



DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

N°...../S

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

Meghainia Halima et Hama Chahrazed

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN AGRONOMIE**

Spécialité : biotechnologie alimentaire .

THÈME

**Effets antimicrobiens de l'extrait à l'éthanol aqueux de *Thymus vulgaris* (Thym) récolté dans la région de Setif sur la croissance des germes lactiques : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus***

Soutenu publiquement le 04/Juillet/2017.

DEVANT LE JURY

Président :	M. BOUDEROUA.K	Professeur	Université de Mostaganem.
Encadreur :	M. AIT SAADA. D	M.C.B	Université de Mostaganem.
Co-encadreur	M. BEKADA. A	Professeur	Université de Tissemsilt.
Examineur	M. BENMILOUD. D	M.A	Université de Mostaganem.

Le thème est réalisé au niveau du laboratoire de Microbiologie et le laboratoire de Technologie Alimentaire et Nutrition - Université de Mostaganem -

Année universitaire : 2016 – 2017.

# Sommaire

Remerciement

Dédicace

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction

## Partie bibliographique

### Chapitre I : généralité sur les yaourts

1-Historique.....	1
2-Définitions .....	1
3-Classification des différents types de yaourts.....	2
4- Caractéristiques des bactéries du yaourt .....	3
4-1-1 <i>Streptocoques Thermophiles</i> .....	3
4-1-2 <i>Lactobacillus bulgaricus</i> .....	4
5-Intérêt des bactéries de yaourt dans l'industrie.....	5
6- Symbiose entre les souches du yaourt .....	5
7- Aptitudes technologiques des bactéries lactiques du yaourt.....	6
7-1- Aptitude acidifiante .....	7
7-2- Aptitudes protéolytiques .....	7
7-3- Aptitude texturante .....	8
7-4- Aptitudes aromatisantes.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
7-5- Aptitude antagonistique .....	9
7-6- Aptitudes lipolytiques .....	10
8-1- Fabrication du levain .....	10
8-2- Conservations des levains lactiques .....	10
8-3- Rôle et propriétés des levains lactiques.....	11
9- Les composants du yaourt .....	11
10- Fabrication de yaourt .....	12
10-1- Préparation de lait .....	12
10-2- Pasteurisation .....	12

10-3- Refroidissement .....	13
10-4- Ensemencement .....	13
10-5- Conditionnement .....	13
10-6- Incubation (fermentation) .....	13
10-7- Arrêt de fermentation.....	14
11- Conservation .....	14
12- Qualité du yaourt au cours de la conservation.....	15
11-1- Qualité physico-chimique .....	15
12-2- Qualité microbiologique.....	15
12-3-Qualités organoleptiques .....	16
13- Le yaourt et ses biens faits.....	17

## **Chapitre II : Le thym (*Thymus vulgaris*)**

1-Les plantes aromatiques.....	18
2-Présentation de La famille des lamiacées .....	18
3-La plante <i>Thymus vulgaris</i> .....	20
4-Historique .....	20
5-Origine et distribution de la plante .....	21
6-Caractéristiques botaniques .....	21
6-1-Description .....	21
6-2-Place dans la systématique .....	23
6-3-Répartition géographique .....	24
7-Composition chimique .....	24
8-Utilisation des feuilles de <i>thymus vulgaris</i> .....	25
9-Propriétés pharmacologiques et recherche en cours .....	26
10- Les propriétés du Thym les propretés du thym sont résumées comme suit : .....	29

## **Partie expérimentale**

### **Chapitre III : Matériels et méthodes**

1. Objectifs .....	30
2. Région de prélèvement et traitements préliminaires du matériel végétal .....	30
3. Extraction des composés bioactifs .....	31
4. Essai de fabrication d'un lait fermenté alicament enrichi d'extraits de thym .....	32
4.1. Protocole expérimental .....	32

4.2 Préparation des levains .....	32
4.3 Technologie de fabrication des laits fermentés expérimentaux .....	33
5. Mesures et contrôles .....	34
5.1 Paramètres physicochimiques .....	35
5.1.1 Acidité .....	35
5.1.2 pH .....	35
5.1.3 Viscosité dynamique .....	35
5.2 Analyses microbiologiques .....	36
5.3 Test organoleptique .....	36
6. Traitement statistique .....	37

## **Chapitre IV : Résultats et discussions**

1. Résultats .....	37
1.1. Analyses physicochimiques .....	37
1.1.1. PH .....	37
1.1.2. Acidité .....	39
1.1.3. Viscosité.....	42
1.2.1. Analyses microbiologiques.....	44
1.2.1. Streptococcus thermophilus .....	44
1.2.2. Lactobacillus bulgaricus .....	45
1.3. Tests organoleptiques.....	46
1.3.1. Gout acide.....	46
1.3.2. Cohésivité .....	47
1.3.3. Adhésivité.....	48
1.3.4. Arrière-gout.....	50
1.3.5. Couleur .....	51
1.3.6. Gout de fraîcheur.....	53
1.3.7. Odeur .....	54
2. Discussion .....	55
conclusion .....	56

Références bibliographiques

Annexe

Résumé

## **Remerciements**

*Avant tous nous avons remercié "Allah" qui a guidé nos pas vers la voie du savoir.*

*Ce travail a été réalisé au laboratoire de chimie 1 de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département d'agronomie, de l'Université de Mostaganem sous la direction de **Mr. Ait saada D** et **Mr. Bekkada A.**, à qui nous lui adressons notre profonde gratitude pour la proposition de ce thème les conseils éclairés et les encouragements qu'elle n'a cessés de nous prodiguer tout au long de ce travail.*

*Nous exprimons notre profonde reconnaissance au président du jury **M. BOUDEROUA.K** et l'examineur **M. BENMILOUD. D** d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer notre Modest travail.*

*Nos sincères reconnaissances vont à tous les ingénieurs des Laboratoires de chimie, biochimie et microbiologie.*

*À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste mémoire.*

## *Dédicace*

C'est grâce a dieu, tout puissant qui m'a donné le courage et la volonté pour achever ce modeste travail que je dédie :

A mon très cher papa et ma très chère maman pour leurs sacrifices, leurs soutien moral, de leur tendresse, de leurs encouragements tout au long de mes études et durant ce mémoire, ils m'ont offert tout pour que je réussisse, je ne les remercierai jamais assez pour tout ce qu'ils m'ont fait, j'espère qu'ils sont fiers de moi.

A mes très chères sœurs :Imane et Ghaniya , et a mès chers frères :  
Rachid Bendhiba et Karim , Sidahmad .

A toutes ma famille : « Hama » .

*A mon binôme meghainia halima qui a partagé avec moi les moments difficiles de ce travail.*

A toutes mes amies à l'université pour leurs encouragements (Halima Hafida ,Samia, Nassira ,Hanan ,nawal ) et je les remercie infiniment pour leur soutien.

*A toutes les personnes que j'ai oublié de citer, à tous les étudiantes de 2<sup>ème</sup> année master biotechnologie alimentaire.*

*chahrazede*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce mémoire : A mes très chers parents pour leurs dévouements, leurs amours, leurs sacrifices et leurs encouragements.*

*Que ce travail soit, pour eux, un témoignage de ma profonde affection.*

*A mes chers frères et mes chères sœurs.*

*A mon cher mari **bedani** qui m'a tant soutenu*

*A tout la famille « **meghainia** » .*

*A mon binôme **hama chahrazed** qui a partagé avec moi les moments difficiles de ce travail.*

*A mes amies que j'ai vécu avec elles des beaux moments au cours de mon cursus à l'université.*

*A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail .*

*A toutes les personnes que j'ai oublié de citer, à tous les étudiantes de 2<sup>ème</sup> année master biotechnologie alimentaire.*

*Enfin à tous ceux que j'aime et qui m'aiment .*

***Halima***

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau</b>	<b>pages</b>
<b>Tableau.1</b> Classification botanique de <i>Thymus vulgaris</i>	23
<b>Tableau 2.</b> Evolution du PH des laits fermentés additionnés d'extraits hydro-éthanoliques de <i>Thymus vulgaris</i>	38
<b>Tableau 3 .</b> Evolution de l'acidité des laits fermentés additionnés de l'extrait hydro-éthanolique de <i>Thymus vulgaris</i>	40
<b>Tableau 4.</b> Evolution de la viscosité des laits fermentés additionnés d'extrait hydro-éthanolique de <i>Thymus vulgaris</i>	42
<b>Tableau 5.</b> Evolution du nombre de <i>Streptococcus thermophilus</i> (N. $10^4$ UFC / ml) des laits fermentés additionnés au extrait hydro-éthanolique de <i>Thymus vulgaris</i>	43
<b>Tableau 6.</b> Evolution du nombre de <i>Lactobacillus bulgaricus</i> (N. $10^4$ UFC / ml ) des laits fermentés additionnés au extrait hydro-éthanolique de <i>Thymus vulgaris</i>	44
<b>Tableau 7 .</b> Evolution du gout dans laits fermentés additionne aux extraits éthanoliques de <i>Thymus vulgaris</i>	45
<b>Tableau 8.</b> Evolution de cohésivité des laits fermentés additionnés aux extraits hydro-éthanoliques de <i>Thymus vulgaris</i>	46
<b>Tableau 9.</b> Évolution d'adhésivité dans les laits fermentés additionnés de l'extrait éthanoliques de <i>Thymus vulgaris</i>	48
<b>Tableau 10.</b> Évolution de l'arrière-gout dans lait fermentés additionnes aux extraits hydro- éthanoliques de <i>thymus vulgaris</i>	49
<b>Tableau 11 .</b> Évolution de couleur dans le yaourt additionnes aux extraits éthanoliques de <i>Thymus vulgaris</i>	50
<b>Tableau 12.</b> Évolution de la fraîcheur dans les laits fermentés additionnes aux extraits hydro-éthanoliques de <i>Thymus vulgaris</i> .	51
<b>Tableau 13.</b> Évolution d'odeur dans les laits fermentés additionné aux extraits hydro-éthanoliques de <i>Thymus vulgaris</i>	52

## *Liste des figures*

<b>Figure</b>	<b>Pages</b>
<b>Figure .1</b> Morphologie électronique de souche <i>St. Thermophilus</i>	4
<b>Figure.2</b> Morphologie électronique de souche <i>Lactococcus bulgaricus</i>	5
<b>Figure 03.</b> Métabolisme complémentaire de <i>Strptococcus thermophilus</i> et de <i>Lactobacillus bulgaricus</i> dans le lait	14
<b>Figure.4</b> Diagramme de fabrication du yaourt ferme et brassé (Lmontagne ,1999)	21
<b>Figure.5</b> Aspects morphologiques de <i>Thymus vulgaris</i>	22
<b>Figure.6</b> les parties du thym utilisées	23
<b>Figure 7.</b> Diagramme de fabrication de levain lactique	32
<b>Figure 08.</b> Diagramme de fabrication des laits fermenté	33
<b>Figure 9.</b> Diagramme de dilution	35
<b>Figure 9.</b> Evolution du PH des laits fermentés additionnés d'extrait hydro-éhanolique de <i>Thymus vulgaris</i>	37
<b>Figure 10.</b> Evolution de l'acidité des laits fermentés additionnés d'extrait à hydro-éthanolique de <i>Thymus vulgaris</i>	39
<b>Figure 11.</b> Evolution de la viscosité des laits fermentés additionnés d'extrait hydro-éthanolique de <i>Thymus vulgaris</i>	41
<b>Figure 12 .</b> Evolution du nombre de <i>Streptococcus thermophilus</i> (N. $10^4$ UFC / ml) des laits fermentés additionnés au extrait hydro-éthanolique de <i>thymus vulgaris</i>	43
<b>Figure 13.</b> Evolution du nombre de <i>Lactobacillus bulgaricus</i> (N. $10^4$ UFC / ml) des laits fermentés additionnés au extraithydro-éthanolique de <i>Thymus vulgaris</i>	44

<b>Figure 14</b> .Évolution du gout dans les laits fermentés additionnés aux extraits hydro- éthanoliques de <i>Thymus vulgaris</i>	45
<b>Figure 15.</b> Evolution de cohésivité des laits fermentés additionnés aux extraits hydro- éthanoliques de <i>Thymus vulgaris</i>	46
<b>Figure 16.</b> Évolution d'adhésivité des laits fermentés additionnés de l'extrait hydro- éthanoliques de <i>Thymus vulgaris</i>	47
<b>Figure 17.</b> Évolution de l'arrière-gout dans les laits fermentés additionnes aux extraits hydro-éthanoliques de <i>Thymus vulgaris</i>	48
<b>Figure 18.</b> Évolution de couleur dans les laits fermentés yaourt additionnes aux extraits hydro-éthanoliques de <i>Thymus vulgaris</i>	50
<b>Figure 19.</b> Évolution de la fraîcheur dans les laits fermentés additionnes aux extraits hydro-éthanoliques de <i>Thymus vulgaris</i>	51
<b>Figure 20.</b> Évolution d'odeur dans les laits fermentés additionné aux extraits hydro-éthanoliques de <i>Thymus vulgaris</i>	52

# Liste des abréviations

**%** : pourcentage

**μ** : viscosité dynamique

**°C** : Degré celsius

**CMC** : Carboxyméthyle cellulose

**CMI** : Concentration minimale inhibitrice

**CO<sub>2</sub>** : dioxyde de carbone

**°D** : Degré Dornic

**DPPH** : Diphenylpicrylhydrazyl

**E.coli** : Eshirichia

**EPS** : Exopolysacharides

**FAO** : Food Agriculture Organisation

**g** : gramme

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** : peroxyde d'hydrogène

**h** : heur

**HS** : hautement significatif

**jr**: jour

**L.b** : *Lactobacillus bulgaricus*

**l** : litre

**mg** : miligramme

**mg/l** : miligramme par litre

**ml** : millilitre

**MSNG** : Matieres seche laitières non grasses

**N** : Normalité

**NAOH** : Hydroxyde de sodium

**NS** : non significatif

**pH** : potentiel hydrogène

**S** : significatif

**S/L** : rapport de souche *Streptococcus thermophilus* sur *Lactobacillus bulgaricus*

**S.t** : *Streptococcus thermophilus*

**T°** : température optimale

**UFC** : unité formant colonie

**Vs** : vis à vis

## Introduction

Ces dernières années l'exploitation des plantes médicinales notamment suscite un intérêt de plus en plus croissant aussi bien chez les consommateurs que chez les diététiciens et les nutritionnistes. Ils sont au centre de l'élaboration d'un bon nombre de produits alimentaires de grande valeur énergétique et diététique : « yaourt, farine pour bébés, confitures, marmelades etc. ».

Le yaourt est un écosystème naturel qui fait intervenir deux bactéries lactiques, il est défini comme un lait fermenté issu de la transformation du lait par les seules bactéries *Lactobacillus bulgaricus* (*Lb. bulgaricus*) et *Streptococcus thermophilus* (*St. thermophilus*). Il est l'un des produits laitiers le plus vendu sur le marché du fait de la diversification de la gamme disponible. En plus de son importance nutritionnelle, il a été identifié pendant longtemps en tant que nourriture saine due à l'action bénéfique de ses bactéries vivantes.

Le yaourt est l'un des produits préférés par le consommateur ,en Algérie selon l'office national des statistiques, la consommation moyenne des algériens est de 8,5 Kg par personne par ans (**Kaci et Sassi, 2007**).

Avec l'évolution du consommateur vers la recherche d'un nouveau gout dans les aliments, néanmoins dépourvus d'additifs chimiques, la dynamique actuelle du marché des denrées alimentaires oblige les industrielles a formuler constamment de nouveau produit.

Ainsi, l'intérêt des consommateurs est portée pour des produits allégés et bio qui devient aussi une des caractéristique de l'alimentation particulière dite de diététique moderne.

Depuis très longtemps, les plantes médicinales jouent un rôle déterminant dans la conservation de la santé des hommes et dans la survie de l'humanité (**Iserin, 2001**). Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), plus de 4000 des plantes médicinales, ce qui constitue 90% de la médecine traditionnelle en Afrique (OMS, 2003).

Depuis le XVIIIe siècle, au cours duquel des savants ont commencé à extraire et à isoler les substances chimiques qu'elles contiennent, on considère les plantes médicinales et leurs effets en fonction de leurs principes actifs.

Les propriétés antioxydants des principes actifs des extraits provenant de diverses sources végétales continuent à avoir un très grand intérêt comme supplément en médecine complémentaire. La plupart de ces extraits contiennent des polyphénols qui sont d'ailleurs de plus en plus utilisés en thérapeutique. Les plantes sont également utilisées pour leur propriété antibactérienne. Cependant, en tant que sources de médicaments, les plantes restent encore sous exploitées surtout dans le domaine de la microbiologie médicale **(Mohammedi, 2013)**.

Les plantes aromatiques ont été traditionnellement employées pour l'assaisonnement et la prolongation de la durée de conservation des aliments **(Wang et al., 2010)**. La plupart de leurs propriétés sont dues aux huiles essentielles produites par leur métabolisme secondaire **(Rashid et al., 2010)**.

Plusieurs activités pharmacologiques ont été rapporté aussi bien pour les extrait que les huiles essentielle de *thymus*. Ces activités seraient dues en grande partie à la présence de composés phénoliques.

L'intérêt de ce travail vise a fabriquer lait fermenté particulier appelé alicament renfermant en plus des effets bénéfiques des souches lactiquesensemencés (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*) les vertus médicinales et diététiques d'une plantes très largement utilisé en Algérie à savoir le *thymus vulgaris* .

Dans le cadre de cette étude, ce mémoire est composé de deux parties. La première partie propose une mise au point bibliographique. Elle est divisée en deux chapitres ; Le premier chapitre est une généralité sur le lait fermenté type yaourt et le second chapitre est consacré à l'étude de la plante objet de l'étude dont *thymus vulgaris*. la seconde partie (pratique), décrit en détail le protocole expérimentale et les mesures et contrôles effectués. Les résultats obtenus sont ensuite amplement discutés. Le manuscrit est achevé par une conclusion générale.

## 1-Historique

Les laits fermentés sont préparés depuis une époque très lointaine en Asie centrale, dans les pays méditerranéens et dans la pluparts des régions d'élevage ou ils constituent un mode de protection et de conservation du lait grâce à l'abaissement du pH en même temps qu'ils sont un aliment apprécié pour sa saveur. Longtemps restés traditionnels, certains de ces produits connaissent depuis quelque années un développement considérable grâce d'une part, à l'intérêt qu'y trouvent les consommateurs sur le plant organoleptique, nutritionnel, voir thérapeutique et d'autre part, à la mise en œuvre de procédés de fabrication industriels et aux progrès de la distribution. Enfin, l'attrait pour ces produits est renforcé par leur diversification et par des puissantes campagnes publicitaires.

Ces produits présentent un grand intérêt dans les pays en développement en raison de leur acidité qui en fait des aliments hygiéniques, sans inconvénients pour les consommateurs intolérants au lactose. De plus, ils présentent une bonne valeur nutritionnelle, des qualités organoleptiques généralement très bien acceptés ainsi qu'une relative facilitée de préparation et de distribution (*Keddar et Koubich, 2009*).

## 2-Définitions

Le yoghourt ou le yaourt est un lait fermenté obtenu par la multiplication dans le lait de deux bactéries lactiques spécifiques associées : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*. Ces bactéries lactiques sont cultivées sur du lait préalablement pasteurisé, dans le but d'éliminer la plus grande partie ou la totalité de la flore microbienne préexistante. Après la fermentation, le yaourt est refroidi à une température comprise entre 1 et 10°C, à l'exclusion de tout autre traitement thermique, il est alors prêt à être consommé » (*Luquet, 1990*).

Le mot yaourt (yoghourt ou yogourt) vient de « yoghurmark », mot turc signifiant « épaissir ». Selon la définition établie par la FAO (Food Agricultural Organisation) et l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) en 1977, le yaourt est un lait coagulé obtenu par la fermentation lactique due à deux ferments spécifiquesensemencés simultanément : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* qui sont contenus naturellement dans le lait, à l'exclusion de toute autre bactéries. Ces bactéries doivent se retrouver vivantes à la concentration de  $10^7$  /g de produit. Elles sont aussi thermophiles et dégradent le lactose en

acide lactique à partir de 45°C dont la teneur doit être au moins 0,7 % lors de sa vente (**Fredot, 2005 ; Vierling, 2008**).

Le Codex Alimentarius, norme n° A- 11 (a) (1975) définit ainsi le yaourt: «Le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus* à partir du lait frais ainsi que du lait pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition (lait en poudre, poudre de lait écrémé, etc.). Les micro-organismes du produit final doivent être viables et abondants.»

La législation de nombreux pays exige que les bactéries du yaourt soient vivantes dans le produit mis en vente. D'autres pays admettent qu'à la suite d'un traitement thermique destiné à améliorer la durée de conservation, le produit ne contient plus de bactéries vivantes. Cette pratique n'est pas recommandable, car elle modifie les propriétés du yaourt (**FAO, 1995**).

### **3-Classification des différents types de yaourts**

**3-1 Selon la texture :** Selon la texture les yaourts sont classés comme suite :

**Yaourts fermes :** Ce sont les yaourts coagulés en pots, selon Veisseyre (1997) généralement des yaourts naturels ou aromatisés, dont la fermentation s'opère après la mise en pot à une température comprise entre

42 et 44°C dans le cas des yaourts sucrés, aromatisés, aux fruits, à la confiture, etc..... l'apport des additifs se fait avant ou après le remplissage des pots. (**Keddar et Koubich, 2009**).

**Yaourts brassés :** Ce sont les yaourts coagulés en cuve et brassés avant la mise en pot.

**Yaourts à boire :** C'est des yaourts dont la texture est liquide.

**3-2- Selon la teneur en matières grasses :** d'après la teneur en matière grasse les yaourts sont repartis en :

**Yaourts maigres :** Les yaourts renferment des teneurs en matières grasses inférieures à 1%.

**Yaourts ordinaires nature :** Les yaourts renferment des teneurs en matières grasses 1 % minimum.

**Yaourts entiers** : Les yaourts renferment des teneurs en matières grasses 3,5 % (en pratique de 3 à 4,5%).

**3-3 Selon le goût** : selon le goût on retrouve :

**Yaourts sucrés** : ils sont additionnés de saccharose à un taux variable de %.

**Yaourts aux fruits, au miel, à la confiture** : ils subissent une addition inférieure à 30 % de ces différents produits.

**Yaourts aromatisés** : les produits contiennent des arômes naturels renforcés par un produit de synthèse.

#### **4- Caractéristiques des bactéries du yaourt**

Les deux bactéries associées dans la préparation du yaourt ont pour rôle principal d'abaisser le pH du lait au point isoélectrique de la caséine (pH 4,6) de façon à former un gel (ou coagulum). Outre le goût acidulé qu'elles donnent au gel, elles lui assurent une saveur caractéristique due à la production de composés aromatiques (acétaldéhyde principalement, cétone, acétoïne, diacétyl). Enfin, par la production de polysaccharides (glucanes), certaines souches ont une action dans la consistance du gel (FAO, 1995).

##### **4-1-1 *Streptocoques Thermophiles***

*Streptococcus thermophiles* est une Cocci, Gram positif, anaérobie facultative, non mobile. Cette espèce est retrouvée dans le lait fermenté et les fromages, C'est une bactérie dépourvue d'antigène du groupe D, thermorésistante sensible au bleu de méthylène (0.1%) et aux antibiotiques. Elle est isolée exclusivement du lait et du produit lait laitiers sous forme de coques disposées en chaîne de longueurs variable ou par paires. Sa température optimale de croissance varie entre 40 et 50 °C. Son métabolisme est du type homofermentaire (Affer, 2013).

Le rôle principal de *Streptococcus thermophilus* est la fermentation du lactose du lait en acide lactique et en plus de son pouvoir acidifiant, elle est responsable de texture dans les laits fermentés. Elle augmente la viscosité du lait par production de polysaccharides (composés de galactose, glucose, ainsi que de petites quantités de rhamnus, arabinose et de mannose) (Affer, 2013).



(Terre, 1986)

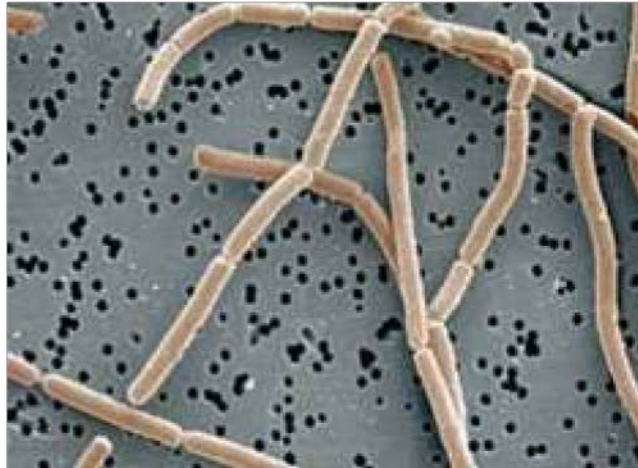
**Figure .1** Morphologie électronique de souche *St. Thermophilus* (x1000)

#### **4-1-2 *Lactobacillus bulgaricus***

*Lactobacillus Bulgaricus* est un bacille Gram positif, immobile, sporulée, micro-aérophile. Il est isolé sous forme de bâtonnets ou de chainettes. Il possède un métabolisme strictement fermentaire avec production exclusive d'acide lactique comme principal produit final à partir des hexoses de sucre par voie d'Embden Meyerhof. Il est incapable de fermenté les pentoses.

*Lactobacillus bulgaricus* est une bactérie thermophile, très exigeante en Calcium et en Magnésium et sa température optimale de croissance d'environ de 42°C. Cette bactérie a un rôle essentiel dans le développement de qualité organoleptique et hygiénique du yaourt (Affer, 2013).

Ces deux bactéries tolèrent de petites quantités d'oxygène. Ceci peut être probablement relie au peroxyde d'hydrogéné (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) qui est produit dans les cellules en présence d'air. Le system le plus efficace pour éliminer le peroxyde d'hydrogène est l'utilisation d'une enzyme, la catalase dont les bactéries lactiques sont déficientes. Ces dernières possèdent plutôt une peroxydase (pseudo catalase) qui est moins efficace que la catalase. Comme les bactéries lactiques n'éliminent pas facilement le peroxyde, elle sont dite micro-aérophile (Affer, 2013).



(Terre, 1986)

**Figure.2** Morphologie électronique de souche *Lactococcus bulgaricus* (x1000 )

## 5-Intérêt des bactéries de yaourt dans l'industrie

### ❖ *Streptococcus thermophilus*

Le rôle principal de *St. Thermophilus* est la fermentation du lactose de lait en acide lactique et en plus son pouvoir acidifiant. Elle augmente la viscosité du lait par production de polysaccharide (composés de galactose, glucose, ainsi que des petites quantités de raménose, arabinose et de mannose) (Bergamaier, 2002).

### ❖ *Lactobacillus bulgaricus*

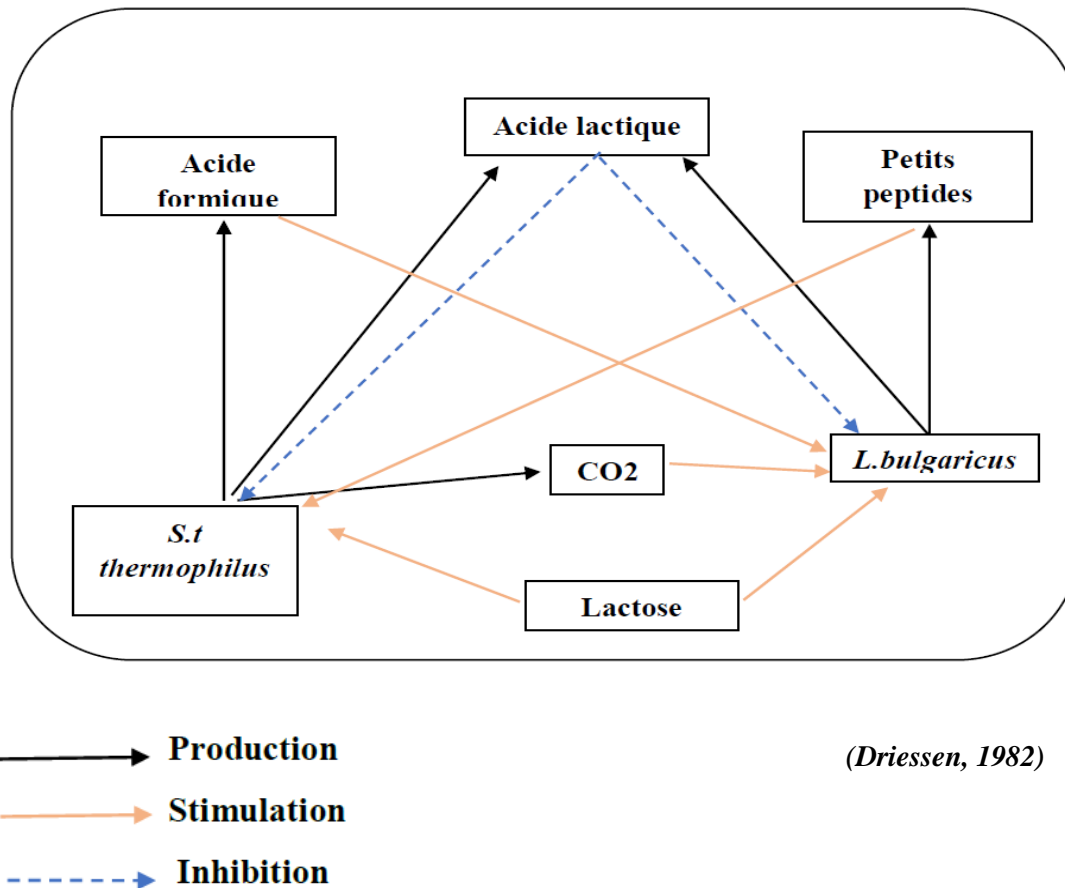
*Lb. Bulgaricus* est une bactérie thermophile ne produise sauf l'acide lactique comme produits final à partir des hexoses de sucre par vois d'embden Meyerhof et incapable de fermenter les pentoses. Cette bactéries a un rôle important dans le développement des qualités organoleptiques et hygiéniques de yaourt (Merty-Teyssset et al., 2000).

## 6- Symbiose entre les souches du yaourt

Les deux espèces, *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* sont micro-aérophiles et vivent ensemble en symbiose dans le yaourt en produisant d'avantage d'acide lactique.

Pour se développer, ces bactéries ont besoins d'acides aminés et de peptides. Or, le lait n'en contient que de faible quantité permettant seulement d'assurer le démarrage de leur croissance. Sauf que le *Lactobacillus bulgaricus* par son activité protéolytique, attaque les

caséines du lait en libérant les peptides permettant au *Streptococcus thermophilus* de poursuivre sa croissance. De plus le CO<sub>2</sub> issue de la décarboxylation de l'urée à un rôle stimulateur vis-à-vis des *Lactobacillus* (*Driessen, 1982*). (Figure 03).



**Figure 03.** Métabolisme complémentaire de *Streptococcus thermophilus* et de *Lactobacillus bulgaricus* dans le lait.

## 7- Aptitudes technologiques des bactéries lactiques du yaourt

Les bactéries lactiques sont des micro-organismes de catégorie alimentaire qui jouent un rôle essentiel dans la fermentation des matières premières animales et végétales. Leur capacité à fermenter les hydrates de carbone et, à un moindre degré, de dégrader les protéines et les lipides mène à la synthèse d'une large gamme de composés, tels que les acides organiques, les peptides, les composés antimicrobiens et aromatiques et les exopolysaccharides. Ces

métabolites peuvent contribuer aux caractéristiques organoleptiques, technologiques et nutritionnelles des aliments fermentés (Mozzi et al., 2010).

### 7-1- Aptitude acidifiante

La production d'acide lactique est l'une des principales fonctions des bactéries lactiques en technologie laitière, car cet acide organique permet de concentrer et de conserver la matière sèche du lait, en intervenant comme coagulant et antimicrobien (Kuipers et al., 2000). Le processus d'acidification du yaourt dépend de l'activité symbiotique de *St. thermophilus* et *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*. L'importance de l'acide lactique durant la fabrication du yaourt peut se résumer comme suit (Leory et al., 2002 ; Sinng Sudheer et al., 2006) :

- ✓ Il aide à déstabiliser les micelles de caséine, ce qui conduit à la formation du gel;
- ✓ Il donne au yaourt son goût distinct, comme il contribue à la saveur et l'aromatisation du yaourt ;
- ✓ Il intervient comme inhibiteur vis-à-vis des micro-organismes indésirable.

L'acidité du yaourt est communément exprimée en degré Dornic ( $1^{\circ}\text{D} = 0.1\text{g}$  d'acide lactique /L de lait). Elle se situe entre 100 et 130 $^{\circ}\text{D}$  (Loones, 1994).

Le développement de l'acidité est important non seulement pour la fermentation du lait, mais également nécessaire pour un arôme, une texture et une saveur bien-équilibrés de yaourt (Özer et Atasoy, 2002).

### 7-2- Aptitudes protéolytiques

La croissance jusqu'à des densités cellulaires permettant aux bactéries lactiques d'assurer les fonctions de fermentation repose sur un système protéolytique capable de satisfaire tous les besoins en acides aminés en hydrolysant les protéines. Les bactéries lactiques démontrent des potentialités différentes, liées à leur équipement enzymatique, pour l'utilisation de la fraction azotée (Monnet et al., 2008 ; Roudj et al., 2009).

Il est connu que l'activité protéolytique de *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* est plus élevée que celle du *St. thermophilus* (Gürsoy et al., 2010).

Quelques hydrolysats de protéine augmentent le taux d'acidification de yaourt, réduisent le temps de fermentation et augmentent la viabilité des deux bactéries dans le lait (Oliveira et al., 2001 ; Lucas et al., 2004).

### 7-3- Aptitude texturante

La texture et l'onctuosité constituent, pour le consommateur, des importants éléments d'appréciation de la qualité du yaourt. Certaines souches bactériennes produisent, à partir du glucose, des polysaccharides qui sont constitués de longues chaînes d'unités répétitives de sucres simples et /ou de dérivés de glucides plus ou moins ramifiées (**Ruas-Madiedo et al., 2001**).

Il est couramment admis que la production des exopolysaccharides (EPS) est le résultat de l'action exercée par *St. thermophilus*, mais, *Lb. bulgaricus* possède une aptitude à produire des EPS composés de galactose, glucose, rhamnose, à des rapports 1/1/4 (**Tamime et Robinson, 1999**). L'utilisation de ces bactéries produisant les EPS augmente la résistance du coagulat de yaourt aux chocs physiques et thermiques, et joue un rôle important en réalisant la fermeté satisfaisante et la viscosité apparente du yaourt (**Ngoufack et al., 2004 ; Vaningelgem et al., 2004**). Ils ont l'avantage d'être « naturels », requis en faible concentration (de l'ordre de mg/L) et de pouvoir remplacer les agents stabilisants par leurs propriétés de modifier positivement la texture, la viscosité et la sensation des laits fermentés (**Marshall et Rawson, 1999**).

Plusieurs études portant sur l'effet des EPS sur les propriétés rhéologiques/physiques de produits laitiers fermentés de type yaourt tendent à démontrer que la concentration en EPS ne serait pas le facteur déterminant pour moduler ces propriétés (**De vuyst et al., 2003 ; Doleyres et al., 2005**). La fonctionnalité des EPS serait plutôt reliée à leurs caractéristiques structurales ainsi qu'à leurs interactions avec les autres constituants du milieu comme les protéines. Le poids moléculaire, la conformation (flexibilité et ramification) de la chaîne et la charge des EPS influenceraient les propriétés rhéologiques et physiques des produits laitiers fermentés de type yaourt (**Petry et al., 2003 ; Turgeon et Plesces, 2009**).

### 7-4- Aptitudes aromatisantes

Divers composés volatiles et aromatiques interviennent dans la saveur et l'appétence du yaourt. C'est principalement le lactose qui joue un rôle dans la formation de ces composés. Parmi ceux-ci, outre l'acide lactique qui confère au yaourt son goût acidulé, c'est l'acétaldéhyde qui a été identifié comme le plus important des composés carbonyliques qui contribuent à l'arôme typique du yaourt (**Enel et al., 2011**). Il provient en grande partie de la transformation de la thréonine. En outre, les deux bactéries du yaourt *Lb. bulgaricus* et *St.*

---

*thermophilus* sont capable de produire l'acétaldéhyde mais à des proportions différentes, sa concentration optimale est estimée entre 17 et 41mg/L durant la fermentation du yaourt (**Chaves et al., 2002 ; Bongers et al., 2004**).

Le diacétyl contribue à donner un goût délicat dû à la transformation de l'acide citrique et, secondairement, du lactose par certaines souches de streptocoques. D'autres composés (acétone, acétoïne, butane-2-one, etc.) contribuent à l'équilibre et à la finesse de la saveur. Celle-ci résulte d'un choix avisé des souches, de leur capacité à produire dans un juste rapport les composés aromatiques et du maintien de ce rapport au cours de la conservation des levains et de la fabrication (**FAO, 1995**).

### 7-5- Aptitude antagonistique

Les composés antimicrobiens produits par les bactéries lactiques peuvent empêcher la croissance des bactéries pathogènes dans les produits fermentés. Ces composés incluent le peroxyde d'hydrogène, CO<sub>2</sub>, le diacétyl, l'acétaldéhyde, les D-isomères des acides aminés et les bactériocines (**Cintas et al., 2001 ; Akpınar et al., 2011**).

La production d'acide lactique diminue le pH en créant un milieu défavorable au développement des microorganismes pathogènes (**Aslim et al., 2004**). Cet acide se trouve à l'équilibre entre ses formes dissociées et non dissociées, et l'ampleur de la dissociation dépend du pH. Au bas pH, la grande quantité d'acide lactique est sous la forme non dissociée qui est toxique pour beaucoup de bactéries, mycètes et levures. A pH 5.0 l'acide lactique est un inhibiteur des bactéries sporulées mais il est inefficace contre des levures et les moisissures (**Woolford, 1975**).

D'autre part, à une concentration de 10- 100 ppm, l'acétaldéhyde produit par *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* s'accumule dans le produit laitier, empêche la croissance de *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* et *E. coli* (**Piard et Desmazeaud, 1991**).

Certaines souches de *Lb. bulgaricus* isolées de yaourt ont un potentiel antibactérien contre un certain nombre de micro-organismes pathogènes responsables de la détérioration des aliments particulièrement *Vibrio cholera* et *E. coli*, en raison de la production de bactériocine (**Tufail et al., 2011**).

### **7-6- Aptitudes lipolytiques**

Les ferments lactiques possèdent des lipases et des estérases qui peuvent hydrolyser les triglycérides en acides gras. Ils peuvent produire certains acides gras volatils, (C - C6), et contribue à la saveur des produits laitiers fermentés, cependant la lipolyse est généralement faible dans le yaourt et elle est donc non significative au terme du flaveur (**Béal et al., 2008**).

### **8- Définition de levain**

Les levains est la population des micro-organismes que l'on peut rencontrer dans une farine que l'on aura laissée fermenter sans autre adjonction des micro-organismes et après l'avoir placée dans des bonnes conditions de développement (apport d'eau et température de 20 à 25°C) (Bourgeois C B ; Larpent J P, 1996).

#### **8-1- Fabrication du levain**

Le levain étant utilisé plusieurs fois, le fabriquer est une solution économique. Cette technique est uniquement conseillée pour le producteur fermier qui fabrique des yaourts tous les jours en grande quantité (3000 pots par cycle). Elle nécessite, pour être mise en œuvre avec succès, des compétences suffisantes et des équipements adaptés. En effet, les contraintes de travail sont fortes pour obtenir des ferments purs et pour ne pas introduire de microbe indésirable.

Le levain est préparé à partir de ferments « semi-directs » achetés chez un fournisseur (sachet en poudre) mélangés avec du lait demi-écrémé stérilisé. Le producteur fermier doit disposer d'un local séparé, protégé du reste de l'atelier, et de matériels de laboratoire (fiolle, bain-marie, éprouvette, Ph mètre, acidimètre) (**Christine, 2010**).

#### **8-2- Conservations des levains lactiques**

Les ferments lactiques sont souvent conservés à une température inférieure à 10°C en état liquide dans le lait reconstitué après inoculation à 30°C pendant 16 à 18 heures ou à 42°C pendant 3 à 4 heures. Egalement ces bactéries peuvent être conservées par congélation dans l'azote liquide à (-196°C) ou par usage d'un cryoprotecteur comme le glycérol à (-40°C) (**Ghalem, 2014**).

### 8-3- Rôle et propriétés des levains lactiques

La première fonction des levains lactiques est d'assurer la fonction d'acide lactique à partir du lactose.

Les principales aptitudes demandées aux bactéries lactiques sont à des niveaux divers selon les produits :

- Production d'acide lactique et abaissement du pH du milieu.
- Production de substances aromatiques (diacétyl, acétaldéhyde.....ect.).
- Production d'enzymes protéolytiques contribuant à l'affinage des fromages.
- Production des substances visqueuses améliorant la texture des produits.
- Abaissement du pH des milieux jouant un rôle de protection par inhibition des microorganismes nuisibles comme ceux responsables de la putréfaction (*Ghalem, 2014*).

### 9- Les composants du yaourt

La principale matière première pour la fabrication des yaourts est le lait dont, pour l'essentiel, le lait de vache. Il est constitué d'environ 88% d'eau et de 12% de matière sèche totale contenant des glucides, des protéines, des lipides et des minéraux (**Tamime et Robinson, 1999**).

Cependant, la plupart des yaourts contiennent d'autres additifs tels que les matières sèches laitières non grasses (MSNG), pour augmenter le taux de matière sèche non gras du lait de 8.25% à 16% (**CFR131, 2000a**).

Les constituants non laitiers se composent des édulcorants, des stabilisateurs, des fruits et des colorants. Des édulcorants tels que le sirop de sucrose, de sucre inverti, de fructose, de glucose ou de galactose sont ajoutés principalement pour des préférences du goût (**Tamime et Robinson, 1999**).

Des stabilisateurs tels que les gommés naturelles, les gommés naturelles modifiées ou les gommés synthétiques sont ajoutés pour améliorer et maintenir la fermeté et l'uniformité de gel, et améliorent également la perception dans la bouche. Les stabilisateurs typiques de yaourt incluent la carboxy-méthyle cellulose (CMC), la gomme de guar, la gomme de xanthane, les carraghénanes ou les pectines (**Soukoulis et al., 2007**). Les hydrocolloïdes

stabilisent spécifiquement les structures de gel, augmentent la viscosité et forment un réseau avec les constituants de lait (**Teles et Flores, 2007**).

Les fruits dans les yaourts sont apportés sous formes de préparation de fruits avec ou sans sucre ajouté. Les agents de texture, incorporés dans la préparation de fruit, participent également à l'amélioration de la texture des yaourts. Les fruits les plus consommés sont les fruits rouges et les fruits exotiques (**Vignola, 2002**).

## **10- Fabrication de yaourt**

Il existe deux types de yaourts :

- Yaourt fermes, dont la fermentation a lieu en pots : ce sont généralement les yaourts nature et aromatisés.
- Yaourt brassés, dont la fermentation a lieu en cuve avant brassage et conditionnement : c'est le cas des yaourts veloutés nature ou aux fruits.

La fabrication de ces deux types de yaourts peut être réalisée soit à partir de lait entier, soit à partir de lait partiellement ou totalement écrémé (3.5% ; 1.0% ; 0.0% de Mg) (**Belkadi et Belmaaziz, 2015**).

### **10-1- Préparation de lait**

Cette étape est facultative. On peut ajouter 2 à 3% de poudre de lait (20 à 30g par litre de lait) pour accroître la consistance et obtenir des yaourts bien fermes. Plus on ajoute de poudre de lait, plus le yaourt devient ferme. On choisira de la poudre de lait écrémé, moins chère et tout aussi efficace que la poudre de lait entier. On veillera à conserver la poudre de lait dans un endroit frais, sec et protégé (**Christine, 2010**).

### **10-2- Pasteurisation**

La température de pasteurisation en cuve avec agitateur varie entre 90°C à 95°C pendant quelques secondes. Plus le lait est « sale », plus la température et le temps de pasteurisation seront importants (**Patrick et al., 2010**).

### **10-3- Refroidissement**

Après chauffage, le lait est refroidi à 45°C cette température est maintenue lors de la fermentation (**Mechtoun, 2014**).

#### 10-4- Ensemencement

C'est l'inoculation dans le lait des deux germes spécifiques du yaourt, *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* à des rapports 2/1 pour le yaourt nature et jusqu'à 10/1 pour les yaourts fruités (Luquet, 1990).

La quantité de culture ajoutée au lait peut être influencée par l'activité des germes, le temps et la température d'incubation (Corvi, 1997).

Ainsi, pour les températures d'incubation de (40 à 50°C), le taux d'ensemencement se situe entre 1 et 3% (Luquet, 1990). En outre, la répartition des germes doit être bonne et régulière dans le lait et l'activité du levain doit atteindre en fin d'incubation 85 à 90°D (Guyot, 1992).

#### 10-5- Conditionnement

Le conditionnement des yaourts s'effectue dans deux types d'emballages, en verre ou en plastique. Ainsi, afin que l'opération suivante d'étuvage puisse démarrer dans les meilleures conditions, il est nécessaire de maintenir la température du lait en pots à 45°C (Luquet, 1990).

#### 10-6- Incubation (fermentation)

Durant cette étape on assiste au développement de l'acidité du yaourt. Celle-ci est sous la dépendance de la température et la durée de fermentation des germesensemencés. Ainsi, il est préférable d'appliquer une température proche de celle optimale de développement de

*Streptococcus thermophilus* soit (42 à 45°C), plutôt que celle proche de l'optimum du *Lactobacillus bulgaricus* (47 à 50°C). En générale les *Streptocoques* assurent le départ de la fermentation lactique.

Cette température voisine de (42 à 45°C), est considérée comme étant la température symbiotique optimum entre les *Streptocoques thermophilus* et *Lactobacilles bulgaricus* (Luquet, 1990).

### 10-7- Arrêt de fermentation

Il est nécessaire des produits fines bloquer l'acidification des yaourts par l'application d'un refroidissement rapide à la température de 4 à 5°C ; ce qui inhibe l'activité des bactéries lactiques (*Keddar et Koubich 2009*).

### 11- Conservation

Le yaourt doit être conservé au réfrigérateur. Sa consommation doit intervenir avant la date de péremption figurant sur l'emballage (24 jours après la fabrication).

Lorsqu'un récipient est ouvert, il convient de consommer son contenu rapidement pour éviter l'installation de moisissures (*Dupin et al 1992*).

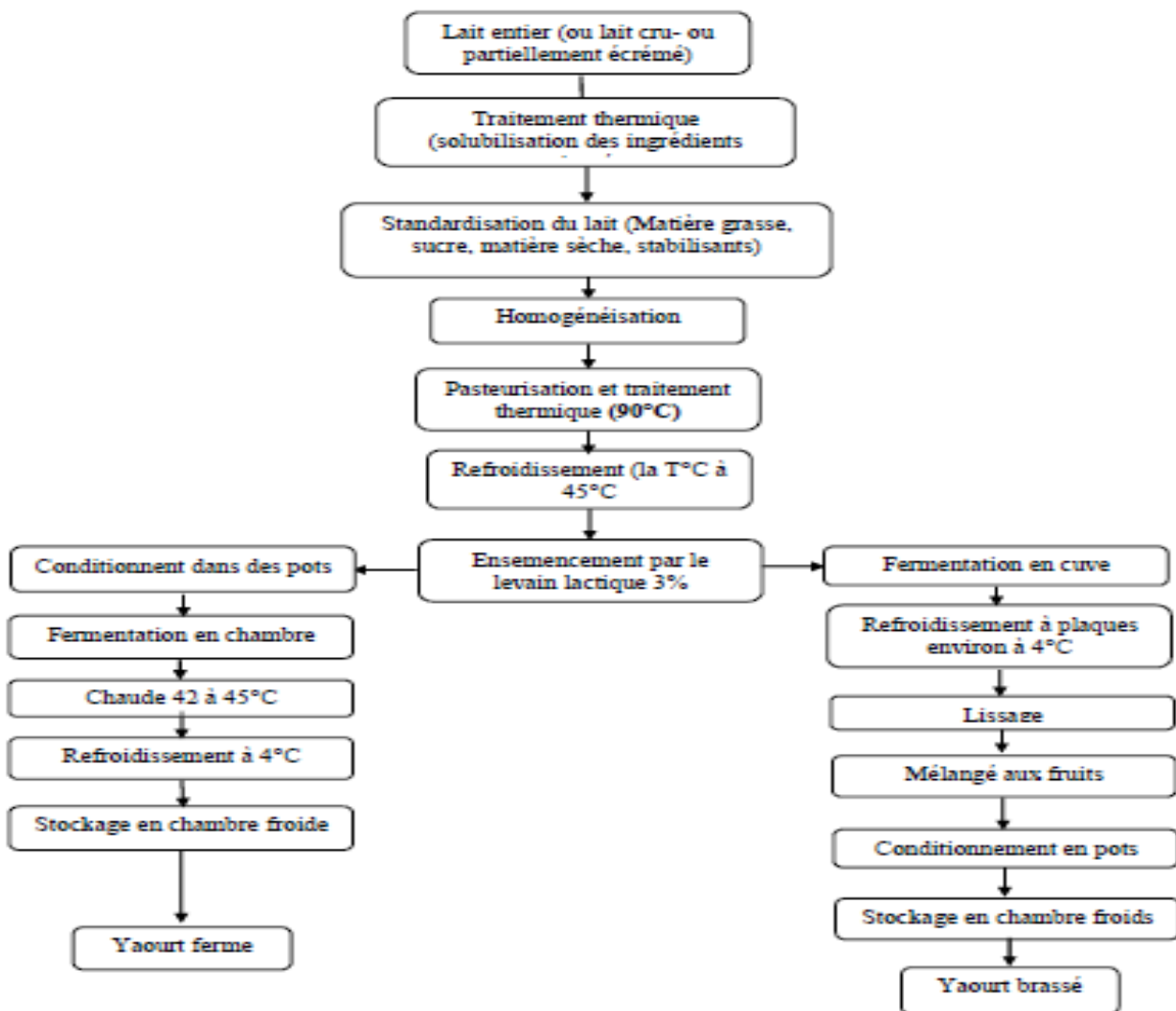


Figure.4 Diagramme de fabrication du yaourt ferme et brassé (*Lmontagne ,1999*)

## 12- Qualité du yaourt au cours de la conservation

Si le maintien de yaourt au froid empêche la multiplication bactérienne, il n'arrête pas complètement son activité métabolique. Le yaourt montre des modifications durant toute la durée de conservation, ce qui altère sa qualité (**Dave et Shah, 1998**).

### 11-1- Qualité physico-chimique

#### a-Post-acidification

La post-acidification a un effet négatif sur la qualité du yaourt et diminue la durée de conservation. Elle est étroitement associée à l'activité métabolique persistante des lactobacilles pendant le stockage à 4° C (**Béal et al., 1999**).

Le pH influe la flaveur et la texture finale du produit et reflète donc la qualité du produit final. Si la valeur de post-acidification est très basse, nous aurons un yaourt très acide avec des problèmes de séparation d'eau (synérèse), et si elle est haute, la flaveur sera affectée en raison d'un manque d'acidité (**Tamime et Robinson, 1999**).

*Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* et *St. thermophilus* sont responsables de la post-acidification du yaourt pendant le stockage au froid (**Donkor et al., 2006**).

#### b-Synérèse

La synérèse ou la séparation spontanée du petit lait sur la surface du yaourt est considérée comme un défaut. Ce problème peut être réduit ou éliminé par l'augmentation du niveau des solides du lait à 15% (**Shah, 2003**).

#### c-Viscosité

La viscosité du yaourt diminue progressivement pendant le stockage. Cette diminution est due à l'augmentation du temps de stockage (**Shakeel Hanif et al., 2012**). Elle se change en fonction de ferment utilisé grâce à leurs protéases ce qui implique le rôle des microorganismes en affectant la viscosité de yaourt (**Olivera et al., 1996**).

### 12-2- Qualité microbiologique

La qualité microbiologique du lait et les produits laitiers est influencée par la flore initiale du lait cru, les conditions de la transformation, et la contamination après le traitement thermique. Les microorganismes les plus souvent évoqués sont les psychrotrophes Gram négatives, les coliformes, les levures et les moisissures. En outre, diverses bactéries telle que

*Salmonella* sp., *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica*, les souches pathogènes d' *E. coli* et les souches entéro-toxinogènes de *Staphylococcus aureus* peuvent également être trouvées en lait et produits laitiers. Actuellement, la maîtrise de ces bactéries pathogènes nécessite la mise en place d'un système de contrôle et de surveillance rigoureux (**Roginski et al., 2003**).

La viabilité des bactéries lactiques constitue le plus important obstacle rencontré au cours de la fabrication, et particulièrement pendant le stockage à cause de leur courte durée de vie dans les produits laitiers fermentés (**Analie et Viljoen, 2001**). Les principaux facteurs responsables de la perte de viabilité des bactéries lactiques ont été attribués à la diminution du pH du milieu et de l'accumulation des acides organiques en raison de la croissance et de la fermentation (**Sun et Griffiths, 2000**).

### **12-3-Qualités organoleptiques**

#### **a-Fermeté**

Le maintien d'une texture et d'une dureté uniformes au cours de la fabrication et pendant toute la période de conservation est le principal objectif dans la production du yaourt. La fermeté du yaourt n'est probablement pas affectée au cours de la conservation (**Shakeel Hanif et al., 2012**).

#### **b-Arôme**

Les composants aromatiques qui contribuent à l'arôme finale du yaourt peuvent être divisés en quatre catégories à savoir les acides non volatiles (lactique et pyruvique), les acides volatiles (butyrique et acétique), les composés carbonyliques (l'acétaldéhyde et le diacétyl) et divers autres composés (acides aminés et les produits formés par la dégradation thermique) (**Serra et al., 2009**).

Le yaourt doit être consommé à environ 10°C, au dessous de cette température, le profil de la saveur n'est plus apprécié à cause du froid, il est rapporté que tous les composants volatils présent dans le yaourt diminuent au cours du stockage à moins 8°C, au dessus de 10°C le produit perd sa fraîcheur (**Gafaar, 1992**).

#### **c-Texture**

Les différences de texture entre les yaourts sont attribuées au type du lait utilisé et leurs différences compositionnelles (**Shakeel Hanif et al., 2012**). En effet, un taux élevé de matière

sèche totale augmente la fermeté de gel et réduit le degré de la synérèse (**Mohammeed et al., 2004**).

#### **d-Goût**

La perte du goût du yaourt est le résultat du développement de l'acidité, l'oxydation de graisse ou la protéolyse des protéines (**Shakeel Hanif et al., 2012**). Les activités protéolytiques des bactéries lactiques peuvent avoir quelques effets nuisibles sur le lait fermenté. La production des peptides amers est en grande partie attribuée à la protéolyse par *Lb. delbrueckii* ssp *bulgaricus* pendant le stockage (**Gürsoy et al., 2010**).

### **13- Le yaourt et ses biens faits**

Lors de la transformation du lait en yaourt, certains avantages apparaissent (**Bronner et Pansu, 1999 ; Roudant et Lefrancq, 2005 ; Vierling, 2008**):

- La caséine est partiellement hydrolysée, ce qui améliore la digestibilité ;
- La production de certaines vitamines du groupe B par les bactéries lactiques, l'apport vitaminique complémentaire pouvant être de 1 à 20% ;
- L'acidité du yaourt favorise l'absorption intestinale du calcium et du fer;
- Par son pH, l'acide lactique inhibe le développement de germes pathogènes et constitue une protection du yaourt lui-même mais aussi du tube digestif du consommateur ;
- Les bactéries du genre *Lactobacillus* sécrètent du peroxyde d'hydrogène antiseptique pouvant être efficace *in vivo* ;
- La flore du yaourt exerce un effet bénéfique sur certains mécanismes immunitaires de tube digestive ;
- *Streptococcus thermophilus* peut empêcher l'implantation de certaines bactéries pathogènes dans l'intestin, telles que les salmonelles et les colibacilles.

Certaines vitamines, tel l'acide folique, sont consommés partiellement par les ferments, d'autres sont synthétisées, ces effets étant fonction des souches bactériennes. La teneur en vitamines les plus fragiles, C et B1, est diminuée par le chauffage et la présence d'oxygène, mais le pH acide favorise leur conservation. Toutefois la composition minérale et vitaminique globale des yaourts est légèrement plus élevée que celle du lait du fait de l'enrichissement par le lait sec et de la concentration du lait subie lors du chauffage (**Vierling, 2008**).

## Chapitre II : Le thym (*Thymus vulgaris*)

### 1-Les plantes aromatiques

Les propriétés antimicrobiennes des plantes aromatiques et médicinales sont connues depuis l'antiquité. Toutefois, il aura fallu attendre le début du 20ème siècle pour que les scientifiques commencent à s'y intéresser (**Yano et al., 2006**).

Récemment, l'attention s'est portée sur les herbes et les épices comme source d'antioxydants, qui peuvent être employés pour se protéger contre les effets du stress oxydant (**Mata et al., 2007**).

Différentes plantes aromatiques sont caractérisées par la biosynthèse de molécules odorantes, elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne. Cependant, elles possèdent également, des propriétés cytotoxiques qui les rapprochent donc des antiseptiques et désinfectants en tant qu'agents antimicrobiens.

### 2-Présentation de La famille des lamiacées

La famille des lamiacées est l'une des familles les plus utilisées comme source mondiale d'épices et d'extrait à fort pouvoir antimicrobien, antifongique, anti-inflammatoire et **antioxydant** (**Gherman et al 2000, Hilan et al., 2006**). Les huiles essentielles caractérisent cette famille.

Cette famille comprend près de 6700 espèces regroupées dans environ 250 genres. (**Miller et al., 2006**). Les labiées sont des arbustes, sous arbrisseaux, ou plante herbacées en générale odorantes, à tige quadrangulaires, feuilles en général opposées sans stipules. Fleurs pentamères en générale hermaphrodites. Calice à cinq divisions. Corolle en générale bilabée longuement tubuleuse parfois à 4-5 lobes subégaux ou à une seule lèvre, lèvre inférieure trilobée, la supérieure bilobée. Étamines 4, la cinquième nulle ou très réduite, parfois deux étamines et deux staminodes. Ovaire super à carpelles originellement bi-ovulés, ensuite uniovulés par la constitution d'une fausse cloison. (**Quezel et santa 1963**).

Les lamiacées sont très nombreuses les espèces les plus cités dans la littérature sont : *Salvia officinalis* (**Fellah et al., 2006**), *Mentha spicata* (**Choudhury et al., 2006**), *Origanum vulgare*

(Dimitrijević *et al* ., 2007) , *Rosmarinus officinalis* (Gachkar *et al* ., 2007, Marzouk *et al*,2006 ), *Ocimum basilicum* (Lee *et al* ,2007).

Ainsi que de nombreuses espèces du genre *Thymus* qui ont été abondamment étudiées de ce point de vue. (Rota *et al* .,2008 ,Elhabazi *et al*,2006 ) .

Un très grand nombre de genres de la famille des Lamiacées sont des source riches en terpénoïdes, flavonoïdes, iridoïdes glycosylés et composés phénoliques (Naghbi *et al*, 2005).

### 3-La plante *Thymus vulgaris*

Le genre *Thymus* est un des 220 genres les plus diversifiés de la famille des labiées, avec pour centre de diversité la partie occidentale du bassin méditerranéen (Morales, 2002). Comme beaucoup de labiées elles sont connues pour leurs huiles essentielles aromatiques. L'espèce la plus connue est sans conteste *Thymus vulgaris* L. localement connu « zaatar ». En français et anglais par exemple, on emploie fréquemment le nom du genre « thym » et « thyme » respectivement) pour désigner l'espèce *Thymus vulgaris* (Amiot, 2005).

Le nom *Thymus* dérive du mot grec « thymos » qui signifie « parfumer » à cause de l'odeur agréable que la plante dégage (Pariente, 2001). L'espèce *Thymus vulgaris* est un élément caractéristique de la flore méditerranéenne, connu surtout pour ses qualités aromatiques, elle a aussi de très nombreuses propriétés médicinales (Iserin, 2001).

Il existe une variation de la production des composés secondaires chez certaines espèces végétales que l'on appelle polymorphisme chimique. Cette variation peut être quantitative ou qualitative. Un grand nombre d'espèces possèdent des individus dont les composés secondaires varient quantitativement d'un individu à un autre. Par contre, les exemples de variation qualitative, c'est-à-dire l'existence de chémotypes au sens strict dont les individus peuvent porter des molécules de nature chimique différentes les uns des autres, sont moins fréquents. C'est notamment le cas de *Thymus vulgaris* qui exprime six formes de chémotypes différents, chaque chémotype est nommé suivant le composant principal de son huile essentielle (exemples : thymol ( T), carvacrol (C),...). (Amiot, 2005).

#### 4-Historique

Le terme « Thym » est apparu dans la langue française au XIIe siècle, d'abord sous la forme de « tym » selon certaines sources. Il est dérivé du latin thymus qui l'a emprunté du grec thumos signifiant, de façon quelque peu obscure, « grosseur ou loupe » (par référence à la glande, le thymus). D'autres pensent plutôt que le mot vient du grec thymos ou thyein qui signifie « fumée », par allusion au fait qu'il était jadis brûlé comme encens et qu'on lui attribuait alors le pouvoir d'éloigner les créatures venimeuses. D'autres enfin, font dériver le mot du grec thumus, qui signifie « courage », la plante étant jadis considérée comme revigorante.

Il semblerait que, pendant longtemps, le thym ait surtout été utilisé en médecine et dans les rituels religieux ou magiques, ses usages culinaires se limitant à aromatiser le fromage et les liqueurs. Les égyptiens s'en servaient pour embaumer leurs morts, les grecs pour parfumer les temples et l'eau des bains et les Romains pour purifier leurs appartements.

De nos jours, le thym est un élément caractéristique de la flore méditerranéenne. Ses feuilles sont riches en huiles essentielles dont les propriétés sont mises à profit en phytothérapie et en médecine, comme produit vétérinaire (antiparasites, antispasmodique, antiseptique et digestif). Cela a été mentionné dans plusieurs études (**Ebrahimi et al., 2008 ; Rasooli et al., 2006 ; Cosentino et al., 1999**). Il est très utilisé en médecine traditionnelle sous plusieurs formes : les feuilles sont utilisées en infusion contre la toux, en décoction pour guérir les maux de tête, hypertension et gastrites, en usage externe comme cicatrisants. Il possède des vertus antiseptiques utilisées pour soigner les infections pulmonaires, calmer les toux quinteuses, diminuer les sécrétions nasales et soulager les problèmes intestinaux comme il a été rapporté par certains auteurs (**Rasooli et al., 2006 ; Adwan et al., 2006 ; Soto-Mendivil et al., 2006**).

#### 5-Origine et distribution de la plante

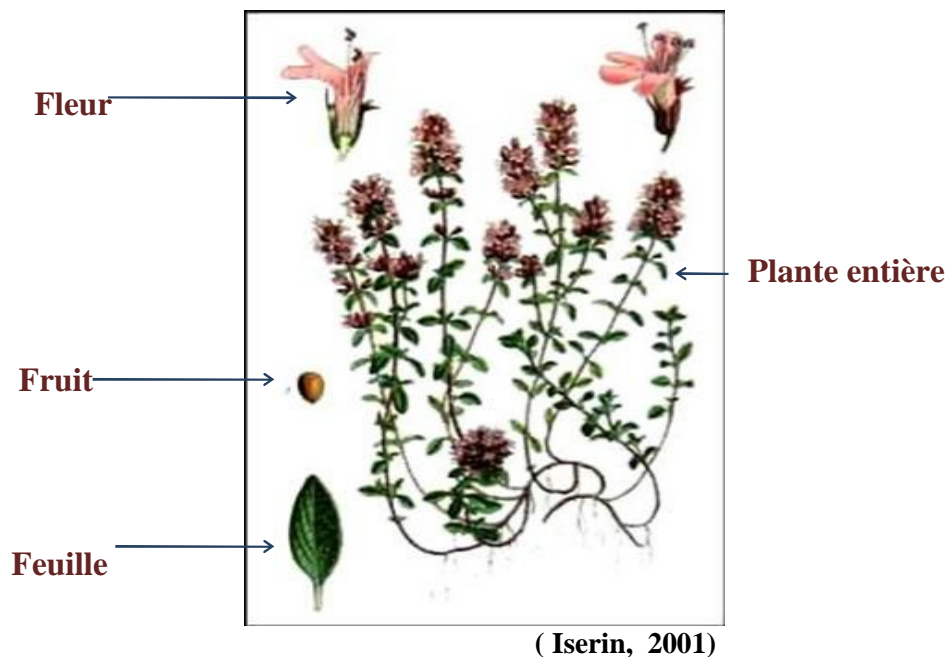
*Thymus vulgaris* L. est indigène de l'Europe du sud, on le rencontre depuis la moitié orientale de la péninsule ibérique jusqu'au sud-est de l'Italie, en passant par la façade méditerranéenne française (**Özcan et Chalchat, 2004 ; Amiot, 2005**). Il est maintenant cultivé partout dans le monde comme thé, épice et plante médicinale (**Kitajima et al., 2004**).

Le *Thymus vulgaris* se présente toujours dans un état sauvage en plaines et collines, comme la lavande, le romarin, la sauge et beaucoup d'autres plantes sauvages (Kaloustian et al., 2003). Cette plante spontanée pousse abondamment dans les lieux arides, caillouteux et ensoleillés des bords de la mer à la montagne (Poletti, 1988).

## 6- Caractéristiques botaniques

### 6-1- Description

Les thyms (*Thymus*) sont des plantes basses sous-ligneuses, pouvant atteindre 40cm de hauteur. Ils possèdent de petites feuilles recourbées sur les bords de couleur verte foncé, et qui sont recouvertes de poils et de glandes (appelés trichomes). Les trichomes contiennent l'huile essentielle majoritairement composée de mono-terpènes. Les calices et les jeunes tiges sont aussi couverts de ces structures qui libèrent l'essence par simple contact, bien qu'en plus faible densité sur les tiges **figure 5** . Ses petites fleurs zygomorphes sont regroupées en glomérules et leur couleur varie du blanc au violet en passant par la rose (Soto-Mendivil et al., 2006).



**Figure.5** Aspects morphologiques de *Thymus vulgaris*.



( Iserin ,2001)

**Figure.6** les parties du thym utilisées**6-2-Place dans la systématique**

Au plan systématique le *Thymus vulgaris* se réfère à la classification botanique antérieure décrite par (Morales, 2002) et synthétisée dans le (Tableau 1).

**Tableau.1** Classification botanique de *Thymus vulgaris*.

Règne	Plantes
Sous règne	Plantes vasculaires
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Dialypétales
Ordre	Labiales
Famille	Lamiacées
Genre	<i>Thymus</i>
Espèce	<i>Thymus vulgaris</i> L.

### 6-3-Répartition géographique

#### a)- Dans le monde

Le genre *Thymus* est l'un des 250 genres les plus diversifiés de la famille des labiées (Naghibi *et al.*, 2005). Selon Dob *et al.* (2006), il existe près de 350 espèces de thym réparties entre l'Europe, l'Asie de l'ouest et la Méditerranée. C'est une plante très répandue dans le nord ouest africain (Maroc, Tunisie, Algérie et Libye). Elle pousse également sur les montagnes d'Ethiopie et d'Arabie du sud ouest en passant par la péninsule du Sinaï en Egypte. On peut la trouver également en Sibérie et même en Himalaya.

Selon une étude menée par Nickavar *et al.*, (2005), environ 110 espèces différentes du genre *Thymus* se concentrent dans le bassin méditerranéen. C'est pour cela que l'on peut considérer la région méditerranéenne comme étant le centre de ce genre.

#### b)- En Algérie

L'Algérie est connue par sa richesse en plantes médicinales au regard de sa superficie et de sa diversité bioclimatique. Le *Thymus* de la famille des Lamiacées ou Labiées, comprend plusieurs espèces botaniques réparties sur tout le littoral et même dans les régions internes jusqu'aux zones arides (Saidj *et al.*, 2006). Il est représenté en Algérie par de nombreuses espèces qui ne se prêtent pas aisément à la détermination en raison de leur variabilité et leur tendance à s'hybrider facilement.

### 7-Composition chimique

De nombreuses études ont révélé que les parties aériennes de *Thymus vulgaris* sont très riches en plusieurs constituants dont la teneur varie selon la variabilité des conditions géographiques, climatiques, de séchage, de stockage et des méthodes d'études (extraction et détection). L'hybridation facile de l'espèce mène à une grande variabilité intraspécifique, qui affecte l'homogénéité du rendement d'extrait et sa composition en produits chimique (Balladin et Headley, 1999 ; Amiot, 2005).

La teneur en huile essentielle de la plante varie de 5 à 25 ml/Kg et sa composition fluctue selon le chémotype considéré (Bruneton, 1999) ; l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* a été analysée en utilisant la chromatographie en phase gazeuse (CPG) couplée à une spectrométrie de masse (SM), 30 composés ont été identifiés et caractérisés, les plus abondant sont

---

respectivement : thymol (44,4 - 58,1 %), *p*-cymène (9,1 - 18,5 %),  $\alpha$ -terpinène (6,9 - 18,0 %), carvacrol (2,4 - 4,2 %), linalol (4,0 - 6,2 %). La caractéristique d'huile essentielle de *Thymus vulgaris* était sa teneur élevée du thymol (Guillén et Manzanos, 1998 ; Balladin et Headley, 1999 ; Hudaib et al., 2002 ; Bouhdid et al., 2006).

Le contenu phénolique total, flavonoïdes, catéchine, et anthocyanine dans l'infusion aqueuse préparée du *thymus vulgaris* a été déterminé par des méthodes spectrophotométriques (Kulišić et al., 2006) .

### 8-Utilisation des feuilles de *thymus vulgaris*

*Thymus vulgaris* est une des plus populaires plantes aromatiques utilisées dans le monde entier. Ces applications sont très vastes et touchent le domaine alimentaire et celui de la médecine traditionnelle (Adwan et al., 2006) . De plus son huile essentielle est utilisée dans les industries alimentaire, pharmaceutique et cosmétique (Jordán et al., 2006).

L'épice *Thymus vulgaris* est intensivement cultivé en Europe et aux Etats-Unis pour l'usage culinaire dans l'assaisonnement des poissons, volailles, des potages et des légumes (Özcan et Chalchat, 2004).

La feuille et la sommité fleurie de *Thymus vulgaris* sont traditionnellement utilisées par voie orale dans le traitement symptomatique de troubles digestifs tels que : ballonnement épigastrique, lenteur à la digestion, éructation, flatulence ainsi que dans le traitement symptomatique de la toux et de la bronchite (Bruneton, 1999). Sa feuille est énumérée dans la pharmacopée de fines herbes allemande et britannique a été employée en tant que bronchospasmodique, expectorant et antibactérien. On dit que la tisane des feuille de *Thymus vulgaris* favorise le repos et le sommeil (Kitajima et al., 2004).

En usage local, elles sont traditionnellement utilisées en cas de nez bouché, de rhume, pour le traitement des petites plaies après lavage abondant, pour soulager les piqûres d'insectes et les douleurs rhumatismales, en bain de bouche pour l'hygiène buccale (Poletti, 1988 ; Brunton, 1999) ainsi comme additif de bain préparé par décoction qui stimule l'écoulement de sang vers la surface du corps humain, soulageant de ce fait la dépression nerveuse (Özcan et Chalchat, 2004).

---

L'huile essentielle de cette plante entre dans les formulations de diverses spécialités : pommades antiseptiques et cicatrisantes, sirops pour traitement des affections des voies respiratoires, préparation pour inhalation (Bruneton, 1999).

### 9-Propriétés pharmacologiques et recherche en cours

Les propriétés pharmacologiques de la plante *Thymus vulgaris* et de ses différents extraits, en particulier l'huile essentielle et l'extrait aqueux, ont été bien étudiés. En plus de leurs nombreuses utilisations traditionnelles, la plante et ses extraits ont trouvé de nombreuses applications industrielles (principalement comme additifs alimentaires) et médicinales (Hudaib *et al.*, 2002).

Il possède des Propriétés antivirales, antifongiques, anti-inflammatoires, antioxydantes (Golmakani et Rezaei, 2008) et antibactériennes. Une étude a montré que les extraits méthanoliques et hexaniques des parties aériennes de *Thymus vulgaris* inhibent la croissance de *Mycobacterium tuberculosis* (Jiminez-Arellanes *et al.*, 2006).

En outre, l'extrait organique entier de *Thymus vulgaris* est avéré être actif contre les différentes souches bactériennes, alors que l'extrait aqueux indiquait la meilleure activité contre *Helicobacter pylori* (Tabak *et al.*, 1996 ; Iserin, 2001).

Les recherches actuelles réalisées sur les effets des extraits de cette plante sur différents systèmes *in vitro* et *in vivo* ont ressorti plusieurs effets de grande importance pour la médecine, la pharmacie et l'industrie moderne, parmi lesquelles on cite les plus importants.

#### a)-Effets antioxydants

*Thymus vulgaris* L. se situe parmi les fines herbes séchées contenant les plus grandes capacités antioxydantes. Différents composés du thym lui permettent de posséder un tel statut, comme les phénols (thymol et carvacrol), les flavonoïdes, l'acide rosmarinique, l'acide caféique et la vitamine E (Kulišič *et al.*, 2006 ; Guillén et Manzano, 1998). Ces constituants inhibent la peroxydation lipidique induite *in vitro* au niveau des mitochondries et des microsomes. Ils inhibent également partiellement la production de l'anion superoxyde (Bruneton, 1999).

Des recherches menées dans les années 1990 en Écosse ont établi les vertus potentielles de la plante et de son huile essentielle, en prévention du vieillissement. Des études récentes

indiquent que *Thymus vulgaris* est un puissant antioxydant et assure des doses élevées d'acides gras essentiels dans le cerveau (Iserin, 2001).

L'huile essentielle de *Thymus vulgaris* a été testée pour son activité antioxydante par deux méthodes différentes : la technique de décoloration de la  $\beta$ -carotène et le test du DPPH (Diphenylpicrylhydrazyl). Les résultats obtenus montrent que l'huile de *Thymus vulgaris* témoigne d'une grande activité antioxydante in vitro (Bouhdid et al. 2006).

A côté de l'huile, qui a été largement étudiée pour ses propriétés antioxydantes, l'extrait aqueux des feuilles de *Thymus vulgaris* a présenté une activité antioxydante importante, et les caractéristiques antioxydantes observées n'étaient pas entièrement liées à la teneur en phénols de l'huile essentielle dans n'importe quelle méthode analytique, mais vraisemblablement fortement dépendantes de l'acide rosmarinique, composé phénolique principal dans l'extrait aqueux de *Thymus vulgaris* (Thuille et al., 2003).

### **b)-Effets antimicrobiens**

L'huile essentielle de thym, riche en phénols, est douée de propriétés antibactériennes facilement mises en évidence in vitro (Bruneton, 1999). L'huile essentielle de trois plantes dont *Thymus vulgaris* a été testée, par Bouhdid et ses collaborateurs (2006), pour leur activité antibactérienne, l'huile de *Thymus vulgaris* témoigne d'une activité antibactérienne intéressante sur les bactéries gram positives comme sur les bactéries gram négatives. En effet, *L. monocytogenes*, souche hautement pathogène, présente une sensibilité élevée à cette huile.

Des résultats similaires ont été obtenus par Ettayebi et ses collaborateurs (2000), qui ont montré que l'activité de l'huile du thym a été plus efficace contre les bactéries gram positive (*S. aureus*, *S. pyogenes* et *S. pneumoniae*) que contre les gram négative (*E. coli* et autre). D'autre part ces mêmes auteurs ont trouvé que cette grande activité de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* est reliée au thymol qui est majoritaire de cette huile.

L'activité antibactérienne de 11 huiles essentielles de plantes aromatiques contre la souche bactérienne *Bacillus cereus* INRA L2104, microbe pathogène développé en bouillon de carotte à 16° C, a été étudiée. Une inhibition totale de la croissance des spores bactériennes a été observée pour l'agent antimicrobien *Thymus vulgaris* (Valero et Salmerón, 2003).

En outre, l'extrait organique entier de *Thymus vulgaris* est avéré être actif contre différentes souches bactériennes, alors que l'extrait aqueux indiquait la meilleure activité

contre *Helicobacter pylori* (*H. pylori*) avec une concentration minimale inhibitrice (CMI) de 3,5 mg/ml (Tabak et al., 1996 ; Iserin, 2001). L'activité améliorée de l'extrait alcoolique du thym comparée à l'aqueux peut être expliquée par la présence du thymol, un phénol alkylique qui cause la perforation des membranes bactériennes et le flux rapide des composants cytosoliques (Thuille et al., 2003).

De même, l'extrait acétonique de *Thymus vulgaris* a montré une activité inhibitrice à une concentration de 0.5 mg/ml contre la *Mycobacterium tuberculosis* (Lall et Meyer, 1999).

L'extrait hydrosol (extrait aqueux sans huile essentielle) de *Thymus vulgaris* a été examiné pour ses effets inhibiteurs contre quatre bactéries pathogènes (*Escherichia coli*, *E. coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* et *Yersinia enterocolitica*). Basé sur les résultats de cette étude, les hydrosols de thym ont semblé empêcher la croissance des quatre microbes pathogènes examinés. Les hydrosols de thym à concentration de 50 à 75ml/100ml étaient complètement prohibitif sur la croissance bactérienne dans la culture de bouillon. Les résultats de cette étude ont confirmé la possibilité d'employer des hydrosols de thym dans la conservation des aliments et des boissons. Ces hydrosols peuvent être utilisés dans différentes concentrations pour stocker et protéger les produits alimentaires contre les microbes pathogènes (Sadiç, 2003).

En plus de l'activité antibactérienne, des études (réalisées *in vitro* et *in vitro*) ont prouvé que l'huile essentielle (surtout le thymol) de *Thymus vulgaris* possède des propriétés antifongiques contre un certain nombre de mycètes. Reddy et ses collègues (1998), dans leur étude, ont montré le potentiel antifongique élevé de l'huile volatile de *Thymus vulgaris* comme agents protecteurs des fruits de fraise (*Fragaria ananassa*) contre la détérioration causée par les mycètes *Botrytis cinerea* et *Rhizopus stolonijer*. Une étude similaire réalisée par Giordani et ses collaborateurs (2008), qui ont examiné les huiles essentielles de quelques plantes aromatiques dont *Thymus vulgaris* pour leurs effets antifongiques contre une espèce de levure *Candida albicans* par la détermination de leurs CMI (3.71 µg/ml).

### c)- Effet spasmolytique

L'activité spasmolytique de *Thymus vulgaris* est le plus souvent attribuée aux phénols de l'huile essentielle. Beer et ses collaborateurs (2007) dans leur étude ont montré que l'effet spasmolytique du thymol est enregistré à la concentration de  $10^{-6}$  M. A la concentration de

---

$10^{-4}$  le thymol inhibe à 100% l'activité contractile spontanée des muscles lisses de l'estomac du cobaye et à  $10^{-5}$  M réduit les effets de l'acétyl choline à 35%. Ils supposent que le thymol a un effet analgésique par son action sur les récepteurs  $I_2$  adrénergique des cellules de nerf.

Par ailleurs, Lemli et Van Den Brouke (**Bruneton, 1999**) ont montré que si les phénols de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* s'opposent effectivement aux contractions provoquées sur les muscles lisses du cobaye par l'histamine, l'acétyl choline ou d'autres réactifs, leur concentration dans les préparations aqueuses de la drogue est insuffisante pour justifier leur activité. Ces auteurs ont montré que l'activité spasmolytique de ces préparations est liée à la présence des polyméthoxyflavones.

**10- Les propriétés du Thym** les propriétés du thym sont résumées comme suit :

- Assaisonnement des aliments et des boissons ;
- Antiseptique, désinfectant dermique et un spasmolytique bronchique dont il est indiqué pour traiter les infections des voies respiratoires supérieures ;
- Propriétés vermifuges et vermicides (**Bazylko et Strzelecka 2007**) ;
- Propriétés antivirales, antifongiques, anti inflammatoires, et antibactériennes .Une étude a d'ailleurs a montré que les extraits méthanoliques et hexaniques des parties aériennes de *Thymus vulgaris* inhibent la croissance de *Mycobacterium tuberculosis* (bactérie qui cause la tuberculose) (**Jiminez-Arellanes et al, 2006**) ;
- Propriétés anthelminthiques (**Al-Bayati, 2008**) ;
- Propriétés antioxydantes (**Takeuchi et al, 2004 ; Golmakani et Rezaei, 2008**) utilisées comme un conservateur afin de prolonger la durée de conservation des poissons *Thunnus thynnus* durant leur stockage (**Selmi et Sadok, 2008**).

### Méthodologie

#### 1. Objectifs

Beaucoup d'études ont été réalisées au sujet de l'activité antimicrobienne des extraits de plantes ayant des vertus thérapeutiques dans des journaux spécialisés de microbiologie ou présentées lors de congrès scientifique d'aromathérapie. Ces activités sont liées essentiellement à la composition chimique, aux groupes fonctionnels des composés majoritaires de ces extraits et à leurs effets synergiques.

Ces effets antibactériens nous ont conduit à poser la question suivante : « Est ce que l'utilisation des extraits de plante comme adjuvant dans certains produits laitiers (tels les yaourts par exemple) peuvent avoir un effet sur la croissance des ferments lactiques tels, que les *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* qui présentent des intérêts variés (industriel et nutritionnel) » ?

Pour cela, nous nous sommes proposé d'essayer de connaître le comportement *in vitro* des souches de levains lactiques vis-à-vis des inhibiteurs de croissance tels les polyphénols, les flavanoides et bien d'autres composés bioactifs contenues dans l'une des plantes autochtones poussant à l'état sauvage dans certaines régions du pays et très largement utilisée en médecine traditionnelle par la population à savoir le **Thym** (*Thymus vulgaris*).

D'une façon générale les objectifs escomptés à travers cette étude expérimentale s'articulent autour de 02 points essentiels :

- 1- Procéder à une extraction des principaux composés bioactifs de la plante par usage d'un solvant polaire à savoir : l'Ethanol.
- 2- Essayer d'incorporer les extraits de *Thymus vulgaris* dans la fabrication d'un lait fermenté type yaourt ferme en vue de suivre leurs effets sur la stabilité et la qualité des produits transformés (laits fermentés) durant 21 jours de conservation au froid à 4 °C.

#### 2. Région de prélèvement et traitements préliminaires du matériel végétal

Le matériel végétal objet de l'étude le **Thym** (*Thymus vulgaris*) a été prélevé le mois de Mars 2017, dans la Wilaya de SETIF au sud d'Algérie. Un échantillon de 2 à 3 kg pris uniquement sur la partie aérienne de l'espèce étudiée à été récolté d'une manière aléatoire dans la région de. Relevant de la Wilaya de l'étude. La matière végétale à été ensuite étalée sur du papier aluminium, puis séchée à l'air ambiant durant 2 semaines.

Les échantillons séchés sont enfin broyés dans un broyeur à lame de cuisine puis mis dans des bocaux hermétiques et conservés à sec (température ambiante) et à l'abri de l'humidité.

### 3. Extraction des composés bioactifs

Selon **Almas et Al-Bagieh (1999)** et **Almas (2001)**, les extraits à l'eau arrivent à agir en général sur la croissance de certaines bactéries appartenant au genre *Streptococcus* à des taux d'extractions de 5g/100ml de matière végétale de Kikar (*Acacia arabica*) provenant du Pakistan et de l'Arak (*Salvadora persica*) d'Arabie Saoudite.

Pour l'extraction des principaux composés bioactifs tels les polyphénols contenus dans la *Thymus vulgaris* on a opté pour l'utilisation d'une méthode décrite par (**Sultana et al., 2009**). Cette méthode d'extraction n'est qu'un procédé d'extraction discontinu solide-liquide par macération et qui consiste à laisser tremper le solide dans un solvant à température ambiante durant quelques temps et à extraire les constituants solubles par évaporation du solvant sous vide.

L'extraction des composés bioactifs de la plante sera réalisée par usage de l'Ethanol comme solvant d'extraction. Elle sera effectuée sur des prises d'échantillons de 10 g en triples répétitions de matière végétale broyée. Chaque échantillon de broyat de matière végétale sera mélangé avec 100 ml de solvant aqueux (80/20, solvant / eau, v / v). L'extraction par macération à froid de chaque mélange sera laissée ensuite se poursuivre pendant 6 heures à température ambiante sous agitation. La durée de l'extraction favorisera ainsi la dépolymérisation des principaux composés constitutifs de la plante tels que la lignine ainsi que les substances pectiques et permet une meilleure solubilisation des principaux composés bioactifs.

Les extraits hydro alcooliques obtenus seront filtrés en utilisant un papier filtre Whatman ayant une porosité de 0,2µm et débarrassés des solvants par évaporation sous vide à 45 °C.

### 4. Essai de fabrication d'un lait fermenté alicament enrichi d'extraits de thym

#### 4.1. Protocole expérimental

Le lait cru destiné à la fabrication des laits fermentés expérimentaux type yaourt est un lait cru pasteurisé fabriqué par l'unité GIPLAIT de Mostaganem.

Les extraits purs à l'Ethanol de la plante (*Thymus vulgaris*) récoltée dans la région de l'étude (Sétif) seront incorporées au cours du process de fabrication d'un lait fermenté type yaourt étuvé (directement dans le lait cru pasteurisé refroidi et maintenu chauffé à 45 °C) à des taux variables de 0,2,4,6 et 8%, respectivement.

Les échantillons de lait enrichis d'extraits de thym sont par la suiteensemencés avec les souches spécifiques du yaourt à un taux de levains de 3% et à un rapport de souches *Streptococcus thermophilus* sur *Lactobacillus bulgaricus* de 2S/L. Aucun additif pouvant masquer les caractéristiques organoleptiques et rhéologiques n'est ajouté aux produits transformés (ni saccharose, ni arôme, ni autre additifs).

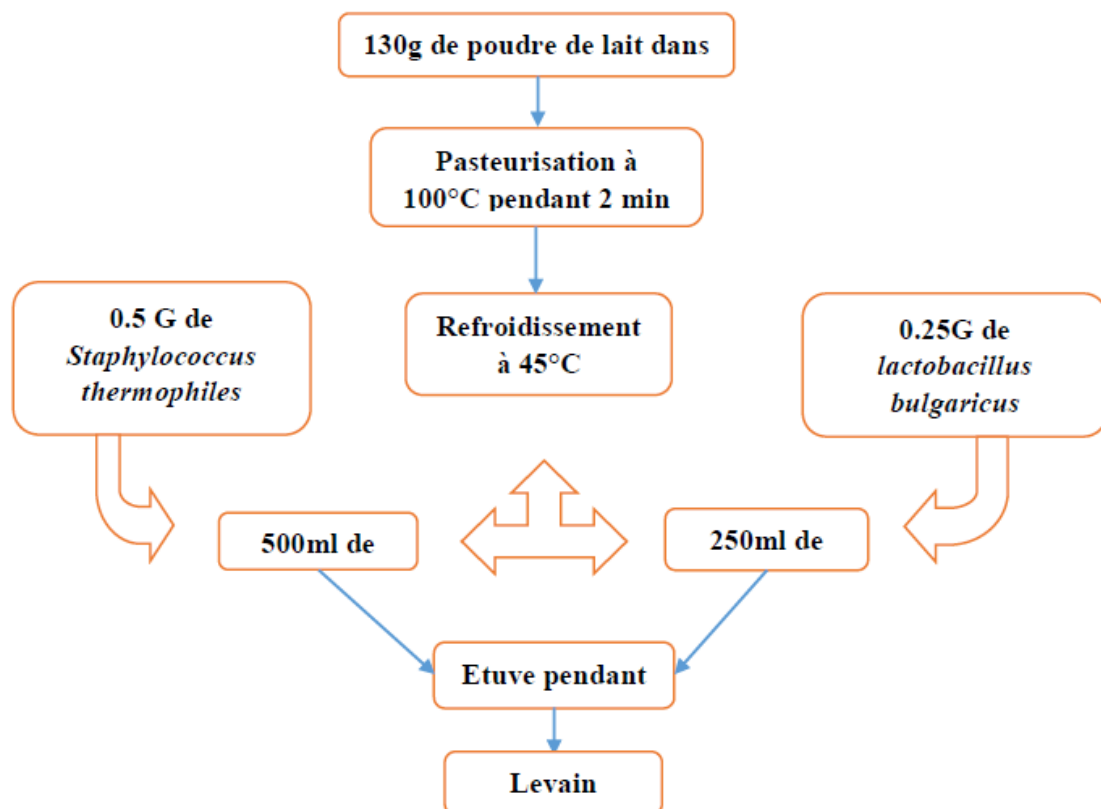
Chaque traitement étudié a été représenté par un nombre de répétitions de trois pots d'une capacité de 100ml ; soit un nombre total de 15 échantillons expérimentaux.

### 4.2 Préparation des levains

Un litre de lait servant à la préparation du ferment sera préparé à un taux de 130g/l de poudre de lait « écrémé », puis subira une pasteurisation thermique durant 2 minutes à 100°C, et un refroidissement à 45°C.

Ce lait sera fractionné en deux échantillons de 500 et 250 ml. Le premier seraensemencé avec 0,5 g d'une prise de la souche lactique lyophilisée pure de *Streptococcus thermophilus*. Le second échantillon sera à son tourensemencé avec 0,25 g de la souche pures de *Lactobacillus bulgaricus*. Ces deux échantillons après ensemencement aux deux ferments spécifiques seront mélangés ensemble dans un bécher et étuvés à 45°C pendant 1 heure.

Le levain prés a l'emploi avec un rapport de souches de 2 *Streptococcus thermophilus* pour 1 *Lactobacillus bulgaricus* (2S/1L, v/v) sera enfin incorporé dans les laits destinés à la fabrication des laits fermentés alicaments a un taux de 3% (3ml de levain dans 100 ml de lait cru pasteurisé enrichi ou non d'extrait de thym et maintenu durant environ 3 heures à 45 °C).



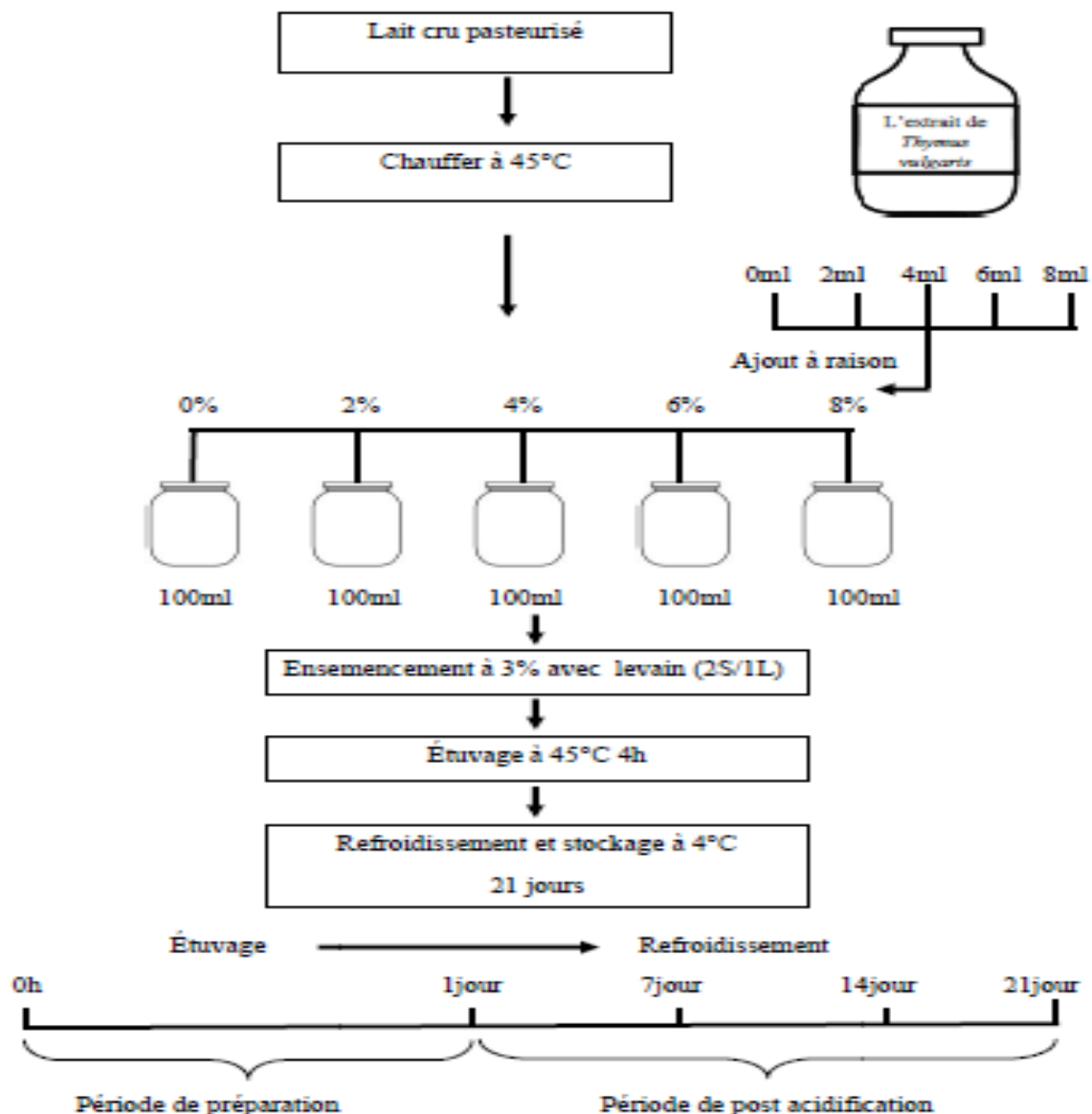
**Figure 07.** Diagramme de fabrication de levain lactique

### 4.3 Technologie de fabrication des laits fermentés expérimentaux

Le lait utilisé dans l'étude est un lait cru de vache pasteurisé conservé au froid à 4 °C. Il sera fourni par l'unité étatique de fabrication de lait et dérivés « **GIPLAIT** » relevant de la Wilaya de Mostaganem.

Après un léger chauffage à 45°C, à des prises (de 03 X 100ml) d'échantillons de lait maintenus à cette température seront additionnés chaque extrait à l'Ethanol de *Thymus vulgaris* à raison de 0, 2, 4, 6 et 8%, respectivement. Les échantillons seront enfinensemencés chacun a 3% avec un levain lactique renfermant un rapport de souches *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* de 2S/1L. Les pots des différentes préparations seront par la suite sertis avec du papier aluminium et orientés à la fermentation pendant 3 heures dans une étuve réglée à 45°C.

Au terme de la fermentation les produits expérimentaux une fois caillés seront conservés au froid positif à 4°C dans un réfrigérateur pendant une période de conservation de 21 jours.



**Figure 08.** Diagramme de fabrication de levain lactique.

### 5. Mesures et contrôles

Les différentes mesures et contrôles seront réalisées en triples essais, dans chaque pot de lait fermenté expérimentale pendant la période de fermentation (à 0 heure, 2 heure et 3 heure) et la période de poste acidification de conservation des échantillons expérimentaux au froid positif de 4°C (au 1<sup>er</sup> jour, 7<sup>ème</sup> jour, 15<sup>ème</sup> jour et 21<sup>ème</sup> jour).

#### 5.1 Paramètres physicochimiques

##### 5.1.1 Acidité

L'acidité sera déterminée d'une façon précise par titration de 10ml d'une prise de yaourt à l'aide d'une soude caustique NaOH préparée à 1/9 N en présence de 4 à 5 gouttes de phénophtaléine.

##### 5.1.2 pH

Le dosage du pH est réalisé par un pH-mètre étalonné par deux solutions : l'une acide et l'autre basique.

##### 5.1.3 Viscosité dynamique

La viscosité est établie par l'utilisation d'un tube en verre de 2cm de diamètre et de 18cm de longueur équipé d'un chronomètre et d'une bille normalisée.

Yaourt est défini comme un fluide viscoélastique. Il possède donc à la fois les propriétés visqueuses d'un liquide et les propriétés élastiques d'un solide. Le comportement rhéologique du yaourt est de type non newtonien, dans ce sens ou la viscosité du produit dépend de la vitesse de cisaillement ou de la contrainte exercée.

La viscosité est déterminée comme suit :

$$\mu = K \cdot (\xi_{\text{bille}} - \xi_{\text{yaourt}}) \cdot t \qquad K = 2 \cdot r^2 \cdot g / 9 \cdot x$$

$$\text{Donc : } \mu = (2r^2 \cdot g / 9x) \cdot (\xi_{\text{bille}} - \xi_{\text{yaourt}}) \cdot t$$

$\mu$  : viscosité dynamique (kg/ms)

$K$  : constante, tel que  $K = 74 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

$\xi_{\text{bille}}$  : la masse volumique de la bille = 2800 g/ m<sup>3</sup>

$\xi_{\text{yaourt}}$  : la masse volumique de yaourt (kg/m<sup>3</sup>)

$t$  : temps parcouru pour la bille entre deux points A et B

## Partie II : Méthodologie

**r** : rayon de la bille tel que.  $r=D/2=0.6$

**g** : la force de pasteur, tel que  $g=9.81m/s^2$

**x** : la distance d'écoulement de la bille,  $x=10cm$

### 5.2 Analyses microbiologiques

- *Streptococcus thermophilus* : Le dénombrement des germes sera réalisé par culture d'une prise de dilution sur un milieu de culture sélectif « M17 » incubé a 37°C pendant 48h.

- *Lactobacillus bulgaricus* : Le dénombrement des germes sera effectué par culture d'une prise de dilution sur un milieu de culture sélectif « MRS » incubé a 30°C pendant 48h.

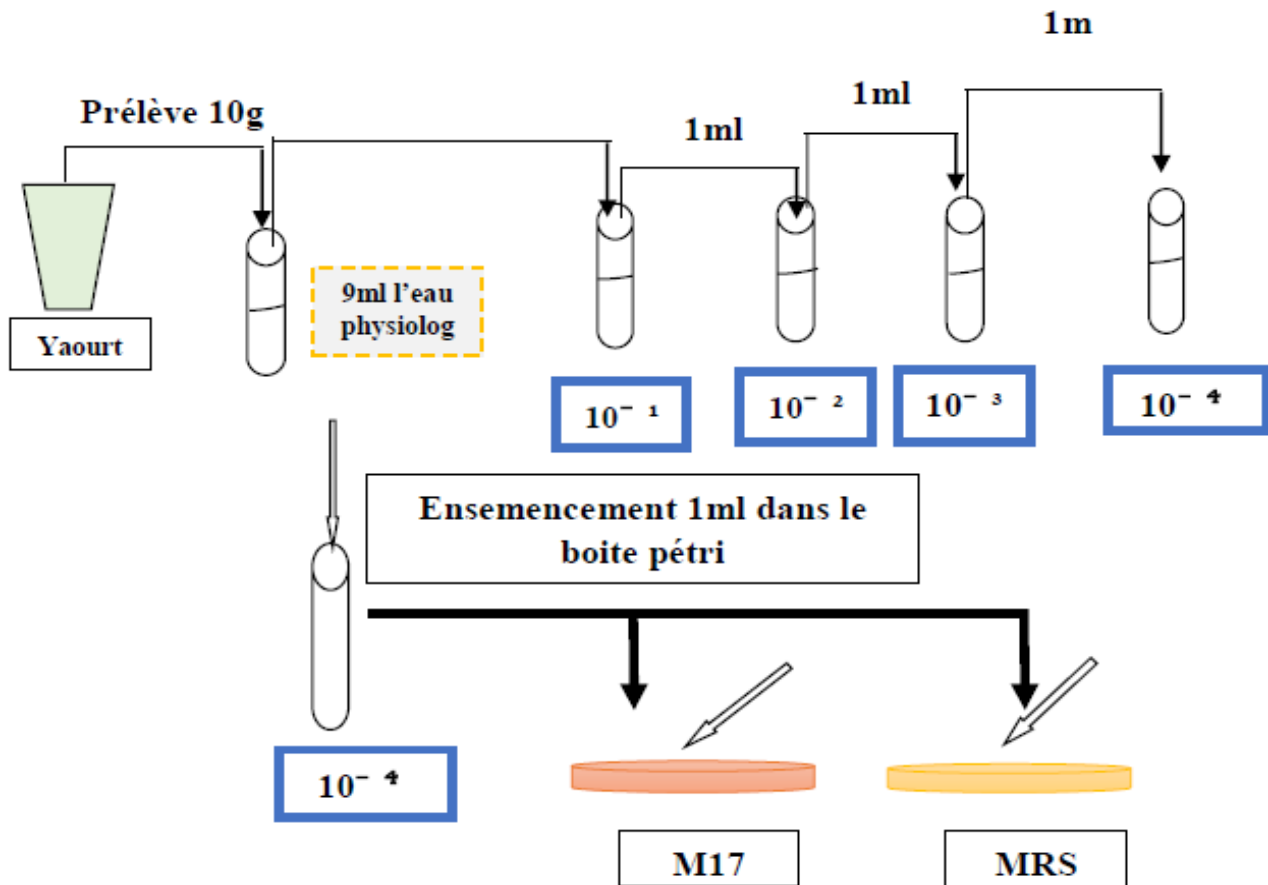


Figure 9. Diagramme de dilution.

### 5.3 Test organoleptique

Chaque 7 jours durant toute la période de poste acidification, la qualité des laits fermentés expérimentaux sera évaluée par un jury composé de 10 panelistes, qui devront

## Partie II : Méthodologie

---

apprécier selon une échelle de notation variable de 1 à 10 les critères des produits suivants :

- **Gout acide** : Consiste à apprécier l'ampleur de l'acidité développée par les germes lactiques ensemencées dans les laits fermentés type yaourt au cours de l'entreposage.
- **Gout de fraîcheur** : Consiste à apprécier l'ampleur de la sensation de fraîcheur lors de la mise en bouche du produit.
- **Cohésivité** : Consiste à déterminer la capacité maximale de déformation en pot de l'échantillon avant de se rompre lorsqu'il est écrasé entre les doigts.
- **Adhésivité** : Exprime l'intensité des forces inter faciales développées entre la surface d'une cuillère et celle de l'échantillon lors d'une prise en pot du produit.
- **Odeur** : Le panéliste est appelé à apprécier la sensation d'odeur désagréable des produits conservés au froid à 4°C.
- **Arrière-goût** : Le panéliste est appelé à apprécier la sensation de l'arrière gout amère dans les produits présentés.
- **Couleur** : Consiste à apprécier le niveau d'acceptabilité de la couleur des produits par les consommateurs.

### 6. Traitement statistique

Les résultats paramétriques vont être traités statistiquement par une analyse de variance bi factorielle en randomisation totale suivie d'une comparaison des moyennes deux à deux selon le test de NEWMAN et KEULS. Par contre, ceux relatifs au test organoleptique vont être analysés statistiquement par le test non paramétrique de Friedman.

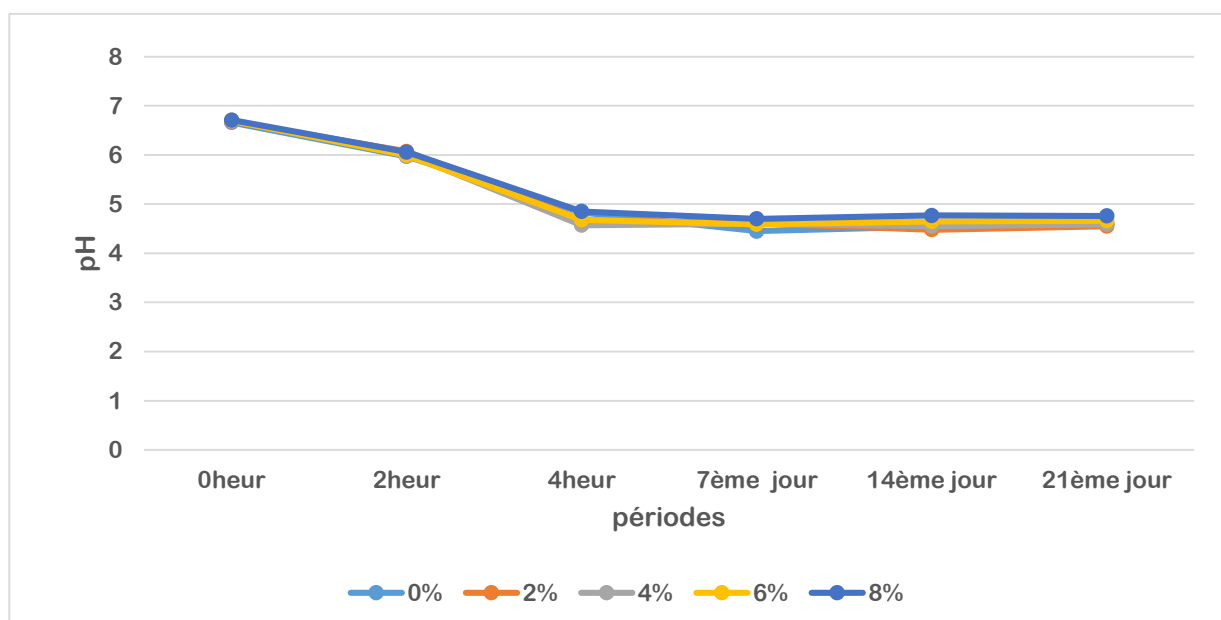


---

**Chapitre IV : Résultats et discussions****1. Résultats****1.1. Analyses physicochimiques****1.1.1. PH**

En général, pendant toute la période de la fermentation et de la post-acidification, les valeurs de PH marquent une évolution décroissante de 6,69 à 4,72.

Au cours de la phase de post-acidification, les moyennes varient à 4,59 et à 4,60 respectivement durant le 7<sup>ème</sup> et le 14<sup>ème</sup> jour, puis les valeurs sont légèrement augmentées à 4,63 au 21<sup>ème</sup> jour de conservation (**Figure 9**).



**Figure 9.** Evolution du PH des laits fermentés additionnés d'extrait hydro-ethanolique de *thymus vulgaris*.

Les valeurs moyennes du pH en fonction des doses de 0, 2, 4,6et 8% incorporés d'extrait à l'éthanol de thym varient légèrement 5,17 à 5,21 et à 5,30 respectivement durant toutes les périodes de l'étude.

L'analyse de variance montre l'effet doses d'incorporation d'extrait à l'Ethanol de thym sur les variations de PH dans les laits fermentés à 0 et 2 heures de fermentation et au 7<sup>ème</sup> et 14<sup>ème</sup> et 21<sup>ème</sup> jours de la période de conservation. (**Tableau2**).

**Tableau 2.** Evolution du PH des laits fermentés additionnés d'extraits hydro-éthanoliques

Facture étudié Période		Doses de l'extrait hydro-éthanolique thym incorporées.					Moyenne	Effet extraits hydro-éthanoliques de thym
		0% (Témoin)	2%	4%	6%	8%		
Fermentation	0H	6,66 <sup>b</sup> ± 0,02	6,68 <sup>ab</sup> ± 0,01	6,69 <sup>ab</sup> ± 0,02	6,70 <sup>a</sup> ± 0,02	6,71 <sup>a</sup> ± 0,02	6,69	S P<0,05
	2H	5,97 ± 0,01	6,07 ± 0,07	6,02 ± 0,04	5,99 ± 0,05	6,06 ± 0,04	6,02	NS P>0,05
	4H (1 <sup>er</sup> J)	4,83 <sup>a</sup> ± 0,03	4,68 <sup>ab</sup> ± 0,17	4,57 <sup>b</sup> ± 0,13	4,68 <sup>b</sup> ± 0,07	4,85 <sup>a</sup> ± 0,04	4,72	S P<0,05
acidification	7 <sup>ème</sup> J	4,45 <sup>b</sup> ± 0,01	4,61 <sup>b</sup> ± 0,05	4,6 <sup>b</sup> ± 0,02	4,59 <sup>b</sup> ± 0,01	4,70 <sup>a</sup> ± 0,02	4,59	HS P<0,01
	14 <sup>ème</sup> J	4,54 <sup>c</sup> ± 0,04	4,48 <sup>c</sup> ± 0,03	4,55 <sup>c</sup> ± 0,02	4,65 <sup>b</sup> ± 0,05	4,77 <sup>a</sup> ± 0,01	4,59	HS P<0,01
Post	21 <sup>ème</sup> J	4,59 <sup>c</sup> ± 0,02	4,55 <sup>d</sup> ± 0,01	4,59 <sup>c</sup> ± 0,01	4,66 <sup>b</sup> ± 0,01	4,76 <sup>a</sup> ± 0,01	4,63	HS P<0,01
Moyenne		5,17	5,17	5,17	5,21	5,30		

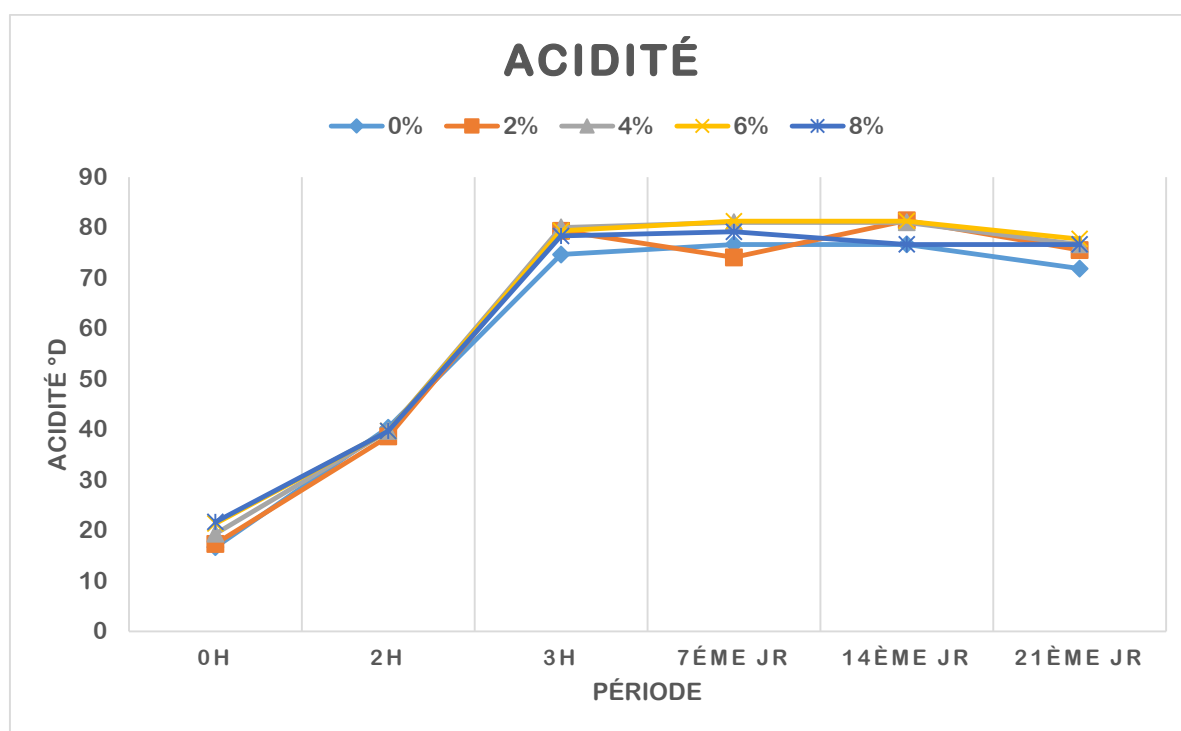
de *Thymus vulgaris*.

HS : Effet hautement significatif de l'ajout de l'extrait de thym ; NS : Effet non significatif de l'ajout de l'extrait de thym ; S : Effet significatif de l'ajout d'extrait de thym ; a, b, c, d : test comparaison des moyennes deux à deux (groupe homogènes); J : jours.

### 1.1.2. Acidité

Au cours de la phase de fermentation, l'évolution de l'acidité des laits fermentés est caractérisée par une augmentation croissante de 19,26°D en moyenne à 0 heure à 78,33°D après 4 heures d'étuvage à 45 °c.

Au cours de la phase de post acidification, l'évolution de l'acidité des laits fermentés est caractérisée par une augmentation remarquable à 78,42°D au 7ème jour, à 79,46°D au 14ème jour, puis l'acidité des produits diminue légèrement à 75,67° après 21ème jour de stockage (Figure10).



**Figure 10.** Evolution de l'acidité des laits fermentés additionnés d'extrait à hydro-éthanolique de *Thymus vulgaris*.

Egalement, ces valeurs s'avèrent augmenter avec les doses d'extrait de thym incorporés lors de la préparation soit des valeurs qui augmentent de 59,46 à 61,04 à 62,95 à 63,42 à 62,01°D en moyenne pour les doses d'extrait de thym variant de 0,2,4,6,8%, respectivement dans les laits fermentés.

L'analyse de la variance montre l'effet hautement significatif des doses d'extrait hydro-éthanolique de thym incorporées sur les variations de l'acidité des laits fermentés au 1<sup>ère</sup>,

7<sup>ème</sup>, 14<sup>ème</sup> et 21<sup>ème</sup> jour de la période de fermentation et de post acidification. (**Tableau 3**)

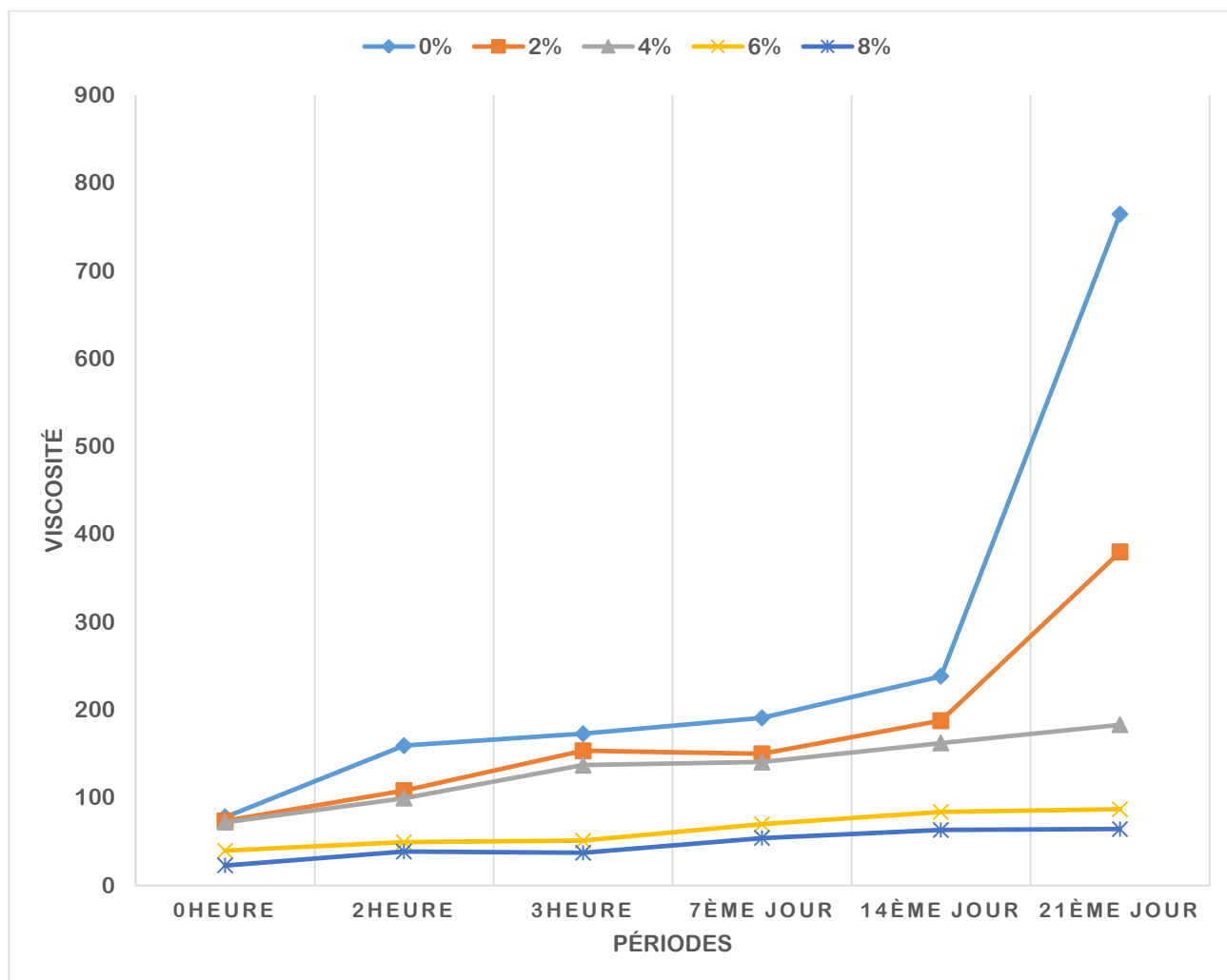
**Tableau 3.** Evolution de l'acidité des laits fermentés additionnés de l'extrait hydro-éthanolique de *Thymus vulgaris*.

Facteur étudié		Doses de l'extrait hydro-éthanolique thym incorporées.					Moyenne	Effet extraits hydro-éthanoliques de thym
		0% (Témoin)	2%	4%	6%	8%		
Périodes								
Fermentation	0H	16,66 <sup>b</sup> ± 1,15	17,33 <sup>b</sup> ± 1,15	19,33 <sup>ab</sup> ± 3,05	21,33 <sup>a</sup> ± 1,15	21,66 <sup>a</sup> ± 0,57	19,26	HS P<0,01
	2H	40,33 ± 3,05	38,66 ± 0,57	39,66 ± 1,15	39,66 ± 1,15	39,66 ± 1,15	39,5	NS P>0,05
	4H (1 <sup>er</sup> J)	74,66 ± 3,05	79,33 ± 2,30	80 ± 2,00	79,33 ± 1,15	78,33 ± 1,52	78,33	NS P>0,05
Post acidification (4 <sup>0</sup> C)	7 <sup>ème</sup> J	76,63 <sup>cd</sup> ± 0,63	74,06 <sup>d</sup> ± 1,68	81,03 <sup>ab</sup> ± 1,68	81,23 <sup>a</sup> ± 1,68	79,16 <sup>bc</sup> ± 1,68	78,42	HS P<0,01
	14 <sup>ème</sup> J	77 <sup>b</sup> ± 1,1	81,4 <sup>a</sup> ± 1,1	81,03 <sup>a</sup> ± 0,63	81,26 <sup>a</sup> ± 2,05	76,63 <sup>b</sup> ± 2,29	79,46	S P<0,05
	21 <sup>ème</sup> J	71,86 <sup>b</sup> ± 3,53	75,53 <sup>ab</sup> ± 1,68	76,63 <sup>ab</sup> ± 0,63	77,73 <sup>a</sup> ± 1,27	76,63 <sup>ab</sup> ± 1,68	75,67	HS P<0,01
Moyenne		59,46	61,04	62,95	63,42	62,01		

HS : Effet hautement significatif de l'ajout de l'extrait de thym ; NS : Effet non significatif de l'ajout de l'extrait de thym ; S : Effet significatif de l'ajout d'extrait de thym ; a, b, c, d : test comparaison des moyennes deux à deux (groupe homogènes) ; J : jours.

### 1.1.3. Viscosité

Durant les deux périodes ; de fermentation et de post acidification, les valeurs moyennes de la viscosité des yaourts expérimentaux ont tendance à augmenter de 57,27 à 295,71 Km/ms du 1er jusqu'au 21ème jour de la phase de post acidification. (Figure 11).



**Figure 11.** Evolution de la viscosité des laits fermentés additionnés d'extrait hydro-éthanolique de *Thymus vulgaris*.

En outre il est observé une relation inversement proportionnelle des valeurs de la viscosité avec l'augmentation des taux d'incorporation d'extrait hydro-éthanolique de thym de 0, 2, 4, 6 et 8% lors de la préparation des produits soit des ; moyennes sont de l'ordre de 267,35 à 175,45 à 132,47 à 63,43 et 46,74 Km/ms, successivement (Tableau 4)

**Tableau 4.** Evolution de la viscosité des laits fermentés additionnés d'extrait hydro-éthanolique de *Thymus vulgaris*.

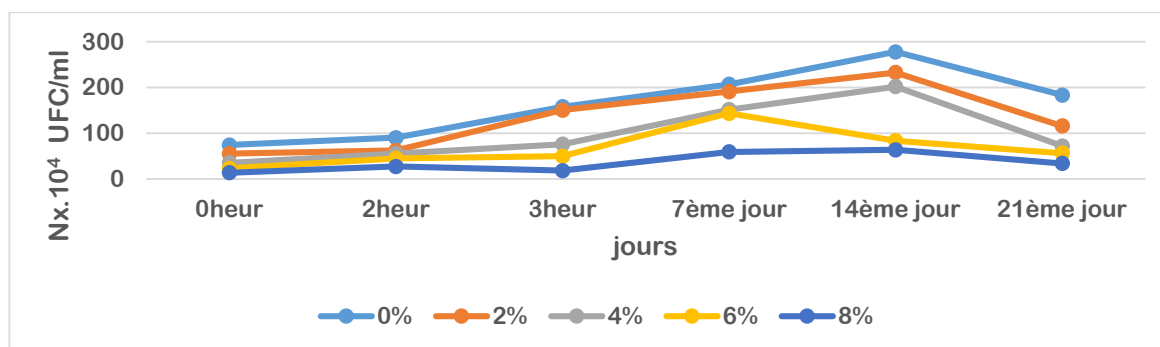
		Doses de l'extrait hydro-éthanolique thym incorporées.					Moyenn e	Effet extraits hydro- éthanoliques de thym
		0% (Témoi n)	2%	4%	6%	8%		
Fermentation	0H	78,08 <sup>a</sup> ± 1,66	73,64 <sup>b</sup> ± 1,53	72,09 <sup>b</sup> ± 1,68	39,66 <sup>c</sup> ± 0,84	22,86 <sup>d</sup> ± 2,51	57,27 ± 1,64	HS P<0,01
	2H	159,36 <sup>a</sup> ± 3,81	108,02 <sup>b</sup> ± 1,52	99,53 <sup>c</sup> ± 1,31	49,33 <sup>d</sup> ± 2,57	38,70 <sup>e</sup> ± 2,47	90,99	HS P<0,01
	4H	172,94 <sup>a</sup> ± 3,65	153,50 <sup>b</sup> ± 6,48	137,10 <sup>c</sup> ± 3,05	51,09 <sup>d</sup> ± 2,51	37,24 <sup>e</sup> ± 3,00	110,37	HS P<0,01
Post acidification	7 <sup>ème</sup> J	191 <sup>a</sup> ± 6,82	149,97 <sup>b</sup> ± 3,43	140,61 <sup>b</sup> ± 2,36	69,86 <sup>c</sup> ± 7,96	54,13 <sup>d</sup> ± 2,79	121,11	HS P<0,01
	14 <sup>ème</sup> J	238,22 <sup>a</sup> ± 20,50	187,77 <sup>b</sup> ± 4,72	162,38 <sup>c</sup> ± 3,17	83,78 <sup>d</sup> ± 4,39	63,23 <sup>e</sup> ± 5,17	147,07	HS P<0,01
	21 <sup>ème</sup> J	764,52 ± 26,38	379,78 ± 15,84	183,08 ± 6,52	86,87 ± 0,46	64,3 ± 3,91	295,71	HS P<0,01
Moyenne		267,35	175,45	132,47	63,43	46,74		

HS : Effet hautement significatif de l'ajout de l'extrait de thym ; a, b, c, d : test comparaison des moyennes deux à deux (groupe homogènes); J : jours.

### 1.2.1. Analyses microbiologiques

#### 1.2.1. *Streptococcus thermophilus*

Le nombre de *Streptococcus Thermophilus* des laits fermentés marquent une évolution croissante de  $41 \cdot 10^4$  à  $172 \cdot 10^4$  UFC/ml du 1<sup>er</sup> au 14<sup>ème</sup> jour de conservation, puis, au 21<sup>ème</sup> jour les nombre de St sont diminué jusqu'à  $93 \cdot 10^4$  UFC/ml (**Figure 12**).



**Figure 12** .Evolution du nombre de *Streptococcus thermophilus* ( $N \cdot 10^4$  UFC / ml ) des laits fermentés additionnés au extrait hydro-éthanolique de *Thymus vulgaris*.

Durant tout l'expérimentation, la croissance est diminué *Streptococcus thermophilus* s'avère diminuer de  $165 \cdot 10^4$  à  $135 \cdot 10^4$  à  $99 \cdot 10^4$  à  $67 \cdot 10^4$  et à  $36 \cdot 10^4$  avec des variations de 0, 2, 4, 6 et 8 % d'extrait de thym respectivement dans les produits.

L'analyse de variance sur l'évolution du nombre de *Streptococcus thermophilus* au cours des périodes de fermentation et de post acidification montre un effet hautement significatif ( $P < 0,01$ ) des taux d'incorporation d'extrait de thym dans les laits fermentés. (**Tableau 5**)

		Doses de l'extrait hydro-éthanolique thym incorporées.					Moyenn e	Effet extraits hydro- éthanoliques de thym
		0% (Témoi n)	2%	4%	6%	8%		
Fermentation	0H	74	56 <sup>b</sup>	36 <sup>c</sup>	24 <sup>d</sup>	14 <sup>e</sup>	41	HS $P < 0,01$
	2H	907 <sup>a</sup>	63 <sup>b</sup>	56 <sup>b</sup>	46 <sup>c</sup>	28 <sup>d</sup>	57	HS $P < 0,01$
	4H	158 <sup>a</sup>	151 <sup>a</sup>	76 <sup>b</sup>	50 <sup>c</sup>	19 <sup>d</sup>	91	HS $P < 0,01$

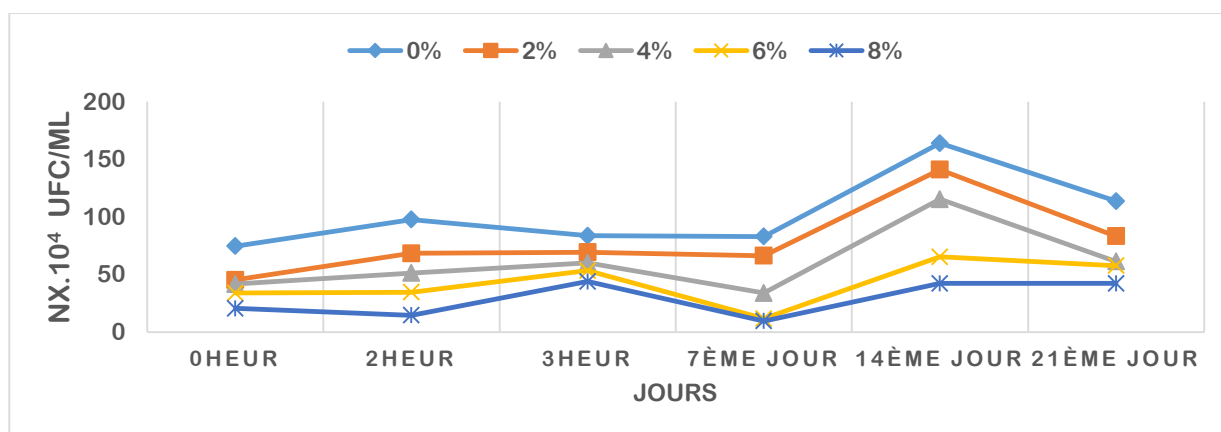
Post acidification	7 <sup>ème</sup> J	207 <sup>a</sup>	191 <sup>a</sup>	152 <sup>b</sup>	144 <sup>b</sup>	59 <sup>c</sup>	150	HS P<0,01
	14 <sup>ème</sup> J	278 <sup>a</sup>	233 <sup>b</sup>	20 <sup>c</sup>	84 <sup>d</sup>	64 <sup>e</sup>	172	HS P<0,01
	21 <sup>ème</sup> J	183 <sup>a</sup>	116 <sup>b</sup>	72 <sup>c</sup>	57 <sup>c</sup>	34 <sup>d</sup>	93	HS P<0,01
moyenne		165	135	99	68	36		

**Tableau 5.** Evolution du nombre de *Streptococcus thermophilus* (N. 10<sup>4</sup> UFC / ml ) des laits fermentés additionnés au extrait hydro-éthanolique de *Thymus vulgaris*.

HS : Effet hautement significatif de l'ajout de l'extrait de thym ; a, b, c, d : test comparaison des moyennes deux à deux (groupe homogènes); J : jours.

### 1.2.2. Lactobacillus bulgaricus

Le nombre de *Lactobacillus bulgaricus* des laits fermentés dénotent une évolution croissante de 34 .10<sup>4</sup> à 106.10<sup>4</sup> UFC/ml en moyen du 1er au 14ème jour de conservation. Ensuite, le nombre de *Lactobacillus bulgaricus* évolue d'une manière décroissante à 72 UFC/ml au 21ème jour de conservation (**Figure 13**).



**Figure 13.** Evolution du nombre de *Lactobacillus bulgaricus* (N. 10<sup>4</sup> UFC / ml) des laits fermentés additionnés au extraithydro-éthanolique de *Thymus vulgaris*.

**Tableau 6.** Evolution du nombre de *Lactobacillus bulgaricus* (N. 10<sup>4</sup> UFC / ml ) des laits fermentés additionnés au extrait hydro-éthanolique de thym.

		Doses de l'extrait hydro-éthanolique thym incorporées.					Moyenne	Effet extraits hydro-éthanoliques de thym
		0% (Témoin)	2%	4%	6%	8%		
Fermenta	0h	75 <sup>a</sup>	45 <sup>b</sup>	42 <sup>b</sup>	34 <sup>b</sup>	21 <sup>c</sup>	43	HS P<0,01
	2h	98 <sup>a</sup>	68 <sup>b</sup>	51 <sup>c</sup>	35 <sup>d</sup>	15 <sup>e</sup>	53	HS

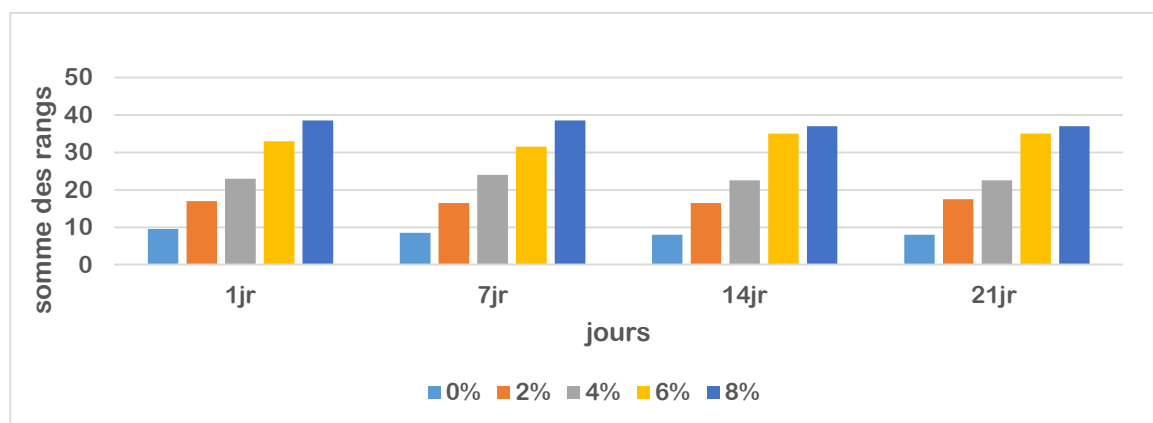
								P<0,01
	4h	84 <sup>a</sup>	69 <sup>b</sup>	60 <sup>bc</sup>	533 <sup>cd</sup>	44 <sup>d</sup>	229	HS P<0,01
Post acidification	7 <sup>ème</sup> J	83 <sup>a</sup>	66 <sup>a</sup>	34 <sup>b</sup>	12 <sup>b</sup>	97 <sup>b</sup>	74	HS P<0,01
	14 <sup>ème</sup> J	164 <sup>a</sup>	141 <sup>a</sup>	115 <sup>ab</sup>	65 <sup>bc</sup>	42 <sup>c</sup>	106	HS P<0,01
	21 <sup>ème</sup> J	114 <sup>a</sup>	83 <sup>b</sup>	61 <sup>c</sup>	58 <sup>c</sup>	42 <sup>c</sup>	72	HS P<0,01
Moyenne		103	79	77	132	32		

HS : Effet hautement significatif de l'ajout de l'extrait de thym ; a, b, c, d : test comparaison des moyennes deux à deux (groupe homogènes); J : jours.

### 1.3. Tests organoleptiques

#### 1.3.1. Gout acide

Durant l'expérimentation les dégustateurs ont classé au premier rang l'acidité des laits fermentés à 0% puis ceux à 4, 6 et 8 % d'extrait à l'éthanol de thym respectivement (**Figure 14** et **Tableau 7**).



**Figure 14**. Evolution du gout dans les laits fermentés additionnés aux extraits hydro-éthanoliques de *Thymus vulgaris* .

**Tableau 7**. Evolution du gout dans le yaourt additionné aux extraits éthanoliques de *Thymus vulgaris*

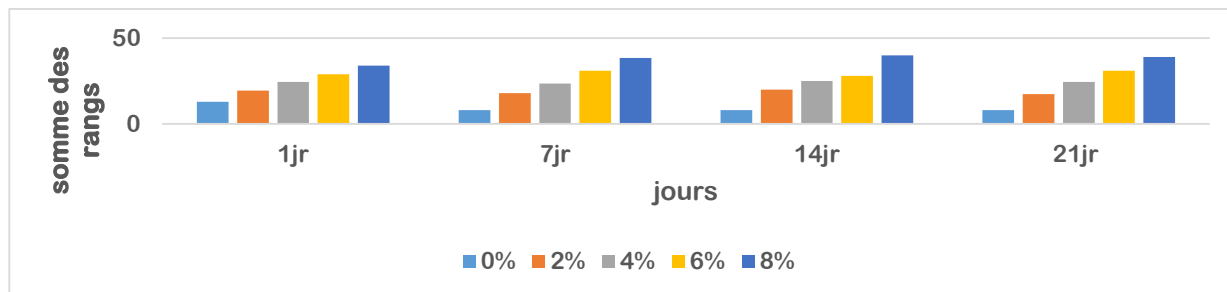
Facteur étudié	Doses de l'extrait hydro-éthanolique thym incorporées.	Effet extraits hydro-
----------------	--	-----------------------

Jours		0%	2%	4%	6%	8%	éthanoliques de thym
Post acidification (4C <sup>0</sup> )	1 <sup>er</sup> jr	9,5 <sup>e</sup>	17 <sup>d</sup>	23 <sup>c</sup>	33 <sup>b</sup>	38,5 <sup>a</sup>	HS P<0,01
	7 <sup>ème</sup> jr	8,5 <sup>e</sup>	16,5 <sup>d</sup>	24 <sup>c</sup>	31,5 <sup>b</sup>	38,5 <sup>a</sup>	HS P<0,01
	14 <sup>ème</sup> jr	8 <sup>d</sup>	16,5 <sup>c</sup>	22,5 <sup>b</sup>	35 <sup>a</sup>	37 <sup>a</sup>	HS P<0,01
	21 <sup>ème</sup> jr	8 <sup>d</sup>	17,5 <sup>c</sup>	22,5 <sup>b</sup>	35 <sup>a</sup>	37 <sup>a</sup>	

Les résultats sont exprimé en somme des rang ;HS ,effet hautement significatif de l'extrait hydro-éthanolique de *thymus vulgaris* ;a,b,c,d,e :comparaison statistique des sommes des rangs .

### 1.3.2. Cohésivité

D'une façon générale, la Cohésivité des laits fermentés expérimentaux semble a diminué en fonction des différents doses de thym incorporé P<0,01 ; avec une baisse des sommes des rangs moyennes de 9,25, à 18.5,à 24,38,à 29,75 et à 37,88 respectivement pour le témoin et les autres essais expérimentaux préparés à 0% à 2% à 4% à 6 % et à 8%.



**Figure 15.** Evolution de cohésivites lait fermentés additionnes aux extraits hydro-éthanoliques de *Thymus vulgaris*.

L'analyse de variance montre l'effet hautement significatif des taux d'incorporation d'extrait hydro-éthanolique de thym sur les variations de la cohésivité des laits fermentés au 1<sup>ère</sup> , 7<sup>ème</sup> , 14<sup>ème</sup> et 21<sup>ème</sup> jours de la période de post acidification (**tableau 8**)

Facteur étudié	Doses de l'extrait hydro-éthanolique thym incorporées.	Effet
----------------	--	-------

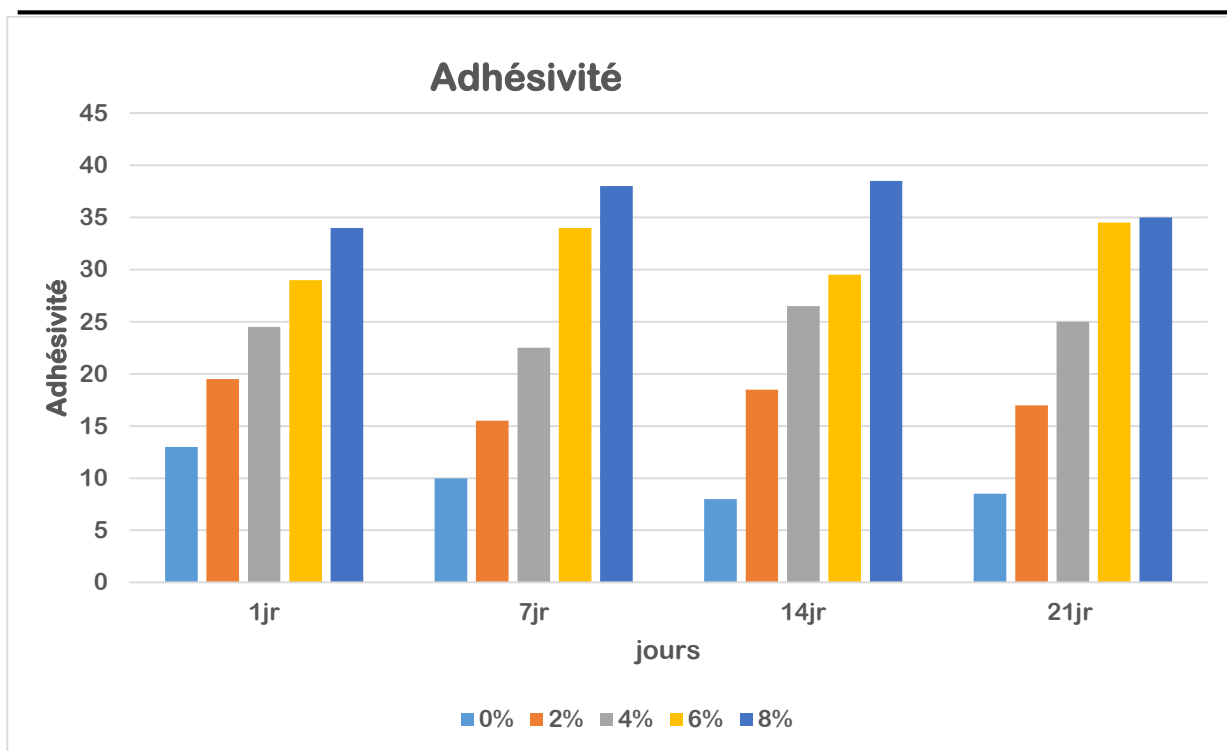
jours		0% (Témoin)	2%	4%	6%	8%	Moyenne	extraits hydro- éthanoliques de thym
Post acidification (4C°)	1 <sup>er</sup> jr	13 <sup>d</sup>	19,5 <sup>cd</sup>	24,5 <sup>bc</sup>	29 <sup>ab</sup>	34 <sup>a</sup>	24	HS P<0,01
	7 <sup>ème</sup> jr	8 <sup>e</sup>	18 <sup>d</sup>	23,5 <sup>c</sup>	31 <sup>b</sup>	38,5 <sup>a</sup>	23,8	HS P<0,01
	14 <sup>ème</sup> jr	8 <sup>d</sup>	20 <sup>c</sup>	25 <sup>b</sup>	28 <sup>b</sup>	40 <sup>a</sup>	24,2	HS P<0,01
	21 <sup>ème</sup> jr	8 <sup>e</sup>	17,5 <sup>d</sup>	24,5 <sup>c</sup>	31 <sup>b</sup>	39 <sup>a</sup>	24	HS P<0,01
	Moyennes	9,25	18,75	24,38	29,75	37,88		

**Tableau 8.** Evolution de cohésivité des laits fermentés additionnés aux extraits hydro-éthanoliques de *Thymus vulgaris*.

Les résultats sont exprimé en somme des rang ;HS ,effet hautement significatif de l'extrait hydro-éthanolique *thymus vulgaris* ;a,b,c,d,e :comparaison statistique des sommes des rangs .

### 1.3.3. Adhésivité

Pendant toutes la période de post acidification, l'adhésivité à tendance à diminuer avec l'augmentation de la dose de thym incorporé dans les laits fermentés ; soit en moyenne des sommes des rangs varient en moyenne respectivement de 9,88 à 17,63 à 24,62 à 31,75 et à 36,38 pour les taux variables de 0,2,4,6 et 8% d'extrait hydro-éthanolique de thym respectivement . (Tableau 9 et Figure 16 )



**Figure 16.** Évolution d’adhésivité des laits fermentés additionnés de l’extrait hydro-éthanoliques de *Thymus vulgaris*.

L’analyse de la variance sur l’évolution d’adhésivité des laits fermentés incorporés à l’extrait de thym montre un effet hautement significatif  $P < 0,01$  des taux incorporés lors de l’infusion au cours tout la période expérimentale. (**Tableau 9**).

**Tableau 9.** Évolution d’adhésivité dans les laits fermentés additionnés de l’extrait hydro-éthanoliques de *Thymus vulgaris*.

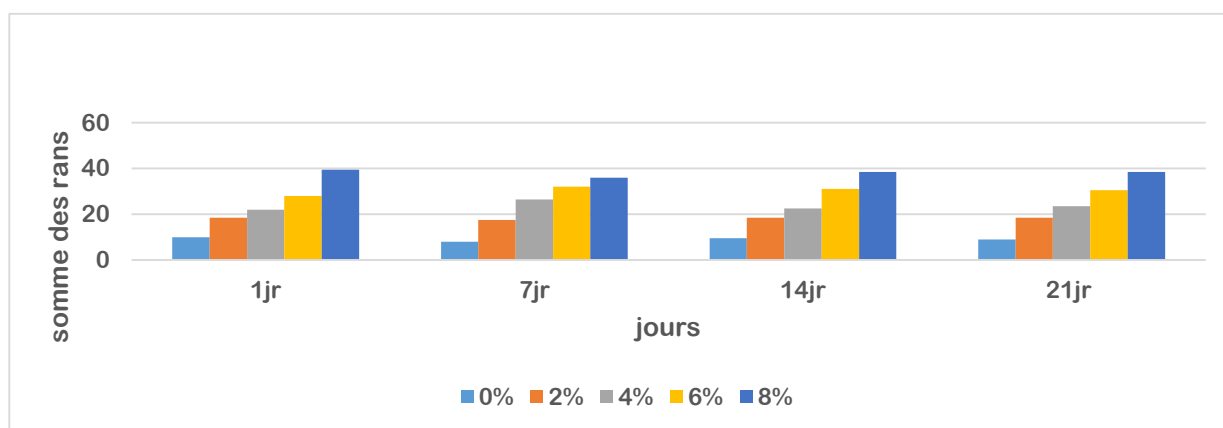
Facteur étudié jours		Doses de l’extrait hydro-éthanolique thym incorporées.					Effet extraits hydro-éthanoliques de thym
		0% (témoin)	2%	4%	6%	8%	
Post	1 <sup>er</sup> jr	13 <sup>d</sup>	19,5 <sup>cd</sup>	24,5 <sup>bc</sup>	29 <sup>ab</sup>	34 <sup>a</sup>	24 HS $P < 0,01$

	7 <sup>ème</sup> jr	10 <sup>e</sup>	15,5 <sup>d</sup>	22,5 <sup>c</sup>	34 <sup>b</sup>	38 <sup>a</sup>	24	HS P<0,01
	14 <sup>ème</sup> jr	8 <sup>d</sup>	18,5 <sup>c</sup>	26,5 <sup>b</sup>	29,5 <sup>b</sup>	38,5 <sup>a</sup>	24,2	HS P<0,01
	21 <sup>ème</sup> jr	8,5 <sup>d</sup>	17 <sup>c</sup>	25 <sup>b</sup>	34,5 <sup>a</sup>	35 <sup>a</sup>	24	
	Moyenne	9,88	17,63	24,62	31,75	36,38		

Les résultats sont exprimé en somme des rang ;HS ,effet hautement significatif de l'extrait hydro-éthanolique *thymus vulgaris* ;a,b,c,d,e :comparaison statistique des sommes des rangs .

### 1.3.4. Arrière-gout

Durant la phase de post acidification le yaourt témoin a été nettement mieux apprécié au plan de l'arrière-gout par les panelistes que les laits fermentés additionnées au extrait a l'éthanol de thym. (Figure17 ).



**Figure 17.** Évolution de l'arrière-gout dans les laits fermentés additionnés aux extraits hydro-éthanoliques de *Thymus vulgaris*.

Le groupe de dégustateur a ressenti un certain arrière-goût qui est développé en fonction de niveau considérable d'ajout d'extrait de thym dans les produits (P<0,01).En effet, durant toute la période expérimentale du 1<sup>er</sup> jour j' jusqu'au 21<sup>ème</sup> jour de conservation, les moyennes des sommes des rangs ont nettement augmenté dans les produits 9,13 à 18,25 à 23,36 à 30,38 et à 38,13 pour les taux incorporés variables de 0,2,4,6 et 8% des taux d'extrait hydro-éthanolique thym respectivement . (Tableau 10).

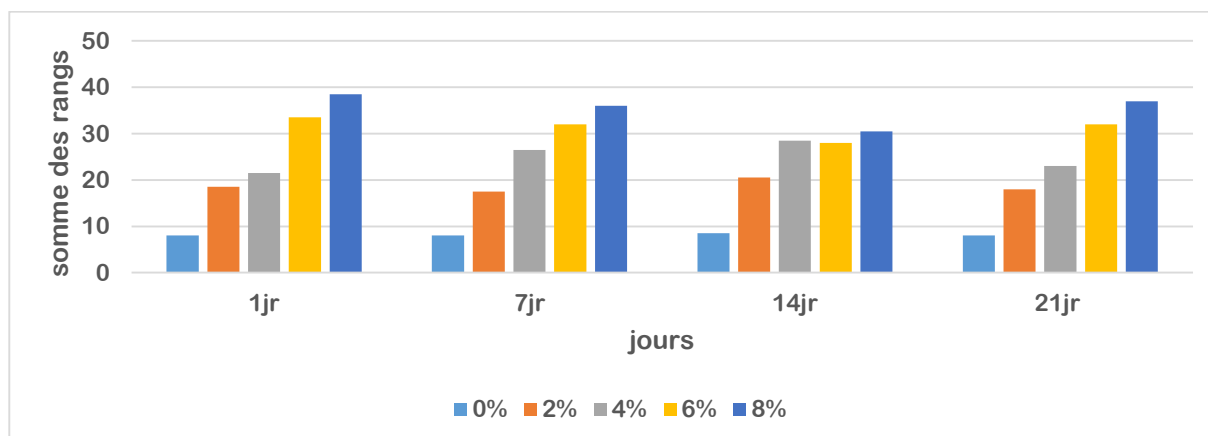
**Tableau 10.** Évolution de l'arrière-gout dans lait fermentés additionnés aux extraits hydro-éthanoliques de *Thymus vulgaris*.

Facteur étudié		Doses de l'extrait hydro-éthanolique thym incorporées.					Effet extraits hydro-éthanoliques de thym	
		0%	2%	4%	6%	8%		
Post acidification (4C <sup>0</sup> )	1 <sup>er</sup> jr	10 <sup>d</sup>	18,5 <sup>c</sup>	22 <sup>c</sup>	28 <sup>b</sup>	39,5 <sup>a</sup>	23,6	HS P<0,01
	7 <sup>ème</sup> jr	8 <sup>e</sup>	17,5 <sup>d</sup>	26,5 <sup>c</sup>	32 <sup>b</sup>	36 <sup>a</sup>	24	HS P<0,01
	14 <sup>ème</sup> jr	9,5 <sup>d</sup>	18,5 <sup>c</sup>	22,5 <sup>c</sup>	31 <sup>b</sup>	38,5 <sup>a</sup>	24	HS P<0,01
	21 <sup>ème</sup> jr	9 <sup>e</sup>	18,5 <sup>d</sup>	23,5 <sup>c</sup>	30,5 <sup>b</sup>	38,5 <sup>a</sup>	24	HS P<0,01
	Moyennes	9,13	18,25	23,63	30,38	38,13		

Les résultats sont exprimé en somme des rang ;HS ,effet hautement significatif de l'extrait hydro-éthanolique *thymus vulgaris* ;a,b,c,d,e :comparaison statistique des sommes des rangs .

### 1.3.5. Couleur

Selon les panelistes interrogés, les yaourts n'ont pas vraiment une couleur très acceptable durant toute la période de conservation des produits En effet les laits fermentés a 2% d'extrait hydro-éthanolique de thym s'avère meilleur par rapport à ceux préparés à 4, 6 et 8% mais le témoin à 0% reste le mieux préféré de la part des dégustateurs. ( Figure 18 ) (Tableau 11) .



**Figure 18.** Évolution de couleur dans les laits fermentés additionnés aux extraits hydro-éthanoliques de *Thymus vulgaris*.

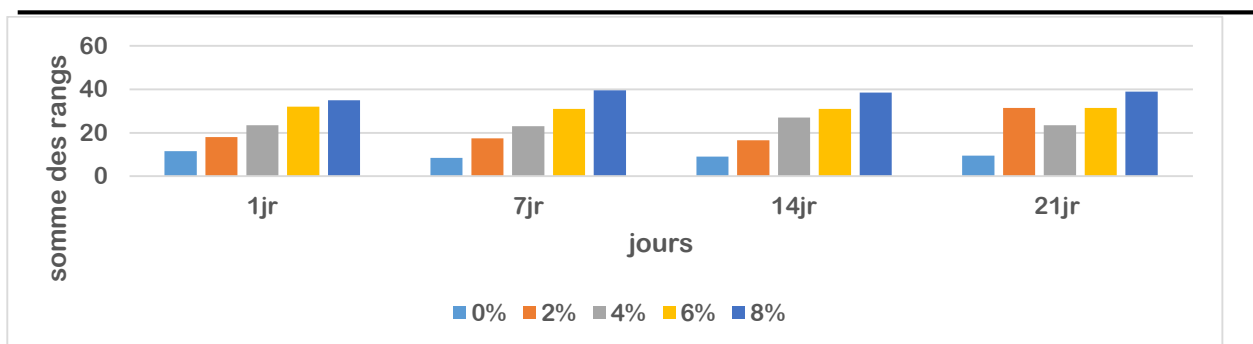
**Tableau 11 .** Évolution de couleur dans les laits fermentés additionnés aux extraits hydro-éthanoliques de *Thymus vulgaris*.

Facteur étudié		Doses de l'extrait hydro-éthanolique thym incorporées.						Effet extraits hydro-éthanoliques de thym
		0% (Témoin)	2%	4%	6%	8%	moyenne	
Post acidification (4C <sup>0</sup> )	1 <sup>er</sup> jr	8 <sup>e</sup>	18,5 <sup>d</sup>	21,5 <sup>c</sup>	33,5 <sup>b</sup>	38,5 <sup>a</sup>	24	HS P<0,01
	7 <sup>ème</sup> jr	8 <sup>e</sup>	17,5 <sup>d</sup>	26,5 <sup>c</sup>	32 <sup>b</sup>	36 <sup>a</sup>	24	HS P<0,01
	14 <sup>ème</sup> jr	8,5 <sup>b</sup>	20,5 <sup>a</sup>	28,5 <sup>a</sup>	28 <sup>a</sup>	30,5 <sup>a</sup>	23,2	HS P<0,01
	21 <sup>ème</sup> jr	8 <sup>e</sup>	18 <sup>d</sup>	23 <sup>c</sup>	32 <sup>b</sup>	37 <sup>a</sup>	23,6	HS P<0,01
	Moyenne	8,13	18,63	24,88	31,38	35,5		

Les résultats sont exprimé en somme des rang ;HS ,effet hautement significatif de l'extrait hydro-éthanolique *thymus vulgaris* ;a,b,c,d,e :comparaison statistique des sommes des rangs .

### 1.3.6. Gout de fraîcheur

Durant tout la période de la conservation les panelistes ont trouvé la fraîcheur des produits est nettement altérée (P<0,01) avec l'augmentation des doses d'extrait hydro-éthanolique de thym; soit des augmentation des moyennes des sommes de rang de 9,63 à 20,88 à 24,25 à 31, 38 et à 38 pour les taux variables de 0,2,4,6 et 8% des taux d'extrait à l'éthanol de thym respectivement dans les produits . (Figure16 et Tableau 19)



**Figure 19 .** Évolution de la fraîcheur dans les laits fermentés additionnés aux extraits hydro-éthanoliques de *Thymus vulgaris*.

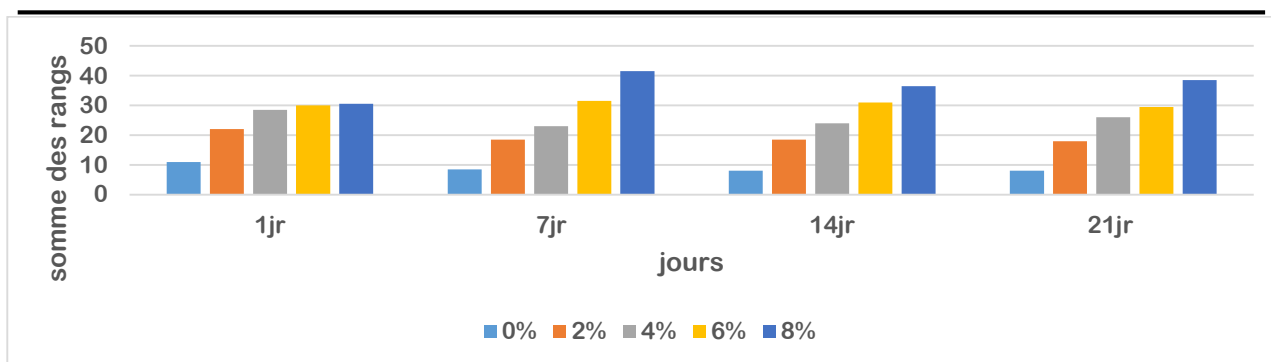
**Tableau 12.** Évolution de la fraîcheur dans les laits fermentés additionnés aux extraits hydro-éthanoliques de *Thymus vulgaris*.

Facteur étudié  Périodes		Doses de l'extrait hydro-éthanolique thym incorporées.						Effet extraits hydro-éthanoliques de thym
		0%	2%	4%	6%	8%	Moyenne	
Post acidification (4C°)	1 <sup>er</sup> jr	11,5 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	23,5 <sup>b</sup>	32 <sup>b</sup>	35 <sup>c</sup>	24	HS P<0,01
	7 <sup>ème</sup> jr	8,5 <sup>e</sup>	17,5 <sup>d</sup>	23 <sup>c</sup>	31 <sup>b</sup>	39,5 <sup>a</sup>	23,9	HS P<0,01
	14 <sup>ème</sup> jr	9 <sup>d</sup>	16,5 <sup>c</sup>	27 <sup>b</sup>	31 <sup>b</sup>	38,5 <sup>a</sup>	24,4	HS P<0,01
	21 <sup>ème</sup> jr	9,5 <sup>d</sup>	31,5 <sup>b</sup>	23,5 <sup>c</sup>	31,5 <sup>b</sup>	39 <sup>a</sup>	27	HS P<0,01
	Moyenne	9,63	20,88	24,25	31,38	38		

Les résultats sont exprimé en somme des rang ;HS ,effet hautement significatif de l'extrait hydro-éthanolique *thymus vulgaris* ;a,b,c,d,e :comparaison statistique des sommes des rangs .

### 1.3.7. Odeur

Apparemment l'odeur des produits est d'autant plus altéré que les taux d'extrait hydro-éthanolique de thym est altéré (P<0,01). Ceci est vérifié durant toute la période expérimentale ; au 1<sup>ère</sup>, 14<sup>ème</sup> et 21<sup>ème</sup> jour de post acidification (**Figure 20 et Tableau 12**).



**Figure 20.** Évolution d’odeur dans les laits fermentés additionné aux extraits hydro-éthanoliques de *Thymus vulgaris*.

**Tableau 13.** Évolution d’odeur dans les laits fermentés additionné aux extraits hydro-éthanoliques de *Thymus vulgaris*

Facteur étudié		Doses de l’extrait hydro-éthanolique thym incorporées.						Effet extraits hydro-éthanoliques de thym
		0%	2%	4%	6%	8%	moyenne	
Post acidification (4C <sup>0</sup> )	1 <sup>er</sup> jr	11 <sup>b</sup>	22 <sup>a</sup>	28,5 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>	30,5 <sup>a</sup>	24,4	HS P<0,01
	7 <sup>ème</sup> jr	8,5 <sup>d</sup>	18,5 <sup>c</sup>	23 <sup>c</sup>	31,5 <sup>b</sup>	41,5 <sup>a</sup>	24,6	HS P<0,01
	14 <sup>ème</sup> jr	8 <sup>e</sup>	18,5 <sup>d</sup>	24 <sup>c</sup>	31 <sup>b</sup>	36,5 <sup>a</sup>	23,6	HS P<0,01
	21 <sup>ème</sup> jr	8 <sup>d</sup>	18 <sup>c</sup>	26 <sup>b</sup>	29,5 <sup>b</sup>	38,5 <sup>a</sup>	24	HS P<0,01
	Moyenne	8,88	19,25	25,38	30,5	36,75		

Les résultats sont exprimé en somme des rang ;HS ,effet hautement significatif de l’extrait hydro-éthanolique *thymus vulgaris* ;a,b,c,d,e :comparaison statistique des sommes des rangs .

## 2. Discussion

D’une façon globale, pendant les 21<sup>ème</sup> jours de conservation à 4°C, les laits fermentés sont caractérisés par une nette diminution de pH de 6,69 à 4,63 en moyenne accompagnés d’une légère augmentation d’acidité Dornic en moyenne de 71,42 à 76,04D. Cette réduction

---

du pH est la conséquence d'une fermentation du lactose du lait en acide lactique effectuée par les souches spécifique du yaourt (*Cachonet al., 1998*).

Durant cette période d'étude, il est remarqué aussi que les moyennes de l'acidité augmentent notablement avec les doses d'extrait hydro-éthanolique de thym incorporé lors de la préparation. En revanche, le pH des laits fermentés est resté comparable au témoin pour les taux d'extrait de thym incorporés de 2 et 4% , alors que pour les taux de 6 et 8 % les valeurs sont supérieures au standard (témoin) . Ceci suppose que les principaux composés antimicrobiens contenus dans le thym dont (huiles essentielles, flavonoïdes, dérivés de l'acétophénone et triterpènes ) (*theusher, 2005*) ont réduit aux doses sévère d'extrait de matières végétales incorporés l'activité fermentaire des souches spécifiques du yaourt à savoir *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacilus bulgaricus* et donne leurs pouvoirs à produire davantage de lactate dans le milieu. Néanmoins, d'autres substances bioactives contenues dans l'espèce végétale de thym et non encore identifiées à ce jour peuvent avoir sans doute un effet plutôt stimulant sur ces deux germes à produire d'avantage de lactate.

Par ailleurs, durant l'expérimentation l'acidité des produits n'a pas dépassé les normes admises commercialement de 150°D (*Loones, 1989*).

L'évolution des valeurs moyenne de la viscosité des laits fermentés expérimentaux connaît une augmentation de 57,27 à 295,71 Km/ms, en moyenne, du 1<sup>er</sup> jusqu'au au 21<sup>ème</sup> jour de la phase de post acidification.

Ces réponses peuvent être expliquées par le fait que les souches spécifiques du yaourt ensemencées notamment les *Streptococcus thermophilus* présentent la capacité de produire au cours de la fermentation des macromolécules de type glucidiques appelées exopolysaccharides, ayant la faculté d'augmenter la viscosité et d'améliorer l'onctuosité du yaourt tout en modifiant sa texture (*Meilee et Chen, 2004*).

Les *Streptococcus thermophilus* ramenés à de fortes doses (3%) dans le lait peuvent au cours de leurs croissances sécréter d'avantage d'exopolysaccharides dans le milieu, et qui sont des sortes de fibres polysaccharidiques composés du galactose, glucose ainsi que de

petites quantités de rhamnose, arabinose et de mannose capables d'augmenter la viscosité du milieu (*Bergamaier, 2002*). Ces exopolysaccharides sont des composés glucidiques constitués particulièrement de  $\beta$  glucane et de  $\beta$  fructane capables de se lier aux caséines des

laits avec comme conséquence un accroissement de la viscosité des yaourts (*Cerniver et al., 1986*). En outre, Selon (*luquet, 1994*), durant la période de post acidification l'activité des *Streptococcus thermophilus* n'est pas totalement arrêtée ; mais elle est moins importante comparativement à celle de *Lactobacillus* qui produisent non seulement de l'acide lactique par fermentation du lactose mais éventuellement une légère quantité d'agents texturants.

De plus, l'abaissement du pH par acidification entraîne souvent une déminéralisation progressive des micelles de caséines. Celle-ci va s'associer entre-elles par formation de liaisons hydrophobes, hydrogènes et électrostatiques pour former un réseau protéique retenant la phase aqueuse. A un pH inférieur au point isoélectrique (pH=4,6), les micelles qui flocculent, précipitent, du fait de leur densité, et le réseau formé se stabilise et n'évolue pratiquement plus (*Biliaderis et al., 1992 ; Weber, 1994*). Ainsi, les réarrangements protéiques qui ont lieu (ou les interactions-protéines) favorisés par les liaisons de faibles énergies (hydrogènes, hydrophobes,...) en fonction des variations du pH du milieu, engendrent souvent une augmentation de la viscosité au cours du temps (*Abu jdayil, 2002*).

La viscosité des laits fermentés additionnés d'extrait de thym est nettement plus basse que celle du témoin. Cette diminution de viscosité est expliquée par un ralentissement d'activité surtout des germes *Streptococcus thermophilus* qui produisent ainsi de (faibles quantités d'exopolysaccharides dans le milieu) au cours de la phase de fermentation .

Il est appaait que plus le taux d'incorporation d'extrait de thym est élevé moins est la viscosité des laits fermentés expérimentaux. Ces réponses sont certainement dues à l'effet inhibiteur des principes actifs (huile essentielle, flavonoïdes dérivés de l'acétophénone et triterpènes) contenus dans le thym (*Theusher, 2005*) et qui s'avèrent capable de freiner la production par les germes spécifiques du yaourt ensemencés d'exopolysaccharides responsables de la viscosité des produits ( *Biliaderis et al.,1992,1994*).

Apparemment, plus le taux d'incorporation d'extrait hydro-éthanolique de thym est élevé plus le nombre des germes spécifiques du yaourt *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacilus bulgaricus* est diminué dans les produits . Ceci justifie bien l'existence de substances bioactives dans la plante objet de l'étude ayant un pouvoir d'inhiber la croissance des germes spécifique du yaourt.

---

Par ailleurs, le nombre des bactéries lactiques thermophiles spécifiques (*Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*)ensemencées simultanément dans les produits a été retrouvé à l'état vivant à un taux normal de 10<sup>7</sup> UFC/ml (Libnor, 1999), jusqu'à la date limite de consommation fixée dans cette étude d'environ 21 jours. Aussi il s'avère que le nombre élevé de *Streptococcus thermophilus* à la fin de fabrication des laits fermentés est lié au fait qu'ils sont responsables du démarrage de la fermentation lactique du yaourt, leur croissance est stimulée par les acides aminés libérés suite à l'activité protéolytique des *Lactobacillus*. Durant la phase de post-acidification lorsque le milieu devient plus ou moins acide la croissance des germes *Streptococcus thermophilus* est relativement freinée.

Enfin, il s'avère que les panelistes ont bien accepté les laits fermentés additionnés d'extrait hydro-éthanolique de thym préparé à 2 et 4 % qu'ils ont qualifié même de presque comparable de yaourt témoin à 0% pour les critères suivants (gout acide, cohésivité, adhésivité, arrière-gout, couleur, gout de fraîcheur et l'odeur) ; par contre, les autres produits à 6 et 8 % d'extrait de thym n'ont pas été bien acceptés par les dégustateurs.

## Conclusion

Au terme de cette étude et à la lumière des résultats trouvés il apparaît bien que l'extrait à hydro-éthanolique de *Thymus vulgaris* récolté dans la région de SETIF constitue une source naturelle fiable en composés bio actifs des effets positifs sur la qualité et la conservation des laits fermentés fermes.

Le suivi de l'évolution de la qualité des produits pendant 21 jour de conservation à 4°C, a montré une augmentation de l'acidité accompagnée d'une diminution du pH dans tous les échantillons avec et sans extrait de thym .Une légère augmentation de pH en fonction des doses incorporés d'extrait de thym de 0 à 8 % a été constaté dans les laits fermentés .

Néanmoins, cette tendance n'est pas vérifiée pour les résultats d'acidité ou les valeurs semblent augmenter en fonction des doses d'extrait hydro alcoolique incorporées.

Pour la qualité microbiologique, l'étude de la viabilité des ferments lactiques a montré que le nombre de germes *streptococcus thermophilus* et *lactobacillus bulgaricus* a diminué pendant la période de conservation relativement avec l'augmentation de dose d'extrait incorporées ce qui s'est traduit par une baisse de la viscosité des produits surtout à des taux sévère d'extrait de thym 6 et 8 %.

Durant toute l'expérimentation et d'une façon globale, les tests organoleptiques révèlent que les laits fermentés préparés à une concentration de 2 et 4% d'extrait à l'éthanol de thym le meilleur qui gardent une qualité organoleptique contrairement à ceux préparés à 6 et 8 % proche du yaourt témoin.

Il serait fort intéressant d'essayer d'incorporer l'extrait éthanolique dans d'autre type de yaourt comme le yaourt liquide à boire et le yaourt brassé.

Il est souhaitable d'entreprendre des études sur l'influence d'extrait d'autres espèces de thym et d'autres plantes (M ente, Romarin ,Laurier ..... ) récoltés en Algérie sur la qualité et la stabilité des yaourts.

## Référence

**Affer .M, Bouziane.T, 2013.** L'effet de l'incorporation de la farine de pois chiche sur le lait fermenté type yaourt.

**Alilou H., Hassani L. M. I., Barka N., Bencharki B., 2014.** Screening phytochimique et identification spectroscopique des flavonoïdes d'*Asteriscus graveolens* subsp. *odorus.*, Afrique Science 10(3) 316 – 328.

**Analie L.H. et Viljoen B.C., 2001.** Review: Yogurt as probiotic carrier food. International Dairy Journal, 11, 1-17.

**Aslim B., Yuksekdog Z.N., Sarikaya E. et Beyatli Y., 2004.** Determination of the bacteriocin-like substances produced by some lactic acid bacteria isolated from Turkish dairy products. LWT- Food Science and Technology, 1, 1-4.

Béal C., Marin M., Fontaine E., Fonseca F. et Obert J.P., 2008. Production et conservation des ferments lactiques et probiotiques. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, France.

**Béal C., Skokanova J., Latrille E., Martin N. et Corrieu G., 1999.** Combined effects of culture conditions and storage time on acidification and viscosity of stirred yogurt. Journal of Dairy Science. 82, 673–681.

Bourgeois. CM, Larpent.J.P, 1996. Microbiologie alimentaire, Aliments fermentés et fermentation alimentaires, 2e édition, Lavoisier TEC, DOC.

**Bolivar P., Cruz-Parades C., Hernandez L. R., Juarez Z. N., Sanchez-Arreola E., Av-Gay Y., Bach H., 2011.** Antimicrobial, anti-inflammatory, antiparasitic, and cytotoxic activities of of *Galium mexicanum*, Journal of Ethnopharmacology,137. 141– 147, published by Elsevier Ireland Ltd.

**Bourgeois, C. M. and J.Y. Leveau, 1980.** Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires, Volume 3 : Le contrôle microbiologique. Lavoisier : Tech. Et Doc., pp : 331.

**Bruneton J., 1999.** Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales, Editions Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 1120p.

**Chaovanalikit, A. and R.E. Wrolstad, 2014.** Total anthocyanins and total phenolics of fresh and processed cherries and their antioxidant properties. J. Food Sci., 69: 67-72.

**Chaves A.C.S.D., Fernandez M., Lerayer A.L.S., Mierau I., Kleerebezem M. et Hugenholtz J., 2002.** Metabolic engineering of acetaldehyde production by *Streptococcus thermophilus*. *Applied and Environmental Microbiology*, 68, 5656-5662.

**CFR.131.3, 200a,b,c,d, 203, 206., 2009,** Yogurt, Code of Federal Regulations, Title 21, volume 2, Section 131. US Govt. Print, Office, Washington D.C.

Choudhury RP,. Kumar A,. Garg AN. (2006). *J Pharm Biomed Anal.* 7:825-32

**Cintas L.M., Casaus M.P., Herranz C., Nes I.F. et Hernández P.E., (2001).** Review: Bacteriocins of lactic acid bacteria. *Food Science and Technology*, 7,281–305  
Dave R. I. et Shah N.P., 1998. Ingredient supplementation effects on viability of probiotic bacteria in yogurt. *Journal of Dairy Science*, 81, 2804–2816.

**De vuyst L., Zamfir M., Mozzi F., Adariany T., Marshall V., Degeest B. et Veningelgem F., 2003.** Exopolysaccharide producing *Streptococcus thermophilus* strains as functional starter cultures in the production of fermented milks. *International Dairy Journal*, 13, 707 – 717

**Denis, F., E. Bingen, C. Martin, M.C. Ploy and R. Quentin, 2011.** *Bacteriologie Medicale*. 2nd Edn., Elsevier Masson, Paris, ISBN: 9782294725944, Pages: 640.

**Dohou N., Tahrouch S., Hassani L. M. I., Badoc A., Gmira N., Yamni K.. 2003.** Screening phytochimique d'une endémique ibéro-marocaine, *Thymelya lythroides.*, *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 142, 61-78.

**Donkor O.N., Henriksson A., Vasiljevic T. et Shah N.P., 2006.** Effect of acidification on the activity of probiotics in yoghurt during cold storage. *International Dairy Journal*, 16, 1181- 1189.

**FAO., 1995.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Amazon, Rome, Italie.

**Fridot e., 2005.** Connaissance des aliments-bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, tec et doc, Lavoisier : 25(397 pages)

**Gachkar L, Yadegari D, Rezaei M, Taghizadeh M, Astaneh S, Rasooli I .(2007).** FoodGafaar A.M., 1992. Volatile flavor compounds of yoghurt. *International Journal of Food Science and Technology*, 27, 87-91.

**Ghalem.K, 2014.** L'effet de variation des doses de jus de citron sur la qualité physicochimique, microbiologique et organoleptique d'un lait fermenté type yaourt étuvé.

**Gherman C, Culea M, Cozar O. (2000).** Comparative analysis of some active principles of herb plants by GC/MS. 53 :253-62.

**Guignard, J. L., 2000.** Biochimie végétale. Dunod, Paris., pp: 274.

**Gurib-Fakim A., Gueho J., 1997.** Inventaire et étude des plantes médicinales et des plantes aromatiques des Etats de l'océan Indien, Rapport ethnobotanique et phytochimique sur le projet PLARM, Projet FED – COI.

**Gürsoy A., Durlu-Özkaya F., Yildiz F . et Aslim B., 2010.** Set Type Yoghurt Production by Exopolysaccharide Producing Turkish Origin Domestic Strains of *Streptococcus thermophilus* (W22) and *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* (B3). Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi, 16, 81-86.

**Jerez, M., M. Pinelo, J. Sineiro and M.J. Nunez, 2006.** Influence of extraction conditions on phenolic yields from pine bark: Assessment of procyanidins polymerization degree by thiolysis. Food Chem., 94: 406-414.

**Kra, A.K.M., 2001.** Evaluation et amélioration par séquençage chromatographique d'une action antifongique de MISCAs contre *Aspergillus fumigatus*. Thèse de doctorat 3ème cycle UFR Biosciences.Univ. Abidjan., pp: 126.

**Leory F., Degeest B. et De Vuyst L., 2002.** A novel area of predictive modeling: describing the functionality of beneficial micro-organisms in foods. International Journal of Foods Microbiology,73 , 251-259

**Loones A., 1994.** Lait fermentés par les bactéries lactiques. In : Bactéries lactiques. Vol 2. (De Roissart, H. et Luquet, F. M.), Loriga, Paris, France.

**Luhata P., Kanangila A. B., Kitawa E. K., Mulungulungu D., Lumbu J. B., Kalonda E., 2008.** Étude chimique de l'espèce *Jacobinia carnea*., Université de Lubumbashi.

**Luquet, F.M, 1990.** Les produits Laitiers Transformation et technologie. 2e édition lait et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Tech-doc Apria Lavoisier. P2-85-206.

**Marshall V.M. et Rawson H.L., 1999.**Effect of exopolysaccharides producing strains of thermophilic lactic acid bacteria on the texture yoghurt. International Journal of Food Science and Technology, 34, 137-143.

**Mohammeed H.A., Abu-Jdayil B. et Al- Shawabkeh A., 2004.** Effect of solid concentration on the rheological properties of Labneh (concentrated yoghurt) produced from sheep milk. *Journal of Food Engineering*, 61, 347-352

**Monnet V., Latrille E., Béal C. et Corrieu G., 2008.** Croissance et propriétés fonctionnelles des bactéries lactiques. In : Corrieu G. et Luquet F.M. *Bactéries lactiques de la génétique aux ferments*. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, France.

Naghbi F., Mosaddegh M., Motamed S.M., Ghorbani A. (2005). *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 4(2): 63-79

**Moroh, J.L.A., C. Bahi, K. Dje, Y.G. Loukou and F. Guede-guina, 2008.** Study of the antibacterial activity of *Morinda morindoides*(Baker) milne-redheat (rubiaceae) acetatic extract (ACE) on in-vitro growth of *Escherichia coli* strains. *Bulletin Societe Royale des Sciences Liege*, 77: 44-61.

**Ngoufack Z.F., El-Noda A.N., Tchoua nguep F.M . et El-Soda M.,2004.**Effect of ropy and capsular exopolysaccharides producing strain of *Lactobacillus plantarum* 162RM on characteristics and functionally of fermented milk and soft Kareish type cheese. *African Journal of Biotechnology*, 3, 512-518.

**Keddar.F, Koubich. S, 2009.** Etude de l'effet antagoniste entre les deux bactéries du yaourt (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*) et les germes pathogènes (*Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*).

**Petry S., Furlana S., Waghornec E., Sanlnierd L., Cerning J. et Maguin E., 2003.** Comparaison of the thickening properties of four *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* strains and physicochemical characterization of their exopolysaccharides, *FEMS Microbiology Letter*, 221, 285-291.

**Olivier G. Caractéristique et mode d'action des antibiotiques. 2007.** Prescott, L.M., J.P. Harley and D.A. Klein, 2003. *Microbiologie*. De Boeck-Supérieur., pp: 1137.

**Olivera M., Caric M., Bozanic R. et Tratnik L., 1996.**The influence of whey protein concentrates on the viscosity of yogurt, acidophilus and acidophilus yogurt. *Mljekarstvo*, 46, 91-100.

**Özer B. et Atasoy F., 2002.** Effects of addition of amino acids, treatment with  $\beta$ -galactosidase and use of heat-shocked cultures on the acetaldehyde level in yoghurt. *International Journal Dairy Technology*, 55, 166-170.

**Mozzi F., Raya R.R. et Vignolo G.M., 2010.** *Biotechnology of lactic acid bacteria: Novel applications*. Blackwell. Publishing. Iowa, USA.

**Ranarivelo Y., 2004.** Les Grandes familles Chimiques de Produits Naturels, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo.

**Ruas-Madiedo P., Hugenholtz J. et Zoon P., 2001.**An overview of the functionality of exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria. *International Dairy Journal*, 12, 163– 171.

**Serra M., Trujillo A.J., Guamis B. et Ferragut V., 2009 b.** Flavour profiles and survival of starter cultures of yoghurt produced from high-pressure homogenized milk. *International Dairy Journal*, 19, 100-106.

**Rizk A. M., 1982.** Constituents of plants growing in Qatar, *Fitoterapia*, 52 (2), p 35-42.

**Shah N. P., 2003.** Yogurt: The product and its manufacture. In: *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*, Vol. 10, 2nd Edition (Caballero B, Trugo L. C. et Finglas P. M.), Academic Press, London, England.

**Shakeel Hanif M., Zahoor1 T., Iqbal Z., Ihsan-ul-Haq. et Arif A.M., 2012.**Effect of storage on rheological and sensory characteristics of cow and buffalo milk yogurt. *Pakistan Journal of Food Sciences*, 22, 61-70.

**Soukoulis C., Pangiotidis P., Koureli R. et Tzia C., 2007.** Industrial yogurt manufacture: monitoring fermentation process and final product quality. *Journal of Dairy Science*, 90, 2641-2654.

**Sultana, B., F. Anwar and M. Ashraf, 2009.** Effect of extraction solvent/technique on the antioxidant activity of selected medicinal plant extracts. *Molecules.*, 14: 2167-2180.

**Sun W. et Griffiths M.W., 2000.**Survival of bifidobacteria in yogurt and simulated gastric juice following immobilization in gellan-xanthan beads. *International Journal of Food Microbiology*, 61, 17-25.

**Tamime A. Y. et Robinson R. K., 1999.**Yogurt science and technology, 2eme Edition, Cambridge, Woodhead Publishing, England.

Teles G.D. et Flores S.H., 2007.The influence of additives on the rheological and sensory properties of nonfat yogurt, *International Journal of Dairy Technology*, 60, 270-277.

**Tufail M., Hussain Sh., Malik F., Mirza T., Parveen Gh., Shafaat Sh., Wajid A., Mahmood R., Channa R.A. et Sadiq A., 2011.** Isolation and evaluation of antibacterial activity of bacteriocine produced by *Lactobacillus bulgaricus* from yogurt. African Journal of Microbiology Research, 5, 3842-3847.

**Vignola C.I., 2002.** Science et technologie du lait : transformation du lait. Lavoisier, Paris, France.

**Woolford M.K., 1975.** Microbiological screening of food preservatives, cold sterilants and specific antimicrobial agents as potential silage additives. Journal of Science Food and Agriculture, 26, 229-237.

**Zrihi, G.N., A.K.M. Kra and D.T. Etien, 2007.** Étude botanique et évaluation des activités antifongiques de *Mitracarpus villosus* (MV) (Rubiaceae) et *Spermacoce verticillata* (SV) Rubiaceae) sur la croissance in vitro de *Aspergillus fumigatus*. Revue Méd. Pharm. Afr., 20: 9-17.

# Annexe

## **Annexe I** : composition des bouillons et des géloses

### **La composition de milieu MRS**

Peptone 1 .....	10g
Extrait de viande.....	10g
Extrait de levure déshydraté.....	5g
Glucose w (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> ).....	20g
Tween 80 (sorbitanne mon oléate).....	1ml
Hydrogène-ortho phosphate di potassique (K <sub>2</sub> HP).....	2g
Acétat de sodium, tri hydraté (CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> Na <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O).....	2g
Citrate d'ammoniaque (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>7</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ).....	2g
Sulfate de magnésium heptahydraté (MnSO <sub>4</sub> 7 H <sub>2</sub> O).....	0.2g
Sulfate de magnèse tétra hydraté (MnSO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O).....	0.05g
Agar-agar .....	9-18g
Eau .....	1000ml
Ajuster le pH du milieu à.....	6.2

### **La composition de milieu M17**

Peptone 1 (hydrolysats tryptique de caséine).....	2.50g
Peptone 2 (hydrolysats peptique de viande).....	2.50g
Peptone 3 (hydrolysats papaenique de soja).....	5.00g
Extrait de levure déshydratée.....	2.50g
Extrait de viande .....	5g
B-glycérophosphate (sel disodique) (C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> O <sub>6</sub> PNa <sub>2</sub> ).....	19g
Sulfate de magnésium heptahydraté (Mg SO <sub>4</sub> 7 H <sub>2</sub> O).....	0.25g
Acide ascorbique (C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>6</sub> ).....	50g

Agar-agar.....	9-18g
Eau.....	950ml
Ajuster le pH du milieu entre.....	7.1-7.2

Annexes II : Analyses physico-chimiques et microbiologique

## Analyses physico-chimiques

### 1-1 Mesure le pH

#### 1-1-1 Réactifs et appareillage

- PH mètre
- Solution tampon (pH=4 et pH=7)

#### 1-1-2 Mode opératoire

Le pH des échantillons est déterminé par l'introduction de la cathode à l'intérieur du produit après étalonnage par les solutions tampons (pH=4 et pH=7).

#### 1-1-3 Expression des résultats

Les résultats se fait par lecture directe sur le pH mètre.

### 1-2 Mesure de l'acidité

#### 1-2-1 Réactifs et appareillage

- 50 g de soude (NaOH, N/9)
- 1g de phénolphtaléine (1%)
- Burette ➤ Béchers
- Pipette (10ml)

#### 1-2-2 Mode opératoire

L'acidité Dornic est déterminer par titration d'un échantillon de 10ml à l'aide de soude dornic (N/9) en présence d'indicateur coloré (phénolphtaléine 1% dans l'éthanol 95 u) jusqu'au virage au rose-pal.

#### 1-2-3 Expression des résultats

$$\text{Acidité Dornic} = V_{\text{NaOH}} \cdot 10$$

$V_{\text{NaOH}}$ : Le volume de NaOH(N/9) nécessaire pour titrer l'échantillon jusqu'à l'apparition de la couleur rose-pal.

### 1-3 Mesure la viscosité

#### 1-3-1 Appareillage

- Bille de de masse, de 1.2 cm de diamètre et de masse volumique égale à  $\text{kg/m}^3$ .
- Tube cylindrique de 12cm de longueur.
- Chronomètre servant à mesure le temps de chute de la bille.

#### 1-3-2 Mode opératoire

Introduire la bille dans le tube rempli avec le produit à analyser par une chute libre sur une distance constante de 10cm, tout en mesurant le temps par le biais d'un chronomètre.

#### 1-3-3 Expression des résultats

$$\mu = K \cdot (\xi_{\text{bille}} - \xi_{\text{yaourt}}) \cdot t \quad K = 2 \cdot r^2 \cdot g / 9 \cdot x$$

$$\text{Donc : } \mu = (2r^2 \cdot g / 9x) \cdot (\xi_{\text{bille}} - \xi_{\text{yaourt}}) \cdot t$$

$\mu$  : viscosité dynamique (kg/ms) K : constante, tel que  $K = 74 \cdot 10^{-3}$

$m \xi_{\text{bille}}$  : la masse volumique de la bille =  $2800 \text{ g/m}^3$   $\xi_{\text{yaourt}}$  :

la masse volumique de yaourt ( $\text{kg/m}^3$ ) t : temps parcouru pour la

bille entre deux points A et B r : rayon de la bille tel

que.  $r = D/2 = 0.6 \text{ g}$  : la force de pasteur, tel que  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  x : la

distance d'écoulement de la bille,  $x = 10 \text{ cm}$

### Analyses microbiologiques

#### 2-1 Dénombrement des *Streptococcus thermophilus*

Les germes est dénombrée en boite de pétri stérile sur le milieu de culture M17.

##### 2-1-1 Inoculation

1 ml de chaque dilution est ensemencé dans les boites de pétri, puis on verse la gélose. L'omogénéisation est réalisée par des mouvements circulaires doux et plat, dans les deux sens, au moins dix fois. Solidification de la gélose près du bec et couvercle entrouvert pour permettre un séchage du milieu.

### **2-1-2 Incubation**

L'incubation est faite à 37°C pendant 24 à 48h.

### **2-1-3 Lecture des résultats**

Les *Streptococcus thermophilus* se développent en donnant des colonies rondes à contour régulier d'une coloration blanche-crème.

## **2-2 Dénombrement des *Lactobacillus bulgaricus***

Les germes est dénombrée en boîte de pétri stérile sur le milieu de culture MRS (Man Rogosa Sharp).

### **2-2-1 Inoculation**

La même démarche précédente citée par les *Streptococcus thermophilus* est effectuée dans le dénombrement des *Lactobacillus bulgaricus* mais le milieu sélectif adapté est le MRS (Man Rogosa Sharp).

### **2-2-2 Incubation**

L'incubation est faite à 30°C pendant 48 à 72h.

### **2-2-3 Lecture des résultats**

Les *Lactobacillus bulgaricus* se forment des colonies lenticulaires souvent en forme d'étoile, de 1 à 3 mm de diamètre.

Annexes III : Fiche de dégustation

Université Abdelhamid Ben Badis-Mostaganem

Département d'Agronomie

Paneliste N° :..... Nom

.....

Prénom :.....

Sexe :.....

Fonction :.....

## Fiche de dégustation

	Echan.1	Echan.2	Echan.3	Echan.4	Echan.5
Goût acide					
Goût de fraîcheur					
Cohésivité					
Adhésivité					
Odeur					
Arrière- Goût					
Couleur					

Il est demandé aux panelistes d'apprécier la qualité des produits selon les critères suivants et une échelle variable de 1 à 10 :

- 1, 2, 3 : Mauvais (e),
- 3, 4, 5 : Bon (Bonne)
- 6, 7, 8 : Très bon (bonne),
- 9 et 10 : Excellent (Excellente).

Définition :

- **Goût acide** : Le dégustateur doit évaluer l'acidité du produit en le dégustant.
- **Goût de fraîcheur** : Le dégustateur doit évaluer la sensation de fraîcheur lors de la mise en bouche du produit.
- **Cohésivité** : Traduit la capacité maximale de déformation de l'échantillon après écrasement du produit en pots entre les doigts.
- **Adhésivité** : Exprime l'intensité des forces inter faciales développées entre la surface d'une cuillère et celle de l'échantillon lors d'une prise en pot du produit.
- **Odeur** : Le panéliste est appelé à apprécié la sensation d'odeur désagréable des produits conservés au froid à 4°C.
- **Arrière-goût** : Le panéliste est appelé à apprécier la sensation de l'arrière gout amère dans les produits présentés.
- **Couleur** : Le dégustateur est appelé à apprécier le niveau d'acceptabilité de la couleur des produits par.



## Résumé

Cette étude contribue à la détermination des effets de l'extrait hydro-éthanolique obtenu à partir des parties aériennes d'une plante aromatique récolté dans la région de SETIF à savoir le *Thymus vulgaris* sur la qualité physicochimique, microbiologique et organoleptique d'un lait fermenté type (yaourt ferme).

L'expérimentation a été réalisée avec des taux d'incorporation de thym à 0, 2, 6 et 8% respectivement dans les laits fermentés étuvés. Chaque paramètre «étudié est représenté par trois pots de 100 ml ; soit un nombre totale de 9 échantillons expérimentaux. Durant la période de fermentation et de post acidification dans 21 jours de conservation les mesures et contrôles suivant ont été effectués tous les 7 jours sur chaque produit transformé : physicochimique (pH, acidité Dornic et viscosité), ainsi que microbiologique (dénombrement des germes spécifique de yaourt), et organoleptique (cohésivité, adhésivité, odeur, couler, fraîcheur et gout acide).

L'ajout d'extrait hydro-éthanolique de *Thymus vulgaris* à des doses sévères de 6 et 8 % a altéré relativement la qualité physicochimique, microbiologique et organoleptique des laits fermentés par comparaison au témoin.

Il s'avère possible d'incorporer les extraits hydro-alcooliques de thym jusqu'à un taux de 4 %.

A ces taux les panelistes ont bien acceptés les échantillons expérimentaux au même titre au yaourt témoin.

**Mots clés :** *Tymus vulgaris*, extrait éthanolique, yaourt, lait fermenté, qualité.