yoghurt preparato da latte vaccino. pecorino e caprino. *Ann Fac Med Vet (Turin)* 28.223-233
21. Bourlioux P., Braesco V. et Denis Mater D.G. (2011). Yaourts et autres laits fermentés. *Cahiers de nutrition et de diététique.* 46(6): 305-314.
22. Bouton.Y, P Guyot., A Dasen., R Grappin(1993). Activité protéolytique de souches de lactobacilles thermophiles isolées de levains et de Comté. II. Applications en sites industriels. *Lait* (1994) 74, 33-46. »
23. Butnariu M., Sarac I. (2019). Functional Food. *International Journal of Nutrition.* Vol. 3 Issue 3, 7-16.

## Références Bibliographiques

---

24. Charles, D.J. (2013). *Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources*; Springer: New York, NY, USA; p. 612.
25. codex alimentarius en (1999) .Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie
26. Conn E.E. The world of phytochemicals. In: Gustine D.L., Flores H.E., editors. *Phytochemicals and Health*. American Society of Plant Physiologists; Rockville, MD: 1995. pp. 1–14.
27. Tajkarimi MM, Ibrahim SA, Cliver DO. Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Control* 2010; 21: 1199-1218 Dabija A., Codină G. G., Gâtlan A. and Rusu L. (2018). Quality assessment of yogurt enriched with different types of fibers. *CYTA – Journal of Food*. 1(16), 859–867
28. DomínguezDíaz L, Fernández-Ruiz V, Cámara M (2020). An international regulatory review of food health-related claims in functional food products labeling. *Journal of Functional Foods* 68: 103896, 1-14.
29. Drouault S, G Corthier (2000). Effets des bactéries lactiques ingérées avec des laits fermentés sur la santé. *Vet. Res.* 32 101–117.
30. Elizabeth I. Opara , and MagaliChohan (2014) *Culinary Herbs and Spices: Their Bioactive Properties, the Contribution of Polyphenols and the Challenges in Deducing Their True Health Benefits*. *Int. J. Mol. Sci.* , 15: 19183-19202
31. Embuscado,M.E. (2015).Spices and herbs:natural sources of antioxidants–aminireview. *J Funct. Foods* 18: 811–819.
32. Gosta B. (1995). *Produit laitiers de culture*. In *.Manuel de transformation du lait*. Edition: téta pack processing systems AB. Sweden. 241-262 »
33. Hamlat Amel et Boukherbab Imane. (2018) *Evaluation de la qualité d'un yaourt étuvé aromatisé produit au sein de la laiterie RAMDY*. universiteaklimohandoulhadj – bouira
34. Helal, A., Tagliazucchi, D.(2018). Impact of in-vitro gastro-pancreatic digestion on polyphenols and cinnamaldehydebioaccessibility and antioxidant activity in stirred cinnamon-fortified yoghurt. *LWT - Food Sci. Technol. (Lebensmittel-Wissenschaft-Technol.)* 89, 164–170.
35. Herman, L.(2015). *Herb& Spice Companion: the Complete Guide to over 100 Herbs& Spices*. Wellfleet Press, New York, NY.
36. Hermann, M. (2009). The impact of the European Novel Food Regulation on trade and food innovation based on traditional plant foods from developing countries. *Food Policy*, 3, 499–507.
37. Hasneen .(2020). Comparative evaluation of some herbs and their suitability for skimmed milk yoghurt and cast Kariesh cheese fortification as functional foods. *Annals of Agricultural Sciences* 65 6–12

## Références Bibliographiques

---

38. Jayalalitha V., Elango A., Pugazhenthir TR. and Balasundaram B. (2019). Yoghurt: Ideal vehicle for healthy ingredients: A review. *International Journal of Chemical Studies*; 7(4): 1139-1144.
39. JORA (2018). *Journal Officiel De La Republique Algerienne* N° 25, 16 Chaâbane 1439, 21-32
40. Josipović, R., Knežević, Z.M., Frece, J., Markov, K., Kazazić, S., Mrvčić, J.(2015). Improved properties and microbiological safety of novel cottage cheese containing spices. *Food Technol. Biotechnol.* 53, 454–462.
41. Larousse, (1976), *Grande Encyclopédie Larousse*
42. Lai P K. and Roy J. (2004). Antimicrobial and Chemopreventive Properties of Herbs and Spices. *Current Medicinal Chemistry* 11(11):1451-60
43. Lorget *et al.*, 2005 ; Zeghichi *et al.*, 2010 ; Baumgartner *et al.*, 2020).....
44. Mahaut M., Jeantet R., schuck P. et Brulé G. (2000). *Les produits industriels laitiers*. Edition: Tec et Doc. Paris, France. 178P.
45. Meghachou (2012). *Approche méthodologique à la modélisation pour les plans d'expérience pour élaboration d'un yaourt*. Université d'Oran.
46. Opara E., and Chohan M. (2014). Culinary Herbs and Spices: Their Bioactive Properties, the Contribution of Polyphenols and the Challenges in Deducing Their True Health Benefits. *Int. J. Mol. Sci.*, 15, 19183-19202
47. Park H., Lee M., Kim K., Park E. and Paik H. (2018). Antioxidant and antigenotoxic effect of dairy products supplemented with red ginseng extract. *Journal of Dairy Science* 101:8702–8710.
48. Parthasarathy, V.A. (2008). Chempakam, B.; Zachariah, T.J. *Chemistry of Spices*; CABI: Oxfordshire, UK.
49. Pei-ling, T., Er-wei H., Jia-gang D., Xiao-tao H., Zuo-huia Z., Jin-ling X. (2019). Boost anti-oxidant activity of yogurt with extract and hydrolysate of cinnamon residues. *Chinese Herbal Medicines* Volume 11, Issue 4, Pages 417-422.
50. Pierre B., Véronique B., Denis D.G (2011). yaourt et autres lait fermentés : cahiers du nutrition et de diététiques 46,305-314.
51. Poznanski S, Lenoir J, Mocquot G (1965) La protéolyse de la caséine par les enzymes intracellulaires de certaines bactéries. *Lait* 45, 3-26
52. Romain. J; Thomas. C; Michel. M; Pierre. S; Gérard. B, (2008): *Les produits laitiers*. Ed. Tec & Doc, 11, rue Lavoisier 75008. Paris. P (23).
53. Savadogo A et traore ,A.S. (2011). La flore microbienne et les propriétés fonctionnelles des yaourts et laits fermentés. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(5): 2057-20 *International Journal of Biological and Chemical Sciences*.

## Références Bibliographiques

---

54. SCFFE (1999) Scientific concepts of functional foods in Europe. Consensus document, Br. J. Nutr. 81 (Suppl 1) S1–S27.
55. Simopoulou, A. P. (1995). The Mediterranean food guide: Greek column rather than Egyptian pyramid. *Nutrition Today*. 30: 54-61.
56. Simopoulos, (2001). The Mediterranean Diets: What Is So Special about the Diet of Greece? The Scientific Evidence. *Journal of Nutrition* 131(11 Suppl):3065S-73S.
57. Shi, J., Han, Y.-P., & Zhao, X.-H. (2017). Quality attributes of set-style skimmed yoghurt affected by the addition of a cross-linked bovine gelatin. *CYTA - Journal of Food*, 15(2), 320–325.
58. Srinivasan, K. (2014). Antioxidant potential of spices and their active constituents (on line). *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 54, 352–372.
59. Srivastava P., Prasad S.G.M., Nayeem Ali M., Prasad M. (2015). Analysis of antioxidant activity of herbal yoghurt prepared from different milk. *The Pharma Innovation Journal* 2015; 4(3): 18-20.
60. Syndifrais,(1997). Yaourt, lait fermentés. *Mission Scientifique de syndifrais. Les lais* 77(3): 321-358.
61. Tang Pei-ling, HaoEr-wei, Deng Jia-gang, Hou Xiao-tao, Zhang Zuo-huia, Xi Jin-ling. Boost anti-oxidant activity of yogurt with extract and hydrolysate of cinnamon residues. *Chinese Herbal Medicines* Volume 11, Issue 4, October 2019, Pages 417-422
62. Vijayalakshmi V., Illupapalayam S. C., Smith S. G. (2014). Consumer acceptability and antioxidant potential of probiotic-yogurt with spices. *LWT- Food Science and Technology*. Volume 55, Issue 1, 255-262.
63. Yashin A., Yashin Y., Xia X. and Nemzer B. (2017). Antioxidant Activity of Spices and Their Impact on Human Health: A Review. *Antioxidants*, 6, 70; 1-18
64. Zarbà C., Chinnici G. and D'Amico M. (2020). Novel Food: The Impact of Innovation on the Paths of the Traditional Food Chain. *Sustainability* 2020, 12, 555, 1-18.
65. Zeghichi S., Kallithraka S. (2007). Mediterranean diet in the Maghreb: An update. "World Review of Nutrition and Dietetics". Simopoulos AP., Visioli F. (Eds.): More on the Mediterranean diets. *World Rev Nutr Diet*. Basal. Karger, vol 87, 160:179.
66. Zhi, -N.-N., Zong, K., Thakur, K., Qu, J., Shi, -J.-J., Yang, J.-L., ... Wei, Z.-J. (2018). Development of a dynamic prediction model for shelf-life evaluation of yogurt by using physicochemical, microbiological and sensory parameters. *CYTA– Journal of Food*, 16 (1), 42–49.
67. Zourari A., Desmazeaud MJ. (1991). Caractérisation de bactéries lactiques thermophiles isolées de yaourts artisanaux grecs. II. Souches de *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* et cultures mixtes avec *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, *Lait*, 71, 463-482 .

## **Résumé**

Les aliments fonctionnels représentent une catégorie d'aliments apportant un bénéfice sur la santé. Il existe plusieurs types d'aliments fonctionnels possédant, des propriétés particulières et des effets sur l'organisme en terme de prévention et/ou de traitement. Les marchés pour cette catégorie d'aliments font l'objet d'une concurrence continue et, afin de subsister, les compagnies doivent planifier soigneusement les nouveaux produits et appuyer leurs décisions sur les besoins et la demande des consommateurs. D'un autre côté, on note un changement d'attitude des consommateurs envers les aliments et la modification des tendances dans leur approvisionnement alimentaire résultant d'un grand nombre de facteurs visant une meilleure hygiène de vie notamment un régime alimentaire protecteur contre les maladies chronique et tout autre état de santé. Le yogourt est l'un des produits sains et nutritifs les plus consommés dans le monde entier, de ce fait il peut être un véhicule idéal pour plusieurs ingrédients sains tels que les herbes, épices riches en antioxydants afin de produire un aliment fonctionnel doté de pouvoir préventif et/ou thérapeutique.

**Mots clés :** Aliments fonctionnels, nouvel aliment, yaourt, épices, herbes, antioxydants.

## **Abstract**

Functional foods are a category of foods that provide health benefits. There are several types of functional foods with specific properties and effects on the body in terms of prevention and/or treatment. The market for this food category are subject to continuous competition and, in order to survive, companies must specifically plan for new products and base their decisions on consumer needs and demands. On the other hand, there is a change in consumers' attitude towards food and the modification of trends in their food supply resulting from a several factors in order to have a better life style including a protective diet against chronic diseases and any other health issues. Yogurt is one of the most consumed healthy and nutritious products around the world, therefore it can be an ideal vehicle for several healthy ingredients such as herbs and spices that are rich in antioxidants to produce a functional food with potency of prevention and / or treatment of diseases.

**Key words:** Functional foods, novel food, yogurt, spices, herbs, antioxydants.