**République Algérienne Démocratique et Populaire**

**Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem**
**Faculté des Sciences de laNature et de la Vie**

**جامعة عبد الحميد بن باديسمستغانم**
**كلية علوم الطبيعة والحياة**

**DEPARTEMENT D'AGRONOMIE**

# MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

**MAKHLOUF Souad**

Pour l'obtention du diplôme de

## MASTER EN SCIENCES AGRONOMIQUES

### Spécialité:BIOTECHNOLOGIE ALIMENTAIRE

## THÈME

**Contribution à l'étude de la qualité et la stabilité d'un lait fermenté alicament (type yaourt étuvé) additionné d'extrait a l'hexane de *Thymus vulgaris*(Thym)récolté dans la région de SETIF**

Soutenues publiquement le **22/06/2017**

DEVANT LE JURY :

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Président** | **M .BENABD ELMOUMENE .Dj** | **MCCA** | **Univ. Mostaganem** |
| **Encadreur** | **M .BAKADA .A** | **Professeur** | **Univ. Tissemsilt** |
| **Co-encadreur** | **M. AIT SAADA. D** | **MCCA** | **Univ. Mostaganem** |
| **Examinateur** | **BENMILOUD. D** | **MACC** | **Univ. Mostaganem** |

***Thème réalisé au laboratoire Technologie Alimentaire et Nutrition et le laboratoire de Microbiologie de l'Université de Mostaganem***

***Année Universitaire : 2017/2018***

# Introduction

L'athérosclérose est une pathologie inflammatoire chronique, caractérisée par la formation d'une lésion dans la paroi des moyennes et grosses artères, dont les LDL oxydées sont impliquées dans la formation de la plaque athéromateuse **(Beaudeux *et al* ., 2006)**. Les complications majeures de l'athérosclérose surviennent lors de sa rupture et des phénomènes de thrombose qui sont à l'origine des infarctus et des accidents cardio ou neurovasculaires, **(Han *et al* ., 2012).**

La mortalité cardiovasculaire la première cause de décès dans le monde (représentant 35% des causes de mortalité chez l'homme et 40% chez la femme) selon des projections de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) de l'année 2011. Principalement, elle constitue la conséquence de l'évolution et de la complication pathologique des maladies thrombotiques artérielles ou veineuses c'est la raison pour laquelle plusieurs études sont focalisées sur la recherche des anticoagulants naturelles pour traiter ces pathologies vasculaires.

L'augmentation de l'apport nutritionnel en antioxydants naturelles, dépourvues des effets néfastes des antioxydants synthétiques, s'avère très utile dans la prophylaxie et le traitement des maladies dans lesquels le stress oxydant est incriminé **(Favier, 2003)**. D'autre part plusieurs études sont focalisées sur la recherche des anticoagulants naturels pour traiter les maladies thrombotiques sans effets secondaire des traitements anticoagulants synthétiques (les héparines et les anti-vitamines K) **(Pawlaczyk *et al* ., 2011)**.
Les plantes médicinales constituent une source inépuisable de substances ayant des activités biologiques et pharmacologiques très variées.

Le figuier est fortement lié à notre civilisation car il est cité dans le coran (**Sourat ettine** ). C'est un arbre productif qui se caractérise par une bonne tolérance à la sécheresse et aux agents pathogènes. Les figuiers ont une bonne qualité nutritive et sont bénéfique pour la santé de l'homme .ils sont destinées pour différents usages fraiche, sèches, confiture ,jus ,ect…) et certains sous-produits peuvent être utilisés en complément d'aliment pour le bétail.

La figue est fruit qui est connu et consommé depuis très longtemps en raison de ses qualités organoleptiques et de son aptitude au séchage. Les principaux constituants de la figue mure

## Résumé

Notre travail expérimental consiste à étudier l'effet d'incorporation des principaux composés bioactifs du thym (*thymus vulgaris)* extrait par le biais d'un solvant organique polaire à savoir l'hexane sur la qualité d'un lait fermenté type yaourt étuvé durant deux période expérimentales ;4 heures de fermentation et 21jours de conservation des échantillons au froid positif à 4°C.

Du début à la fin de la période de poste acidification, les valeurs moyennes de pH (6.46 à 4,49) dans les laits fermentés sont caractérisés par une diminution remarquable

L'acidité des laits fermentés semble nettement diminuer avec l'augmentation des doses d'extrait au l'hexane de thym, connait au contraire une nette augmentation durant l'expérimentation (17,80D° en 1$^{er}$ jour) jusqu'à (84,66 en 21 j.

Durant l'expérimentation l'acidité des essais expérimentaux n'a pas toutefois dépassé les normes admise commercialement de 150°D.

Durant les deux périodes de fermentation et de post acidification, les valeurs moyennes de la viscosité des yaourts expérimentaux ont tendance à augmenter de 121,30 p/s de 1$^{er}$ jour à 568,69 kg.m$^{-1}$**.**s$^{-1}$; de 21$^{éme}$ jours de la période de conservation.

Il semble que l'ajout d'extrait de thym dans les produits stimule l'accroissement des germes spécifiques ensemencés dont le nombre de bactéries vivantes (*Streptococcusc thermophélus* et de *Lactobacillus bulgaricus* ) dénombrées répand largement à la norme admise dans le produit de (107UFC/ml).

En fin, les meilleurs résultats organoleptiques (acidité, cohésivité et adhésivité) sont observés dans les laits fermentés additionnés d'extraits de thym préparés à une dilution de 4 et 6% ont été très bien acceptés par les panelistes .



**Mots clés :** Yaourt ; Extrait de thym au l'hexane ; *Streptococcus thermophélus ;Lactobacillus bulgaricus*.

**Abstract**

The purpose of this study is to monitor the effect of the extracts of thyme. *(thymus vulgaris)* on the quality of a fermented milk (type yogurt) over the post phase acidification of sample preservation in positive cold to 4° C. for 21 days.

From beginning to end of the period of post acidification, the average values of pH (6.46 à 4,49) and viscosity in fermented milks are characterized by a remarkable reduction.

The fermented milk acidity knows the contrary a significant increase during the experiment (17,80D° en 1day) and (84,66 en 21day), it is also observed a proportional relationship average acidity values with embedded phenolic extract rate.

It seems that the addition of thyme extract product stimulates the growth of specific organisms inoculated with the number of living bacteria *(Streptococcus thermophélus and Lactobacillus bulgaricus)* enumerated widely spreads the accepted norm in the product of (107UFC / ml).

In the end the best results organoleptic (acidity, cohesiveness and adhesiveness) are found in fermented milk with added ginger phenolic extracts prepared at a dilution of 4 and 6%.

**Keywords:** Yogurt; phenolic extract of ginger; Streptococcus thermophélus Lactobacillus bulgaricus.

## Introduction

Les produits laitiers frais fermentés, comme le yaourt, sont des aliments de grande consommation dans de nombreux pays.

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* et *Streptococcus 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. **(Tamime et Robinson, 2007).**

Dans chaque processus de fermentation, l'optimisation des paramètres physiques et chimiques est d'une grande importance due à son impact économique. Cependant, l'optimisation de ces conditions de fermentation peut être réalisée par des techniques conventionnelles ou statistiques. Les techniques conventionnelles impliquent le changement d'une seule variable à la fois en fixant les autres variables; elles sont longues et inaptes à déterminer le point optimale due aux interactions entre les différents facteurs **(Weuster-Botz, 2000)**. Alors que, les techniques statistiques offrent plusieurs avantages, elles sont rapides, fiables et permettent de réduire le nombre des expériences. Ces techniques statistiques ont été utilisées dans l'optimisation de nombreux processus de fermentation : pour les cultures bactériennes**, (Weuster-Botz, 2000 ; 2004 ;Dakhmouche et al., 2006)**.

L'Algérie se classe comme le plus gros consommateur de laits et ces dérivés au Maghreb **(Anonyme,2005)**, et la dynamique actuelle du marché des denrées alimentaires oblige les industriels à formuler constamment de nouveaux produits. Ainsi, l'intérêt récent des consommateurs pour des produits allégés en matière grasse a conduit à l'utilisation d'ingrédients tels que des agents de texture, ou des épaississants ou encore des gélifiants. Or, toute variation de la composition de l'aliment entraîne une modification de sa structure, de ses propriétés rhéologiques et de ses caractéristiques sensorielles, notamment de la texture en bouche et de l'arôme, qui déterminent largement l'acceptabilité des produits. Un changement de composition et de texture de la matrice nécessite la recherche d'une nouvelle aromatisation des produits. La formulation de nouveaux aliments reste encore empirique et, de ce fait, est longue et coûteuse

Dans ce contexte, l'objectif du travail présenté dans ce mémoire est de mieux comprendre l'effet de variation du taux d'extrait au l'hexane de thym *(thymus vulgaris)* sur la

qualité physicochimique, microbiologique et organoleptique d'un lait fermenté type yaourt étuvé au cours de période de post acidification

Le présent travail s'articule comme suit :

- La première partie passe en revue la synthèse bibliographique sur les connaissances actuelle relative au lait fermenté type yaourt, leurs bactéries spécifiques et une plante le thym connue pour ses nombreuses vertues thérapeutiques.
- La deuxième partie de méthodologie consacrée à l'étude expérimentale et qui traite du matériel et des méthodes utilisées dans l'étude expérimentale
- Enfin, une dernière partie se rapportant aux résultats et à la discussion des données pratiques obtenus en vue de tirer des conclusions et enseignement important à adopter en introduction.

## 1. Définitions et données sur le yaourt

Originaire d'Asie ; le mot yaourt (yoghourt ou yogourt) vient de « youghurmark »mot turc signifiant « épaissir» **(Tamine et Deeth, 1980).**

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* qui doivent être ensemencées simultanément 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.» Très digestible, antiseptique grâce à son acide-lactique, il améliore la flore intestinale. Il est facile à préparer, sans équipement particulier, mais il se conserve peu de temps sans conservateur : environ 10 jours.

Traditionnellement, c'est le yaourt dit «nature» et ferme qui constituait l'essentiel des productions de laits fermentés. Dans les années 1960-1970, sont apparus les produits sucrés puis aromatisés et aux fruits. Actuellement, ils sont majoritaires sur le marché.

L'apparition du yaourt brassé a constitué une autre étape importante de la commercialisation des laits fermentés. En outre, le développement commercial des produits probiotiques est important et correspond à une demande du consommateur **(Brule ., 2003).**

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 **(ANONYME, 1995).**

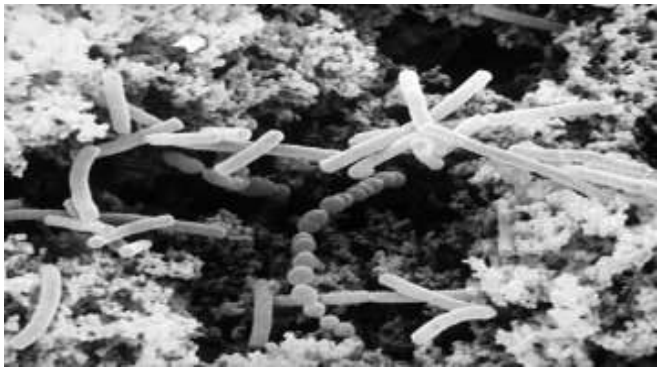


**Figure 01** . Observation microscopique d'un yaourt **(FAO, 1995).**

## 2. Réglementation

Pour obtenir l'appellation *yaourt*, le produit doit être fermenté par deux souches de bactéries lactiques : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*. De plus la quantité d'acide lactique libre contenue dans 100 g de yaourt ne doit pas être inférieure à 0,7g **(Ministère de l'Economie et des Finances, 2009).**

D'après la réglementation, le yaourt peut aussi contenir des morceaux de fruits, du sucre, du miel, des arômes, à raison de moins de 30 % du produit final (**Rousseau ., 2005).**

Les laits fermentés à l'aide d'autres bactéries comme les bifidus ne peuvent s'appeler *yaourts*. Les bifidobactéries colonisent l'intestin quelques heures, alors que les *Lactobacillus bulgaricus* et les *Streptococcus thermophilus* agissent sur la durée.

Par ailleurs, le produit fini doit contenir au moins 10 millions de bactéries par gramme, ce qui représente environ un milliard par pot. Ces ferments doivent rester vivants dans le produit fini, ainsi que pendant sa consommation. Une fois le yaourt ingéré, ces bactéries se logent dans l'intestin, où elles poursuivent leur travail de fermentation et aident à la digestion. Ce sont précisément ces ferments qui jouent un rôle bénéfique sur la santé (**Codex Alimentarius**, **2002)**

## 3- 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. Ce lait est pasteurisé, et souvent enrichi avec du lait en poudre. Le yaourt aura ainsi une teneur en protéines et en calcium plus importante que du lait normal **(Tamim etRobinson, 1999).**

Les protéines du lait jouent un rôle essentiel dans la coagulation à la base de la formation du yaourt .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% **(CFR 131, 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 fructose. **(Robinson, 1999).**

- Des stabilisateurs tels que les gommes naturelles, les gommes naturelles modifiées ou les gommes 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, 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).**

**4. Classification des yaourts**

Différentes sortes de yaourt sont trouvés sur le marché selon leurs teneurs en matière grasse, leur goût ou leur texture.

**4-1 Selon la teneur en matière grasses :** on distingue trois types de yaourt

- **Yaourt maigre :** moins de 1% de matière grasse.
- **Yaourts nature:** 1% de matière grasse**.**
- **Yaourt au lait entier :** 3,5% de matière grasse**.**

**4-2 Selon le goût ;** Il est retrouvé **:**

- **Yaourts sucrés :** ils sont additionnés de saccharose à un taux variable de %.
- **Yaourts aux fruits, au miel, à la confiture :** moins de 30% d'éléments ajoutés.
- **Yaourts aromatisés :** aux arômes naturels ou de synthèse autorisés par la législation.

**4-3 Selon la texture : les yaourts sont répertoriés comme suit :**

- **Les yaourts fermes :** fermentation a lieu en pots, sont généralement des yaourts nature ou aromatises **(Pacikorae, 2004**).

Toute adjonction de fruits ou d'arôme est réalisée avant que la fermentation début **(Assche, 1996).**

- **Yaourts brassés :** dont la fermentation a lieu en cuve avant le conditionnement. Ce

sont généralement des yaourts brassés nature ou aux fruits **(Pacikorae, 2004).**

Ici, l'ajout des fruits ou d'arômes est réalisé après refroidissement du lait fermenté **(Assche, 1996).**

- **Yaourts à boire :** leur texture est liquide **(Cidil et Inra, 2009).**

**5. Technologie de fabrication du yaourt**

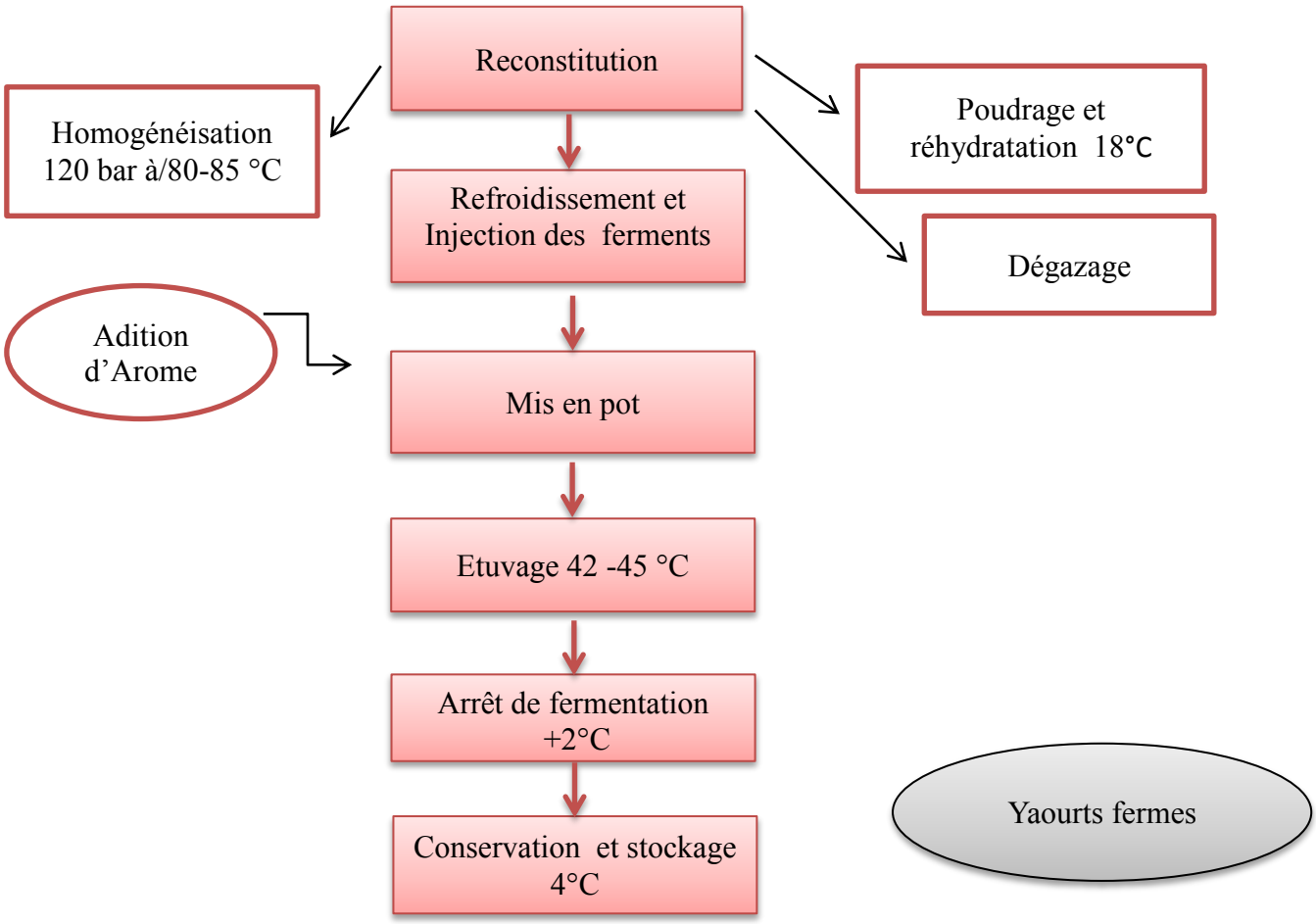



**Figure 02 .** Diagramme des principales étapes de fabrication de yaourt étuvé

**5-1. Préparation du lait**

La matière première peut être soit du lait frais, soit du lait recombiné (à partir de lait en poudre maigre et de matière grasse laitière anhydre), soit du lait reconstitué (à partir de lait en poudre maigre), ou encore un mélange. Dans tous les cas, elle doit être de bonne qualité microbiologique, exempte d'antibiotiques ou d'autres inhibiteurs et parfaitement homogénéisée **(FAO, 1995).**

**5-2. Standardisation du mélange**

La standardisation du mélange laitier permet non seulement de pallier aux variations de composition du lait mais aussi, à obtenir la composition désirée. Cette standardisation peut

s'obtenir par l'ajout de concentrés et d'isolats de protéines sériques, de poudre de lait écrémé ou entier, de lactose et de la crème en fonction de la teneur désirée en protéines, solides totaux et matières grasses **(Tamime et Robinson, 1999).**

Selon le Code des principes FAO/ OMS, la teneur minimale en matière sèche laitière non grasse est de 8,2 % (en poids) quelle que soit la teneur en matière grasse **(norme n°A- 1 1 (a), 1975) (FAO, 1995).**

**5-3. Homogénéisation**

L'homogénéisation du lait à plusieurs objectifs : elle améliore la fermeté des gels obtenus après fermentation, augmente leur capacité de rétention d'eau et réduit la synérèse, par ailleurs elle prévient le crémage au cours des opérations « statiques » de la fabrication du yaourt, Cette étape permet également de mélanger de façon homogène les divers ingrédients laitiers ajoutés lors de l'étape de la standardisation. Une autre des conséquences de l'homogénéisation est la formation de nouvelles gouttelettes de globules de gras entourées par des caséines et des protéines sériques. La résultante est une augmentation du caractère hydrophile des globules de gras **(Schorsch, 2001).**

**5-4. Traitement thermique**

Le barème de traitement thermique le plus couramment utilisé est de 90- 95°C pendant 3 à 5 minutes **(Mahaut, 2000)**. Ce traitement a de multiple effet sur la flore microbienne ainsi que sur les propriétés physico-chimiques et fonctionnelles du lait. Tout d'abord, il assure l'innocuité du produit suite à la destruction des microorganismes pathogènes et indésirables **(Walstra, 2006).** Il crée des conditions favorables au développement des bactéries lactiques, et inactive des inhibiteurs de croissance telle que les lactopéroxidases et des enzymes telles que la lipase responsable de l'oxydation des lipides **(Walstra, 2006)**

Le traitement thermique a également un effet sur la conformation tridimensionnelle des protéines, induisant la modification de leurs propriétés fonctionnelles. Il dénature la majorité des protéines du lactosérum (85%), la résultante est l'association de la caséine κ et de la β-lactoglobuline via un pont disulfure**. (Mahaut, 2000 ; Sava et *al*., 2005**).

Au niveau rhéologique, ces modifications se traduisent par une amélioration après fermentation de la fermeté des gels (**Jeantet et *al*., 2007).** De plus le traitement thermique entraine une production plus importante de l'acétaldéhyde, le composé responsable de l'arôme « yaourt » (**Ozer et Atasoy, 2002).**

**5-5. Fermentation lactique**

Le lait enrichi et traité thermiquement, est refroidi à la température de fermentation, 40 -45°C. Cette température correspond à l'optimum de développement symbiotique des bactéries lactiques **(Lee et Lucey, 2010).**

L'incubation se fait à l'aide d'un levain comprenant exclusivement une ou plusieurs souches de chacune des bactéries spécifiques du yaourt: *St.. thermophilus*, et *Lb. bulgaricus* qui sont inoculés entre 2 et 5% dans le mélange laitier afin d'atteindre une population initiale de l'ordre de $10^7$ UFC/ ml avec un ration de 1 :1 **(Clark et Plotka, 2004)**.

Une bonne agitation est nécessaire pour rendre parfaitement homogène le mélange lait ferment **(FAO, 1995).**

Le respect du pH final est primordial puisque les propriétés sensorielles (acidité, flaveur, texture) du produit fini en dépendent, c'est pourquoi, lorsque le pH atteint une valeur comprise entre 4,7 et 4,3, un refroidissement est appliqué afin de stopper la fermentation. **Haque et *al*., 2001**

En effet, l'activité des bactéries lactiques est limitée pour des températures inférieure à 10°C **(Sondi et *al*., 2004)**.

Le temps de fermentation se situe entre 3 et 7 h jusqu'à l'obtention d'une acidité finale de 0,9 à 1,2% en équivalent d'acide lactique **(Clark et Plotka, 2004).**

**5-6. Conditionnement et stockage**

Pour le Yaourt ferme**,** le lait ensemencé est rapidement réparti en pots (en verre, en carton Paraffiné en matière plastique) d'une contenance habituelle de 12,5 cl. Dans le cas des yaourts sucrés, aromatisés, aux fruits, à la confiture, etc., 1 'apport des additifs se fait avant ou après le remplissage des pots **(FAO, 1995).**

Après le capsulage (aluminium, carton paraffiné), l'incubation dure environ de 2 à 3 heures, les pots sont placés dans une étuve pour permettre la fermentation et jusqu'à l'obtention d'une acidité de 0,75 (au minimum) à 1 % environ d'acide lactique, soit 75 à 100° Dornic.A ce moment, le caillé doit être ferme, lisse et sans exsudation de sérum **(FAO, 1995).**

**6. Conservation des yaourts**

**6-1. Conditions et durée légale de conservation**

Basé sur le niveau d'hygiène, la qualité microbienne des ingrédients et des matériaux d'emballage, la durée de conservation du yaourt est autour de trois semaines aux conditions de réfrigération. Le yaourt est toujours en danger de dégradation protéolytique par la protéolyse du lait qui peut se produire pendant l'entreposage au froid due à la croissance des bactéries psychrotrophes **(FAO, 1995).**

Plusieurs techniques sont utilisées pour garder et améliorer la qualité du yaourt à savoir la congélation, l'utilisation du gaz, l'addition des préservateurs et la stérilisation par la chaleur mais la réfrigération reste toujours la méthode la plus connue pour contrôler l'activité métabolique des ferments et leurs enzymes dans le yaourt au cours du stockage **(Adam et Mass, 1999).**

**6-2. 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)**.

**6-2-1. 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. 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).** Elles se changent 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).**

**6-2-2. 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*, *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).**

### 6-2-3. 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 diacétyle) 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 flaveur 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 fraicheur **(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 graisseou 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 ).**

**7. 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* ;
- ✓ *Streptococcus thermophilus* peut empêcher l'implantation de certaines bactéries pathogènes dans l'intestin, telles que les salmonelles et les colibacilles.
- ✓ La flore du yaourt exerce un effet bénéfique sur certains mécanismes immunitaires de tube digestif
- ✓ 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).**

## 1. Les bactéries spécifiques 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, diacétyle). Enfin, par la production de polysaccharides (glucanes), certaines souches ont une action dans la consistance du gel **(FAO, 1995).**

### 1-1. L'espèce *Lactobacillus bulgaricus*

*Lactobacillus delbrueckii* ssp *bulgaricus* est un bacille gram positif, immobile, asporulé, micro aérophile. Il est isolé sous forme de bâtonnets ou de chainettes, il possède un métabolisme strictement homofermentaire et produit l'acide D-lactique à partir des hexoses par l'intermédiaire de la voie d'Embden Meyerhof et il est incapable de fermenter les pentoses **(Axelsson, 1998).**

Il se développe bien à la température de 45 à 50°C en acidifiant fortement le lait jusqu'à 1,8 % (pH voisin de 4,5), voir 2,7 % d'acide lactique (pH 3,8 à 3,6) (**FAO, 1995).**

*Lb. Bulgaricus* est très exigeante en calcium et en magnésium, elle a un rôle essentiel dans le développement des qualités organoleptiques et peut-être probiotiques de ces aliments, elle est responsable de la production d'acétaldéhyde (**Marty-Teyesset et *al.*, 2000).**

**Figure 03** .Aspect des cellules de *Lb. bulgaricus* sous le microscope électronique.

### 1-2. Espèce *Streptococcus thermophilus*

Le streptocoque thermophile (ou *Streptococcus thermophilus*) est une bactérie alimentaire, thermophile , anaérobie facultatif, immobile, on le trouve dans les laits fermentés et les fromages , présente seulement dans la fermentation du lait, où elle est

notamment utilisée en association avec la bactérie *Lactobacillus bulgaricus* pour la fabrication du yaourt, **(Roussel et al., 1994).**

- S. thermophilus se présente :

- Sous forme de cocci de 0,7-1 µm, formant des chaînes à coloration de Gram positive.
- Sa température optimale de croissance se situe entre 37 °C et 60 °C, selon les souches. Ne croît pas à 15 °C mais toutes les souches croissent à 45 °C et la plupart à 50 °C.
- Bactérie homofermentaire stricte (produisant du L-lactate), micro-aérophile **(Vaillancourt et al., 2008).**
- Non pathogène et ses propriétés probiotiques et technologiques **(Iyer et al., 2010).**
- Sa culture demande des vitamines B et quelques acides aminés.

Le rôle principal de cette bactérie dans la fabrication du yaourt est la fermentation du lactose du lait en acide lactique, il produit généralement de 0,5 à 0,6 % d'acide lactique (pH voisin de 5,2) uniquement de configuration L qui est l''isomère préféré dans les produits alimentaires, dû à la présence de L lactate déshydrogénase chez l'être humain (**Narayanan et *al*., 2004 )** ; elle est responsable de la texture de les laits fermentés, elle augmente la viscosité du lait par production de polysaccharides **(FAO**, **1995)**.

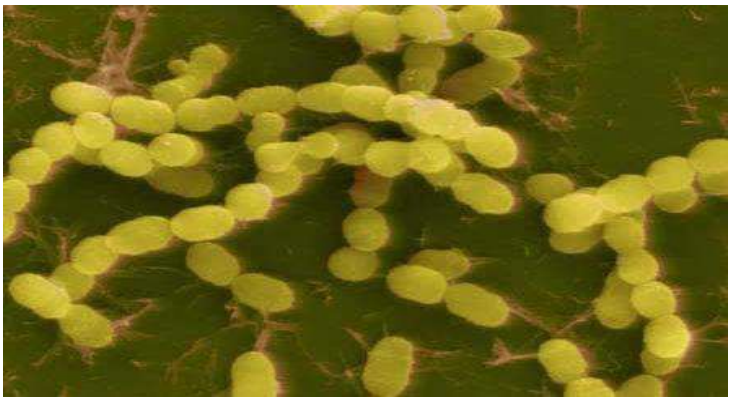


**Figure 04**: Aspect des cellules de *St. thermophilus* sous le microscope électronique

## 2. La proto-coopération entre *St. thermophilus* et *Lb. Bulgaricus*

Le yaourt est le résultat de la symbiose de deux types de bactéries lactiques : *Streptococcus thermophilus* et de *Lactobacillus bulgaricus*. Chacune des deux bactéries stimule la croissance de l'autre. Ce lien symbiotique donne un produit différent des produits obtenus par les bactéries simples, prises séparément. Grâce à la symbiose des deux bactéries, la fermentation a lieu plus rapidement que s'il n'y avait qu'une seule espèce de bactérie.

Cette proto-coopération recherchée, entraine une stimulation mutuelle qui se traduit par **(Mihail et *al*., 2009):**

- ✓ Un accroissement de la vitesse d'acidification;
- ✓ Un accroissement des niveaux de populations bactériennes finales;
- ✓ Une diminution du pH final du produit ;
- ✓ Une stimulation de la production de composés aromatiques notamment de l'acétaldéhyde
- ✓ Une meilleure stabilité du produit fini ;
- ✓ Une production plus importante de certains composés comme des polysaccharides extracellulaires (EPS).

### 3. Microbiologie de la fermentation

En début de fermentation, les *S. thermophilus* se développent rapidement. Ils absorbent le lactose et le transforment en L(+) acide lactique, ce qui provoque une baisse du pH (acidification). Ils amorcent aussi le développement de la population de *Lb. bulgaricus* en produisant des composants capables de stimuler leur croissance, comme l'acide formique et le gaz carbonique (**Jeantet et *al* ., 2008) .**

En retour, *Lb. bulgaricus* hydrolyse la caséine grâce à une protéinase fixée sur ses parois, qui après d'autres réactions enzymatiques donnent des acides aminés (en particulier la valine). Ces composés indispensables à la croissance des bactéries ne sont pas en quantités suffisantes dans le lait en début de fermentation. Les *S. thermophilus* qui ont une activité protéinase plus faible, bénéficient donc de la présence du lactobacille. (**Thevenard, 2011)**

Grâce à cette action conjointe, les deux espèces croissent rapidement et métabolisent suffisamment de lactose en acide lactique pour que la fermentation soit terminée en 3 à 4 heures, là où chacune aurait passé 12 à 16 heures pour obtenir la même acidité.

Ces deux espèces bactériennes synthétisent aussi des polysaccharides qu'elles excrètent à l'extérieur de la cellule. Ce sont des polymères de galactose, glucose et rhamnose, produits en quantité variable suivant les souches. La présence de ces composés est très recherchée car ils augmentent la viscosité du yaourt et donnent une sensation d'onctuosité au produit, appréciée des consommateurs.

Les souches bactériennes produisant le plus d'exopolysaccharides ont été sélectionnées afin de se dispenser d'ajouter des épaississants et gélifiants au produit (**FAO**, **1995)**

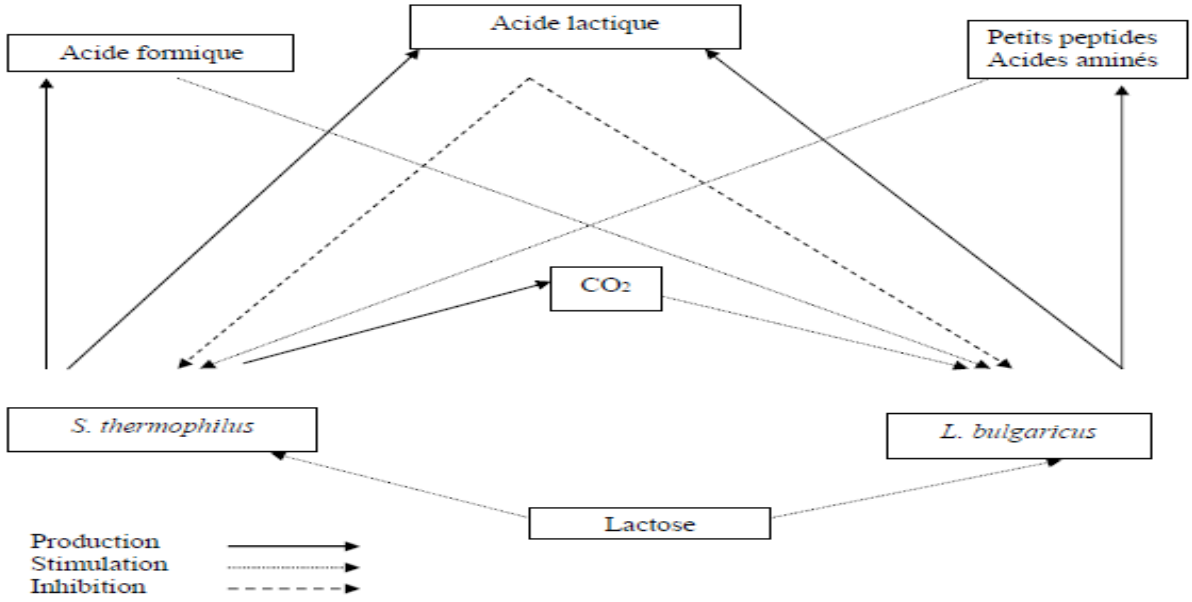



**Figure 05 .**Proto-coopération entre *St. thermophilus* et *Lb. bulgaricus* **(Mahaut et *al*., 2000)**

## 4. Aptitudes technologiques des bactéries lactiques du yaourt

### 4-1. Aptitudes acidifiantes

La production d'acide lactique est une des principales fonctions des bactéries lactiques en technologie laitière, car cet acide organique permet de concentrer et de concerter et de conserver la matière sèche du lait, en intervenant comme coagulant et antimicrobien **(Schmidt et *al*., 1994).** Le métabolisme est du type homofermentaire (production exclusif de l'acide lactique).

L'acidité du yaourt est communément exprimée en degré Dornic (1°D = 0.1g/l d'acide lactique). Elle se situe entre 100 et 130 °D **(Loones, 1994).**

L'importance de l'acide lactique durant la fabrication du yaourt peut se résumer comme suit : (**Leory et *al*., 2002 ; Sinngh Sudheer et *al*., 2006** ) :

- Il aide à déstabiliser les micelles de caséines, ce qui conduit à la formation du gel ;
- Il donne au yaourt son goût distinct et caractéristique, comme il contribue à la saveur et l'aromatisation du yaourt **(Tamime et Robinson, 1999 ; Singh et *al*., 2006) ;**
- Intervient comme inhibiteur vis-à-vis des micro-organismes indésirables **(Leroy et *al*., 2002).**
- Le développement de l'acidité est important non seulement pour la fermentation du lait, mais également nécessaire pour un arome, une texture et une saveur bien-équilibrés de yaourt (**Özer et Atasoy ., 2002**).

**4-2. 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. bulgaricus* est plus élevée que celle du *Streptococcus thermophilus* **(Gürsoy et *al*., 2010)**.

**4-3. Aptitudes texturantes**

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 chaines d'unités répétitives de sucres simples et /ou de dérivés de glucides plus ou moins ramifiées **(Ruas-Madiedo et *al*., 2001).**

L'augmentation de la viscosité est en général attribuée à la production d'exopolysaccharide (EPS) qui, selon une étude portant sur plusieurs souches serait éssentiellement composé de rhamnos, arabinose, et mannose **(Schmidt et *al*., 1994).**

Il est couramment admis que la production des EPS est le résultat de l'action exercée par *St. Thermophilus*. Mais d'après **Tamine et Robinson (1999),** *Lb. Bulgaricus* possède une aptitude à produire des EPS composés de galactose, glucose, rhamnose à des rapports de 4/1/1.

L'utilisation de ces bactéries produisant les EPS augmente la résistance du coagulât 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).**

**4-4 .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.

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, 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**).

**4-5. Aptitudes d'antagonismes**

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, $CO_2$, le diacétyle, l'acétaldéhyde, les D-isomères des acides aminés et les bactériocines **(Cintas et *al*., 2001 ; Akpinar 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. bulgaricus* s'accumule dans le produit laitier, empêche la croissance de *Staphylococcus aureus, Salmonella typhimurium* et *E. coli* **(Piard et Desmazeaud, 1991).**

**4-6. 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, ($C_2$- C6), et contribue à la saveur des produits laitiers fermentés, la lipolyse est généralement faible dans le yaourt et elle est donc non significative au terme du flaveur (**Béal et *al*.,2008).**

**5- Levains lactiques**

Un levain est un pré culture de souche à ensemencer la matière première à fermenter. D'une façon globale, il est constitué d'un mélange de souches microbiennes servant à stimuler la fermentation dans le milieu.

On définit les levain ou ferments lactique comme étant des cultures pures ou des mélanges de bactéries lactiques sélectionnées et utilisées pour la fabrication de produits fermentés. Parmi ces cultures, on distingue les ferments naturels, souvent des mélanges de nombreuses souches de bactéries dont la composition exact et indéterminée des ferments mixtes, composés de cinq ou six souches soigneusement sélectionnées et cultivées séparément jusqu'au stade de culture mère ou ferment.

Au coures de la fermentation, les bactéries se multiplient et produisent des composés conférant à l'aliment ses propriétés organoleptique comme l'acidité, la saveur, l'arôme et la texture **(Benech et *al.* ,2002).**

**5-1 Fabrication des levains lactique**

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 suffisant 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 ferment «semi-direct » achetés chez un fournisseur (sachet et 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 (fiole, bain-marie, éprouvette, ph mètre, acidimètre) **(Christine., 2010).**

**5-2 Conservation 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 3à 4 heures. Également ces bactéries peuvent être conservées par lyophilisation présence d'un agent protecteur. Tels que le lait écrémé et le lactose, ou par congélation dans l'azote liquide à (-40°C) **(Hermier et Accolas ., 1990).**

**5-3 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 produites :

- Production d'acide lactique et abaissement du pH du milieu.
- Production de substances aromatiques (diacétyl, acétaldéhyde…etc.).
- Production d'enzymes protéolytiques contribuant à l'affichage 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 (**Lenoir *et al* .,1992).**

**1- Historique**

Il semblerait que, pendant longtemps, le thym ait surtout été employé en médecine et dans les rituels religieux ou magiques, ses usages culinaires se limitant à aromatiser le fromage et les liqueurs. Les Sumériens l'auraient utilisée à des fins thérapeutiques il y a plus de 5000ans. Les Égyptiens et les Étrusques s'en servaient pour embaumer leurs morts. Les Grecs pour parfumer les temples en en brûlant les rameaux et parfumer l'eau des bains.

Les Romains, la diffusant en Europe, en faisaient de nombreuses sortes de cosmétiques (eau de toilette parfumant même leurs couches, baume censé retarder le vieillissement) et s'en servaient pour purifier leurs pièces d'habitation et pour « donner du parfum aux fromages et liqueur». **(Rasoli *et al*., 2006).**

Au Moyen Age, on est beaucoup servi pour masquer les mauvaises odeurs, notamment celles de la viande ou du poisson varié **(Rasoli *et al*., 2006).** Lors des Croisades, il était placé sous les oreillers (car il favoriserait le sommeil en chassant les cauchemars et la mélancolie) et sur les cercueils lors des funérailles car on pensait qu'il facilitait le passage dans l'autre vie.

Le D$^{r}$ Paul Topinard (4 novembre 1830-20 décembre 1911), décrit en 1867 les propriétés du thym dans le bain comme stimulant révulsif puissant, utilisable contre les rhumatismes chroniques et les sciatiques rebelles, sans irriter le visage ni les yeux.

Charles Chamberland démontra en premier en 1897 l'action bactéricide du thym (notamment vis-à-vis du bacille du charbon). D'autres expériences se succédèrent.

De nos jours le thym est un élément caractéristique de la flore méditerranéenne. Ses feuilles sont riches en huile essentielle dont les propriétés sont mises à profil en phytothérapie et en médecine comme produit vétérinaire (antiparasites, antispasmodique, antiseptique et digestif). Cela a été mentionné dans plusieurs études, **(Cosentino *et al* ., 1999 ;Rasoli *et al.*, 2006)( Ibrahimi *et al*.,2008),** il est très utilisé contre la toux en décoction pour guérir les maux de tête ,hypertension et gastrites, en usage externe comme cicatrisants, il possède des vertus antiseptiques utilisés pour soigner les infections pulmonaires, calmer des toux quinteuses, diminuer les secrétions nasals et soulager les problèmes intestinaux comme il l'a été rapportée par certaines auteurs **( Rasoli *et al,* 2006 ;Adwan *et al,* 2006 ;Soto-mendivil *et al,* 2006).**

## 2- Définition

*Thymus* est un genre de plantes (couramment appelées thym ou serpolet) de la famille des Lamiacées. Ce genre comporte plus de 300 espèces. Ces plantes sont riches en huiles essentielles et à ce titre font partie des plantes aromatiques.

Le Thym commun (*Thymus vulgaris*) est une plante médicinale majeure de la pharmacopée méditerranéenne, qu'elle soit ancienne ou moderne. Ce sont essentiellement ses feuilles qui sont utilisées en phytothérapie. Cette plante peut être consommée sous forme d'infusion, de teinture ou d'alcoolature

La principale huile essentielle du thym commun est un terpénoïde qui lui doit son nom, le thymol, une substance bactéricide. Dans le sud de la France, le thym est aussi fréquemment appelé *farigoule* (de son nom occitan : *farigola*). **(Delachaux et Nistlé, 2008 ; Delachaux Nistlé, 2013).**

Le thym commun est une espèce dont les composants chimiques du métabolite secondaire varient selon le climat et l'environnement **(Chatelain, 1997).**

## 3- Étymologie

Le nom de « Thym » est la francisation de Thymus qui désignait en latin plusieurs Lamiacées aromatiques de petite taille, lui-même issu du grec *thumon* qui signifie « offrande (que l'on brûle) » et « parfum »,. Le nom provient de l'égyptien tham, nom d'une plante servant à embaumer les corps, signifiant « exhaler une odeur ».

Les autres espèces sont des plantes rampantes que l'on regroupe sou le nom global de « serpolet ». Ce nom dérive, via le provençal, du latin serpyllum qui désignait les thyms rampants 'également serpillum et serpllum). Il vient du grec herpillos, désignant les plantes, d'erpo, rampet **(Couplan, 2012).**

## 4- Distribution botanique

*Thymus vulgaris*, est un sous arbrisseau, vivace, touffu et très aromatique de 7-30 cm de hauteur, d'un aspect grisâtre ou vert grisâtre.

Les tiges ligneuses à la base, herbacées supérieurement sont presque cylindriques, ces tiges ligneuses et très rameuses sont regroupées en touffe ou en buisson très dense.

Les feuilles sont très petites, ovales, à bord roulés en dessous à nervures latérales distinctes, au pétiole extrêmement court et blanchâtres à leur face inferieure.

Les fleurs sont presque roses ou blanches, font de 4 à 6 mm de longueur, sont pédicellées et réunies ordinairement au nombre de trois à l'aisselle des feuilles supérieures.

Le limbe du calice est bilabié, un peu bossu. La corolle de taille variable, un peu plus longue que le calice mais la partie tubulaire de la corolle ne dépasse pas celle du calice, les étamines sont incluses.

La période de la floraison commence en mai-début de juin **(Wikipédia, 2008)**.

**Figure 06** .Aspect botanique de *thymus vulgaris* (**Wikipédia, 2008**)

**5- Classification :** le thym est classé comme suit **:**

**Tableau 01.** Classification de *thymus vulgaris* **(Andrew, 2008).**

| **Classification classique :** | **Classification phylogénétique:** |
|---|---|
| Règne : Eucaryote | Règne :Plantae |
| Sous règne : Tracheobionta | Embranchement : Spermatophyte |
| Division : Magnoliophyta | Sous-embranchement : Magnoliophyta (Angiosperme) |
| Classe : Magnoliopsida | Classe : Magnoliopsida (Dicotylédone) |
| Sous classe : Astéridae | / |
| Ordre : Lamiales | Ordre : Lamiales |
| Famille : Lamiaceae | Famille : Lamiaceae |
| Genre : Thymus | Genre : Thymus |
| Espèce : *Thymus vulgaris* | Espèce : Vulgaris |

**6- Distribution géographique :**

Le thym est une plante originaire de l'ouest des régions méditerranéennes **(İzcan et Chalchat, 2004)** et aussi autochtone du sud d'Europe Plus précisément, C'est une plante très répandue dans le nord-ouest africaine (Maroc, Tunisie, Algérie…), elle pousse également sur les montagnes d'Éthiopie et d'Arabie du sud-ouest en passant par péninsule du Sinaï en Égypte, on peut la trouver également en Sibérie et même en Himalaya **(Dob *et al* ., 2006).**

Le thym commun préfère un sol légèrement acide, bien drainé et rocailleux (calcaire), en plein soleil et au sec, mais la plante se développe également sur un sol alcalin filtrant, léger ou compact ou très poreux un peu humide et frais. La capacité de cette plante à résister à de très forte chaleur provient de son huile essentielle qui est produite la nuit et s'évapore la journée ; c'est par cette action que la chaleur sera consommée **(Takeuchi *et al* ., 2004).**

L'Algérie est comme par sa richesse en plantes médicinales en regard de sa superficie et 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 il représenté en Algérie par de nombreuses espèces qui ne sont prêtent pas aisément et leurs tendance à s'hybrider facilement (**Mebarki ., 2010**).

**7-Culture**.

Le thym se multiplie au printemps par semi, par bouturage ou par division de touffes, peu exigeant au point de vue édaphique. Il s'accommode de tous les terrains même de ceux qui sont humides, il a besoin de lumière et de la chaleur. Une plantation se refait tous les quatre ans environs. À chaque printemps, il est préférable d'engraisser la terre avec de l'engrais ou de la poudre d'os et de couper la plante de moitié pour favoriser l'apparition de nouvelles pousses. Par contre, il ne faut pas mettre de l'engrais durant l'été car cet apport excédentaire de vitamines rend la plante fragile à l'époque des gelées.

- La récolte de sommités et les feuilles au tout début de la période de floraison.
- Séchage : Grouper les branche jusqu'à 5 cm du sol en faire sécher la tête en bas dans un endroit chaud, sec, ombragé et bien aéré.
- Conservation :

➢ Frais : on peut le conserver facilement pendant une semaine dans un sac plastique dans le bas de réfrigérateur.

➢ A l'huile : déposer un bouquet le thym dans un contenant et recouvrir d'huile.

**8- Propriétés du thym :**le thym compte plusieurs propriétés :

- 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 vermicide **(Bazylko et Strzelecka., 2007**).
- Propriétés antivirales, antifongiques, anti inflammatoires, et antibactériennes dont une étude récente 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)** en raison de ces propriétés, le thym est utilisé comme un conservateur afin de prolonger la durée de conservation des poissons *Thunnus thymnus* durant leur stockage (**Selmi et Sadok, 2008).**

**9- Utilisations**

Le thym est utilisé comme aromate en cuisine et comme plante médicinale, dans les tisanes ou même dans les bonbons (Ricola par exemple).

En tisane, il sert à soigner les infections respiratoires. Une tisane de thym est également efficace pour drainer le foie, ce qui fait qu'il est recommandé par la naturopathie pour les personnes subissant une chimiothérapie, traitement très destructeur pour le foie.

**10- Dénominations médicales**

Le thym commun est une espèce dont les composantes chimiques du métabolite secondaire varient selon le climat et l'environnement. Cette variabilité a donc conduit les pharmaciens à donner un nom scientifique à chaque chémotype, annoté de façon à connaître les principaux constituants, qui eux auront des propriétés définies **(Tableau 02)** :

**Tableau 02 .** Les chémotypes du *Thymus vulgaris* **(Andrew . ,2008) .**

| Nom scientifique | Nom courant |
|---|---|
| *Thymus vulgaris L. thymoliferum* | thym à thymol |
| *Thymus vulgaris L carvacroliferum* | thym à carvacrol |
| *Thymus vulgaris L. geranioliferum* | thym à géraniol |
| *Thymus vulgaris L. linaloliferum* | thym à linalol |
| *Thymus vulgaris L. paracymeniferum* | thym à paracymène |
| *Thymus vulgaris L. thajanoliferum* | thym à thujanol |
| *Thymus vulgaris L. terpineoliferum* | thym à alpha terpinéol |

**11- Principes actifs du thym** :le thym comporte plusieurs composes bioactif :

- Les acides phénoliques : lacide caféique (**Cowan, 1999),** lacide rosmarinique **(Takeuchi *et al*., 2004)**
- Les flavonoïdes :l' hesperédine, l'eriotrécine, le narirutine **(Takeuchi *et al*, 2004)** et lutéoline **(Bazylko et Strzelecka, 2007)**
- Les polyphénols : tanins **(Cowan, 1999 ; İzcan et Chalchat, 2004) .**

**Conclusion**

Le yaourt est un produit vivant très différent des produits traités thermiquement (étuvés ou pasteurisés) dont on allonge la durée de conservation en inactivant leur flore bactérienne.

L'intérêt d'avoir un produit vivant tient au fait que les cultures vivantes améliorent la digestion du lactose chez les individus ayant des difficultés à les digérer **(Codex Alimentarius, 2002).**

La sélection des souches de bactéries lactiques utilisées en industrie se fait selon des critères distincts. Ces bactéries doivent être vivantes dans le produit et leur nombre doit dépasser dix millions par gramme de yaourt à la date limite de conservation. **(Hols *et al.*, 2005; Pfeiler et Klaenhammer, 2007;Champagne *et al.*, 2009)**.

Les ferments sont utilisés en raison de leur capacité de production d'acide lactique à partir du lactose. De plus, ils possèdent d'autres fonctions importantes comme l'inhibition des micro-organismes indésirables, l'amélioration des propriétés sensorielles et rhéologiques, en plus de leurs bienfaits prouvés pour la santé.

La biotechnologie moderne a permis aux chercheurs de développer une meilleure connaissance de la physiologie de *S.thermophilus* in vitro qui pourrait être exploitée en vue d'une amélioration de la qualité organoleptique des différents produits laitière.

Les bienfaits du thym sur la santé sont multiples, ce qui explique pourquoi on l'utilise depuis des millénaires en Asie. Le thym a des nombreuses propriétés, en particulier apéritives et digestives. C'est un spasmolytique bronchique dont il est indiqué pour traiter les infections des voies respiratoires supérieures.

Le thym peut être consommé à n'importe quel moment de la journée puisqu'il ne provoque pas de somnolence. Si l'on respecte les doses thérapeutiques de 1.6g/j, il n'exerce aucun effet indésirable chez l'homme **(Desaulnier Margarit**. ,**2003)**.

En Algérie, la culture et la recherche propriétés du thym (thymus vulgaris) sont mal connus et auront de nombreuses perspectives des aliments transformes et la santé humaine.

## 1. Objectif :

Notre étude consiste à suivre l'effet de variation des doses d'extrait aqueux de *Thymus vulgaris* récolté dans la région de SETIF sur la qualité physicochimique, microbiologique, et organoleptique d'un lait fermenté alicament type yaourt ferme durant 21 jours de conservation au froid à 4 °C.

## 2. Région de prélèvement du matériel végétale :

Le matériel végétal objet de l'étude le Thym (*Thymus vulgaris*) a été prélevé le mois de Mars 2017, dans la Wilaya de SETIF. Un échantillon de 2 à 3 kg pris uniquement sur la partie aérienne de l'espèce étudiée a été récolté d'une manière aléatoire dans la région de la Wilaya de l'étude.

## 3. Traitement de l'échantillon :

La matière végétale prélevée de la région d'étude a 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 à température ambiante et à l'abri de l'humidité, pour des utilisations ultérieures.

**Figure 07** .Thymus vulgaris traitée

## 4. Extraction :

### 4 -1. Solvant d'extraction ;

Le solvant utilisée pour faire l'extraction est l'hexane. Le principe de la méthode consiste à libérer les principaux composes bioactifs contenus dans le thym avec un mélange, d'hexane /Eau à (80/20 v/v) **(Vinson et al ., 2001 )**.

**4 -2. Méthode d'extraction :**

Pour l'extraction des principaux composés bioactifs contenus dans le *Thymus vulgaris,* on a opté pour la méthode d'extraction discontinue solide-liquide par macération, qui consiste à laisser tremper le broyat de *Thymus vulgaris* **(10g)** dans un mélange d'hexane et eau à (80/20 v/v) à température ambiante avec agitation pendant 6h.

Enfin d'extraction le mélange est filtré sur papier filtre Wattman et à extraire les constituants solubles par évaporation du solvant sous vide à **45C° (Macheik, 1990).** Les extrais aqueux de thym sont enfin récupérées et orienté à des fins d'analyse (figure 8 ).

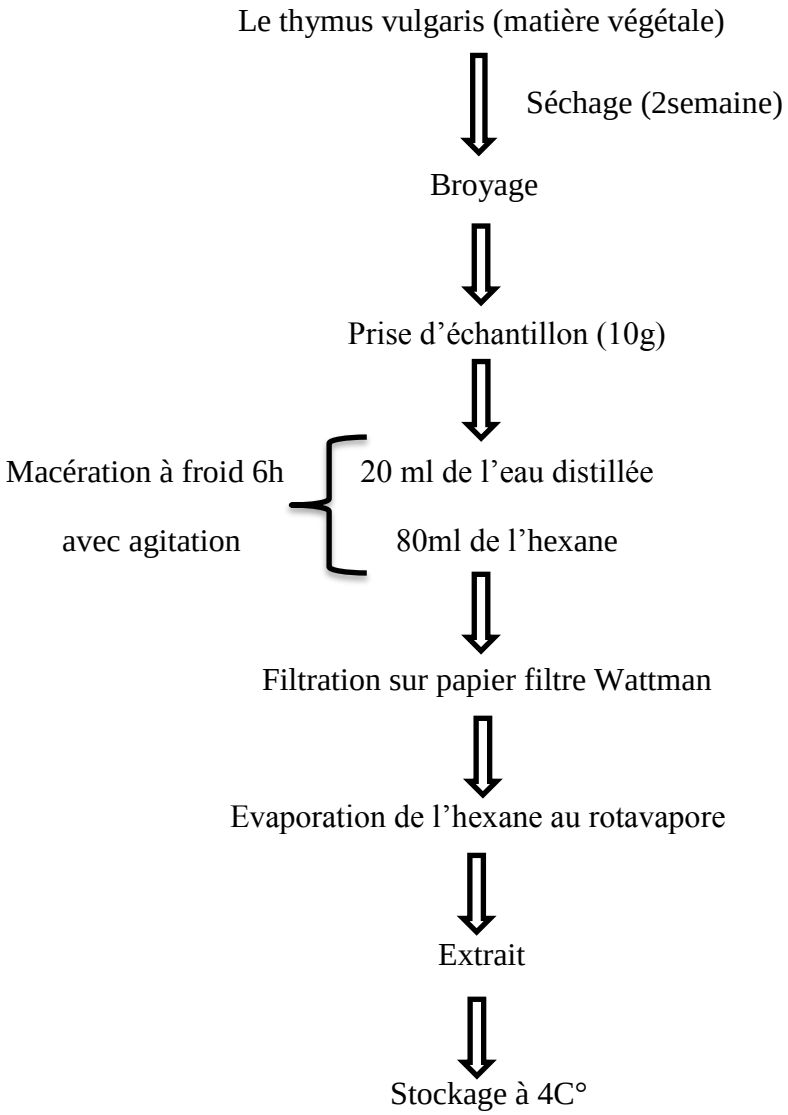



**Figure 08**. Diagramme d'extraction à l'hexane des principes actifs de *thymus vulgaris* **(Macheik, 1990).**

## 5- Préparation des levains

Le lait destiné à la fabrication du levain est reconstitué à partir d'une poudre de lait écrémé à raison de (130g/l).Le lait est ensuit pasteurisé à 100°C durant 2 minutes, puis refroidi à 45°C.

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

Le levain prés à l'emploi avec un rapport de souches de 2 *Streptococcus thermophilus* pour 1 *Lactobacillus bulgaricus* (2S/1L, v/v) est incorporé dans les laits destinés à la fabrication des laits fermentés alicaments à un taux de 3% (3ml de levain dans 100 ml de lait (figure 9).

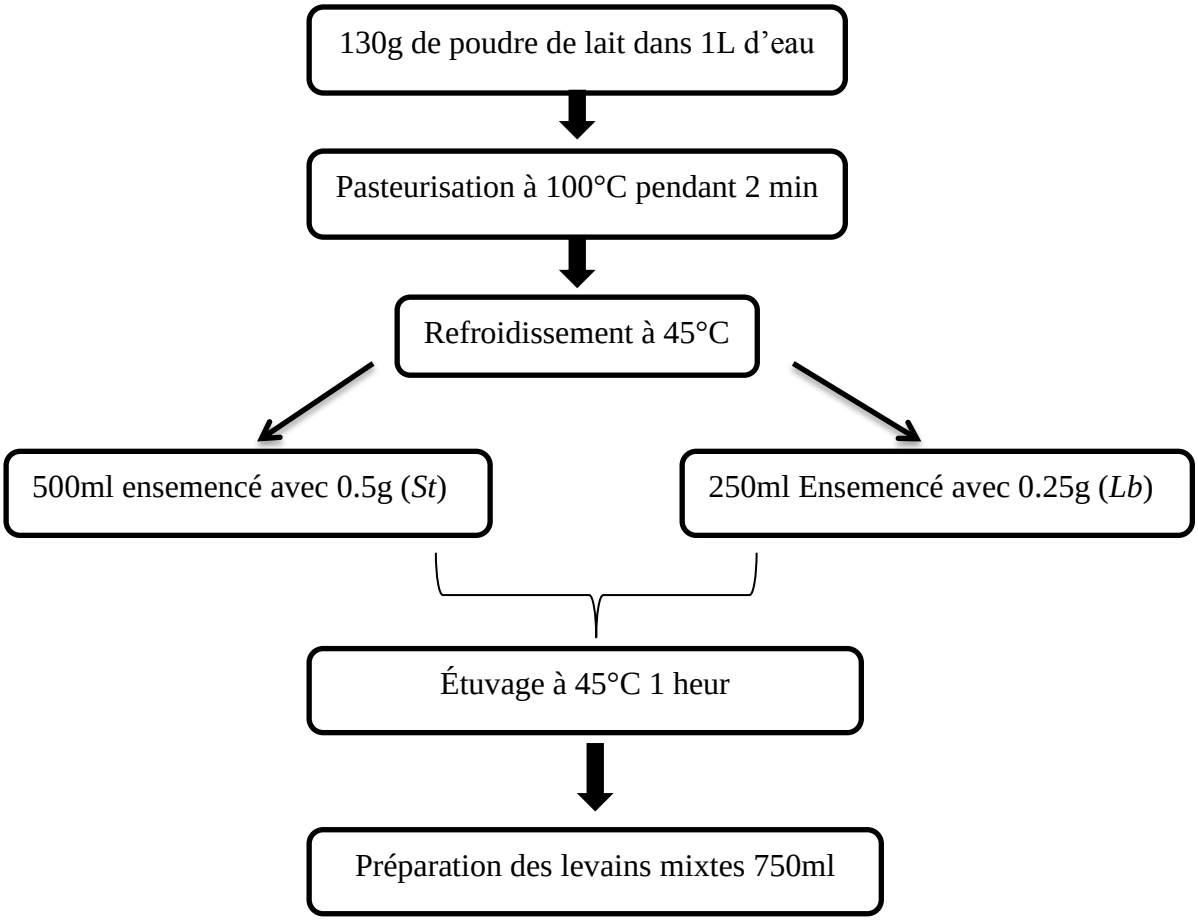



**Figure 09** : Diagramme de préparation de levain lactique.

## 6- Protocole expérimental

Le lait cru destiné à la fabrication des laits fermentés expérimentaux de type yaourt est un lait cru pasteurisé.

Le lait fermenté est préparé à partir d'un lait cru de vache pasteurisé fabriqué par l'unité GIPLAIT de Mostaganem .Une fois chauffé à 45°C, le lait est ensemencé avec un levain lactique à 3% et un rapport de souches de 2 *Streptococcus thermophilus* sur 1 *Lactobacillus bulgaricus* (2S/1L) .Aucun additif pouvant masquer les caractéristiques organoleptiques et rhéologiques n'est ajouté aux produits transformés (ni saccharose, ni arome, ni autres additifs).

Les extraits purs de thym sont ajouté au cours de la préparation de lait fermenté à un taux de 0, 2, 4, 6 et 8%, respectivement.

Les pots des différentes préparations sont sertis avec du papier aluminium et orientés la fermentation pendant 4 heures dans une étuve réglée à 45°C.Enfin de coagulation les échantillons sont conservés au froid à 4°C pendant 21 jours.

**Tableau 03 :** Condition de préparation lait fermenté expérimentaux

| | **Ech1 (témoin)** | **Ech 2** | **Ech 3** | **Ech 4** | **Ech 5** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Quantité de lait** | 100 ml | 100ml | 100ml | 100ml | 100ml |
| **Quantité de levain** | 3% | 3% | 3% | 3% | 3% |
| **Taux d'incorporation d'extrait** | 0 | 2ml | 4ml | 6ml | 8ml |
| **Nombre de pots** | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

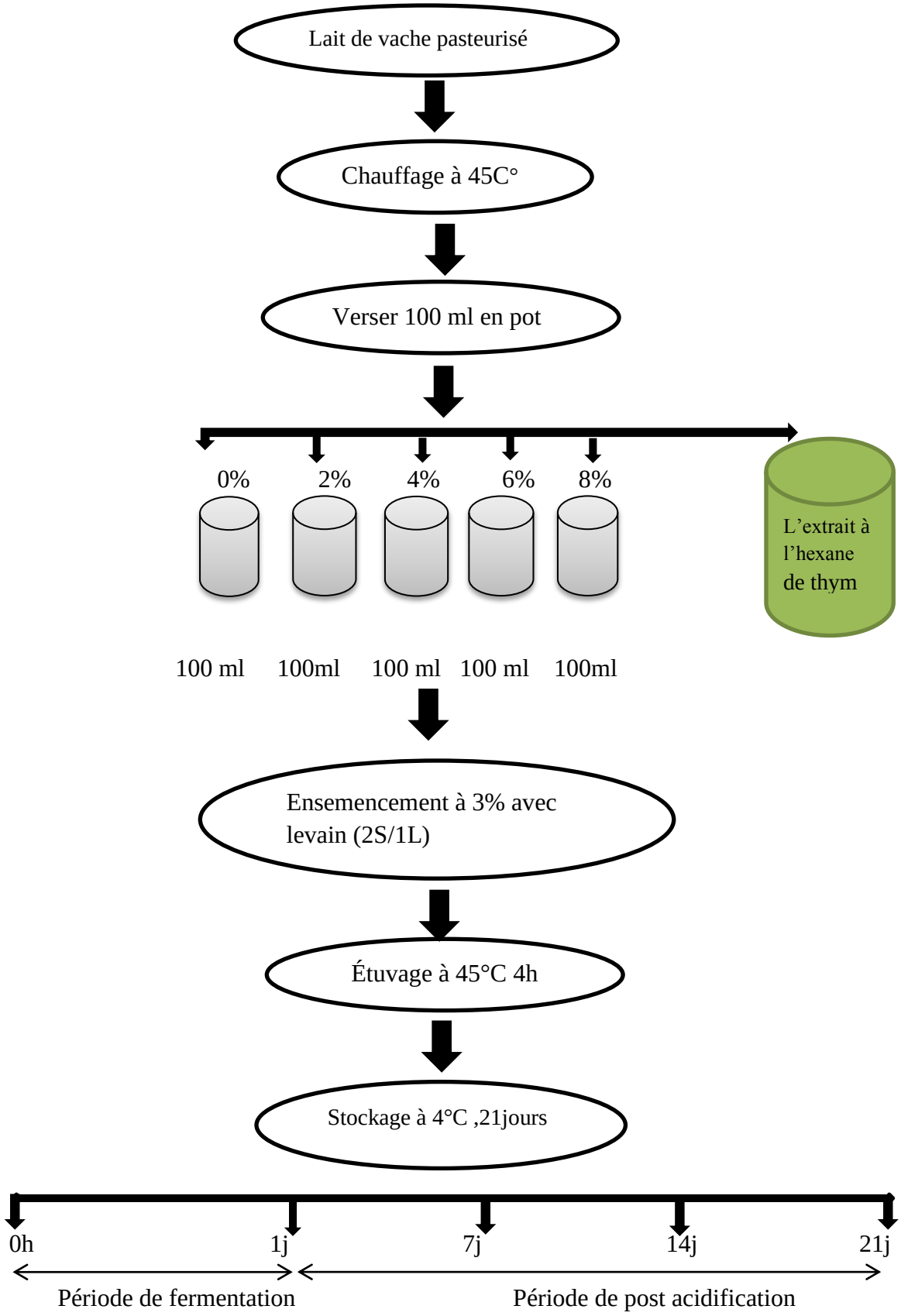



**Figure 10 .** Diagramme de fabrication du yaourt fermenté.

7- **Analyses expérimentales.**

**7-1 Analyses physicochimiques**

**7-1-1 Acidité :**

L'acidité est déterminée d'une façon précise par titration de 10 ml d'une prise de yaourt à l'aide d'une soude caustique NaOH préparée à 1/9 N en présence de 4 à5 gouttes de phénophtaléine**.**

**7-1-2 pH**

Le dosage du pH est réalisé par un pH-mètre étalonné par des solution base et acide **(Milkas,1993)**

**7-1-3 Viscosité**

La viscosité est établie par l'utilisation d'un tube en verre de 15 mm de diamètre sur 15 cm de longueur équipé d'un chronomètre et d'une bille normalisé. La viscosité est déterminée par la formule : v =k(c1-c2)xT.

**7-2 Analyses microbiologiques**

**7-2-1 Préparation de l'échantillon et des dilutions**

Pour les analyses microbiologiques, la solution mère est préparée en introduisant 1ml de yaourt dans 9ml de peptone saline. Ensuite des dilutions (10-1, 10-2, 10-3,10-4, 10-5) sont effectuées en diluant 1ml de la solution dans 9ml de tryptone-sel pour le dénombrement de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacicillus bulagaricus* . (Fgure11**).**

- ***Streptococcus thermophils*** : le dénombrement des germes est réalisé par culture d'une prise de dilution sur un milieu de culture sélectif (M17) incubé à 37°C pendant 48 heures.
- ***Lactobacillus bulgaricus*** : le dénombrement des germes est réalisé par culture d'une prise de dilution sur un milieu de culture sélectif (MRS) incubé à 45°C pendant 72 heures.

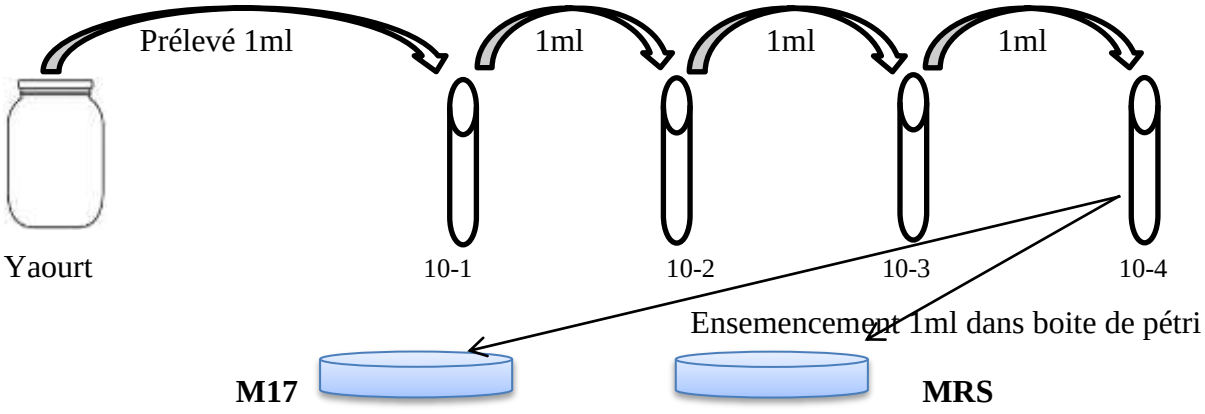



**Figure 11.** Méthodes de dilution et l'isolement

**8. Teste organoleptique**

**8-1 Les sujets**

Le panel était composé de 10 panelistes de (sexe féminin) âgé entre 22 et 30 ans.

**8-2 Environnement de la dégustation**

Il est demandé au panélistes d'apprécier la qualité des produits ( selon une échelle de notation variable de (1 à 10 ) selon les critères suivants :

- **Goût 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.
- **Goût de fraicheur** : Consiste à apprécier l'ampleur de la sensation de fraicheur lors de la mise en bouche du produit.
- **Goût piquant** : Le panéliste est appelé a apprécier la possibilité de sensation d'un goût piquant.
- **Cohesivité** : Consiste à déterminer la capacité maximale de déformation de l'échantillon avant de se rompre lorsqu'il est écrasé entre les doigts.
- **Adhésivité** : exprime l'intensité dès la forces inter faciales développées entre la surface de coagulum et la surface d'une cuillère lors d'une prise du produit.
- **Odeur** : Le panéliste doit vérifier s'il ya un dégagement d'une odeur de pétrification des produits lors de la conservation au froid à 4°C.
- **Couleur** : Consiste à apprécier le niveau d'acceptabilité de la couleur des produits par les consommateurs

**9- Traitement statistiques**

Les résultats paramétriques vont être traités statistiquement par une analyse de variance mono factorielle en randomisation , suivie d'une comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Newman et Beuls.

Pour le test organoleptique les résultats vont être statistiquement traités par le test non paramétrique de Fridman (Stat Box 6 .4).

## Partie 3 : RESULTATS & DISCUSSION

### 1. Résultats :

### 1.1. Analyses physico-chimiques :

#### 1.1.1. PH

Les résultats d'effets des extraits de thym sur le pH du lait fermenté au cours de la période de post acidification figurent dans la (figure 10).

En général durant toute la période de la fermentation et de post acidification, les valeurs de PH marquent une évolution décroissante de 6,46 à 4,49 en moyenne **(Figure 12).**

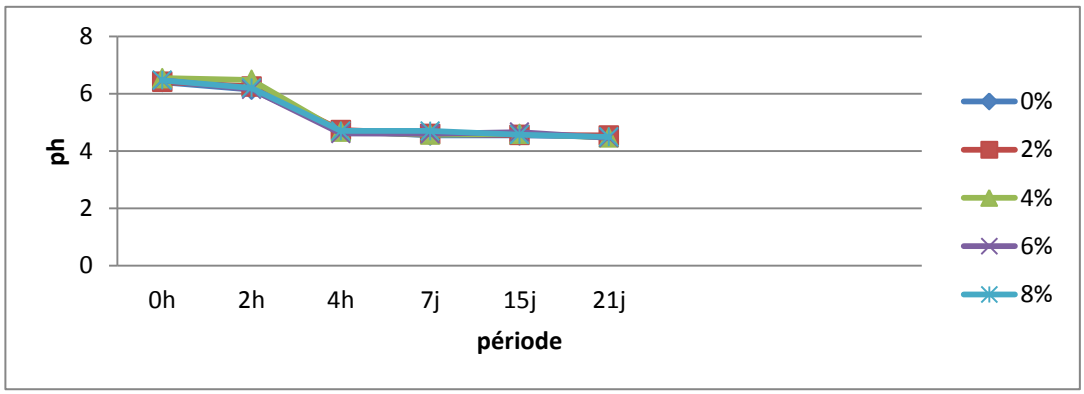



**Figure 13.** Evolution du pH des laits fermentés additionnées d'extraits au l'hexane de thym.

Au cours de cette période les valeurs moyenne de pH varient de (4.70 à 4.61) de (4.54 à 4.57) de (4.54 à.4.62) et de (4.5 à 4.49) durant le 1èr, 7$^{eme}$ ,14$^{eme}$ et 21$^{eme}$ jour de stockage des produits, successivement.

L'analyse de variance montre l'effet doses d'incorporation d'extrait au l'héxane de *Thymus vulgaris* sur les variations de PH dans les laits fermentés durant la période de fermentation et la 1$^{er}$ jusque la 3$^{éme}$ semaine de la période de post acidification.

Aussi, le PH des produits double nettement ($p<0.01$) augmenter durant ces périodes avec l'augmentation d'extrait de Thym dans les produits **(Tableau 1).**

**Tableau 04.** Evolution du PH des laits fermentés additionnées d'extraits au l'hexane de thym.

| Facteur étudiés / Période | | Doses d'Extrait au l'hexane de thym incorporées | | | | | | Effets d'Extrait au l'hexane de Thym |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0% | 2% | 4% | 6% | 8% | Moyenne de moyennes | |
| Fermentation | 0h | 6,40 $^{c}$ ± 0,015 | 6,41 $^{c}$ ± 0,035 | 6,54$^{a}$ ± 0,015 | 6,46 $^{b}$ ± 0,01 | 6,47 $^{b}$ ± 0 ,006 | 6,46 | HS (p<0.01) |
| | **2h** | 6 ,14 $^{b}$ ± 0,12 | 6,25 $^{b}$ ± 0,05 | 6,48 $^{a}$ ± 0,006 | 6,15 $^{b}$ ± 0,012 | 6,20 $^{b}$ ± 0,012 | 6,25 | HS (p<0.01) |
| | **4h** | 4 ,70 $^{a}$ ± 0,06 | 4,73 $^{a}$ ± 0,025 | 4.67$^{a}$ ± 0,006 | 4.61 $^{b}$ ± 0,006 | 4.70 $^{a}$ ± 0,021 | 4,69 | HS (p<0.01) |
| Post acidification (4°c) | **7$^{éme}$ J** | 4,54 $^{c}$ ± 0,011 | 4,60 $^{b}$ ± 0,051 | 4,57 $^{b}$ ± 0,012 | 4,60 $^{b}$ ± 0,006 | 4,57 $^{a}$ ± 0,031 | 4,58 | HS (p<0.01) |
| | **15$^{éme}$ J** | 4,54 ± 0,04 | 4,56 ± 0,03 | 4,60 ± 0,025 | 4,66 ± 0,031 | 4,62 ± 0,076 | 4,6 | NS (p>0.05) |
| | **21$^{éme}$ J** | 4,50 $^{a}$ ± 0,02 | 4,54 $^{a}$ ± 0,01 | 4,47 $^{b}$ ± 0,006 | 4,46 $^{b}$ ± 0,12 | 4,49$^{a,b}$ ± 0,05 | 4,49 | HS (p<0.01) |
| | **Moyennes** | 5 ,13 | 5 ,18 | 5,22 | 5,15 | 5,17 | | |

**Les résultats sont représentés en valeurs moyennes suivies des écarts types respectives, HS : Effet hautement significatif du facteur étudié taux d'extrait au l'hexane de *Thymus vulgaris*, h : heurs, *J* : Jours, a,b,c,d,e : Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Neweuman et Keuls.**

### 1.1.2. L'acidité Dornic :

Au cours de la phase de fermentation, l'évolution de l'acidité des laits fermentés est caractérisée par une augmentation croissante de 17,80 °D en moyenne au 0h à 49,6°D au 1$^{er}$ jr.

Au cours de la phase de la post acidification, l'évolution de l'acidité des laits fermentés est caractérisée par une augmentation à 47,66 °D en moyenne au 7$^{éme}$ jour, à 69,06 °D au 15$^{éme}$ jour, puis à 84,66 °D au 21$^{éme}$ jour de la période de conservation. **(Figure 13).**

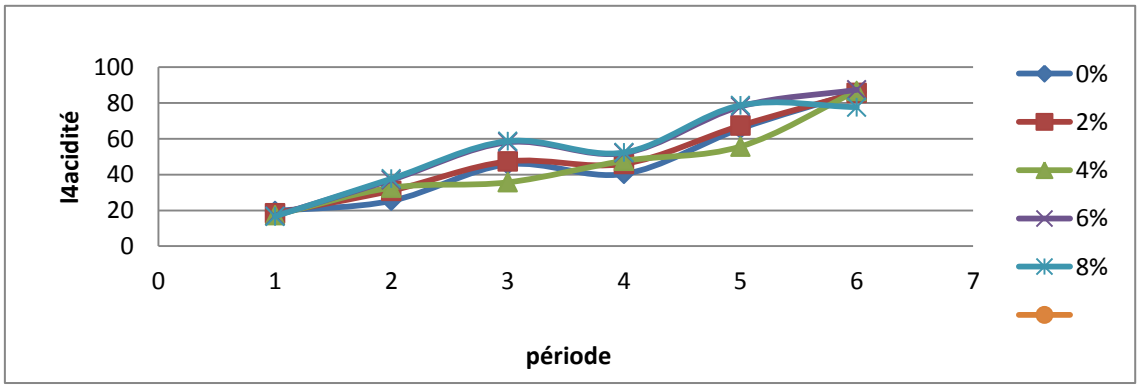



**Figure 13.** Evolution de l'acidité Dornic des laits fermentés additionnées d'extraits de thym.

Egalement, ces valeurs s'avèrent diminuer avec les doses de thym incorporées lors de la préparation des produits. Soit des valeurs qui variant de 47,10 à 49,29 à 45,93 à 71,33 et à 67,17 °D en moyenne pour les doses 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 taux de thym incorporés sur la variation de la moyenne de l'acidité des laits fermentés au 1er, 7éme, 15éme et 21éme jour de la période de fermentation et de post acidification. **(Tableau 2).**

**Tableau 05.** Evolution de l'acidité Dornic des laits fermentés additionnées d'extraits de thym.

| Facteur étudiés / Période | | Doses d'Extrait au l'hexane de thym incorporées | | | | | | Effets d'Extrait au hexane de Thym |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0% | 2% | 4% | 6% | 8% | Moyenne des moyennes | |
| Fermentation | 0h | $19,66^{a} \pm 0,57$ | $18,33^{a, b} \pm 0,52$ | $17,33^{b} \pm 0,57$ | $17,00^{b} \pm 1$ | $16,66^{b} \pm 0,57$ | 17,8 | HS (p<0.01) |
| | 2h | $25,33^{d} \pm 0,57$ | $31,00^{c} \pm 0$ | $32,66^{b} \pm 0,57$ | $37,00^{a} \pm 0$ | $37,66^{a} \pm 0,57$ | 32,66 | HS (p<0.01) |
| | 4h | $45,66^{b} \pm 0,577$ | $47,33^{b} \pm 0,577$ | $35,66^{c} \pm 4,16$ | $58,00^{a} \pm 0$ | $58,66^{a} \pm 0,577$ | 49,06 | HS (p<0.01) |
| Post acidification (4°c) | 7éme J | $40,33^{d} \pm 0,57$ | $46^{a, c} \pm 0$ | $47,66^{b} \pm 0,57$ | $52^{a} \pm 0$ | $52,33^{a} \pm 0,57$ | 47,66 | NS (p<0.05) |
| | 15éme J | $65,66^{b} \pm 0,57$ | $67,33^{b} \pm 0,57$ | $55,66^{c} \pm 4,16$ | $78^{a} \pm 0$ | $78,66^{a} \pm 0,57$ | 69,06 | HS (p<0 ,01) |
| | 21éme J | $86^{a} \pm 3,60$ | $85,66^{a} \pm 3,05$ | $86,66^{a} \pm 4,04$ | $87,33^{a} \pm 2,08$ | $77,66^{b} \pm 3,21$ | 84,66 | HS (p<0.01) |
| | Moyennes | 47,10 | 49,29 | 45,93 | 71,33 | 67,17 | | |

**Les résultats sont représentés en valeurs moyennes suivies des écarts types respectives, S : Effet significatif du facteur étudié taux d'extrait au méthanol de *Thymus vulgaris*HS : Effet hautement significatif du facteur étudié taux d'extrait au méthanol de *Thymus vulgaris*, h : heurs J: Jours, a,b,c,d,e : Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Neweuman et Keuls.**

### 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 121,30 p/s de 1er jour à 568,69**kg.m$^{-1}$.s$^{-1}$** de 21éme jours de la période de conservation (**Figure14).**

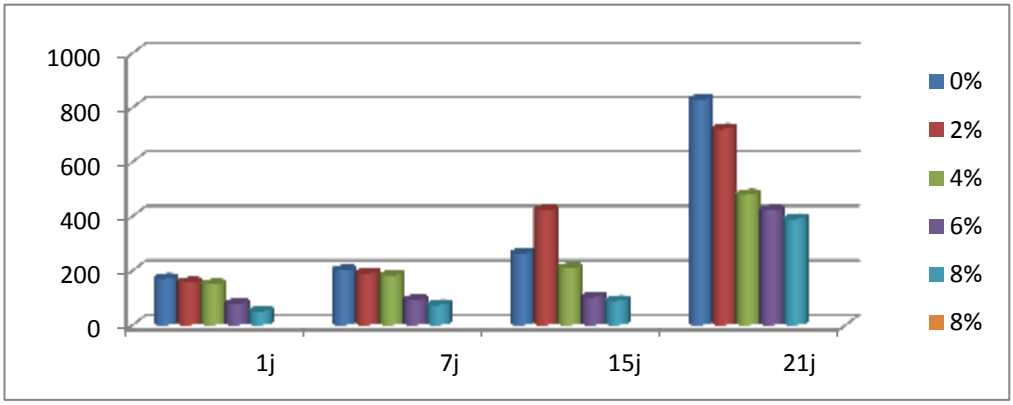



**Figure14.** Evolution de la viscosité (**kg.m$^{-1}$.s$^{-1}$**) des laits fermentés additionnées d'extraits de thym au l'hexane.

En outre il est observé une relation inversement proportionnelle ($p<0.01$) des valeurs de la viscosité avec l'augmentation des taux d'incorporation de Thym de 0, à 2, à 4, à 6, et à 8%, lors de la préparation des produits ; les moyennes ont varié de 366,21, à 373,20, à 255,40, à 380,45 et à 311,93 **kg.m$^{-1}$.s$^{-1}$**, successivement (**Tableau 3).**

**Tableau 06.** Variation de la viscosité des laits fermentés additionnées l'extraits de thym.

| **Facteur étudiés** / **Périodes** | | **Doses d'Extrait au l'hexane de thym incorporées** | | | | | | **Effets d'Extrait au Méthanol de Thym** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0%** | **2%** | **4%** | **6%** | **8%** | **Moyenne des moyennes** | |
| **Post acidification (4°c)** | **1$^{er}$ J** | 170,40a ± 0,131 | 156,92$^{b}$ ± 0,02 | 149,95$^{c}$ ± 0,025 | 78,537$^{d}$ ± 0 ,035 | 50,71$^{e}$ ± 0,021 | 121,307 | HS ($p<0.01$) |
| | **7$^{éme}$ J** | 201,66$^{a}$ ± 0,03 | 190,99$^{b}$ ± 1,146 | 182,46c ± 0,01 | 92,91$^{d}$ ± 0,01 | 74, 36$^{e}$ ± 0,01 | 148,477 | HS ($p<0.01$) |
| | **15$^{éme}$ J** | 263,50$^{b}$ ± 0,072 | 423,03$^{a}$ ± 195,439 | 209 ,54$^{b}$ ± 0,01 | 103,46$^{b}$ ± 0,549 | 89,24$^{b}$ ± 0,036 | 217,557 | HS ($p<0.01$) |
| | **21$^{éme}$ J** | 829,31$^{a}$ ± 0,01 | 721,87$^{b}$ ± 0,021 | 479,68$^{c}$ ± 0,02 | 422,167$^{d}$ ± 0,115 | 390,453$^{e}$ ± 0,006 | 568,697 | HS ($p<0.01$) |
| | **Moyennes** | 366,21 | 373,20 | 255,40 | 380,45 | 311,93 | | |

**Les résultats sont représentés en valeurs moyennes suivies des écarts types respectives, HS : Effet hautement significatif du facteur étudié taux d'extrait au l'hexane de *Thymus vulgaris*, J: Jours, a,b,c,d,e : Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Neweuman et Keuls.**

**2- Analyse microbiologique**

***2-1 Streptococcus thermophilus :***

La figure15 illustre l'évolution du nombre de *Streptococcus thermophilus*dans les laits fermentés additionnés d'extraits au l'hexane de thym à différents doses au cours de la période de post acidification.

Au cours des deux périodes de fermentation et de post acidification le nombre des germes ***Streptococcus thermophilus*** connait une augmentation de $25.10^4$ à $161.10^4$ UFC/ml en moyenne de 0h jusqu' au 15$^{éme}$ jour, puis diminue à $52.10^4$ UFC/ml au 21 jours de la période de conservation (**Figure 15).**

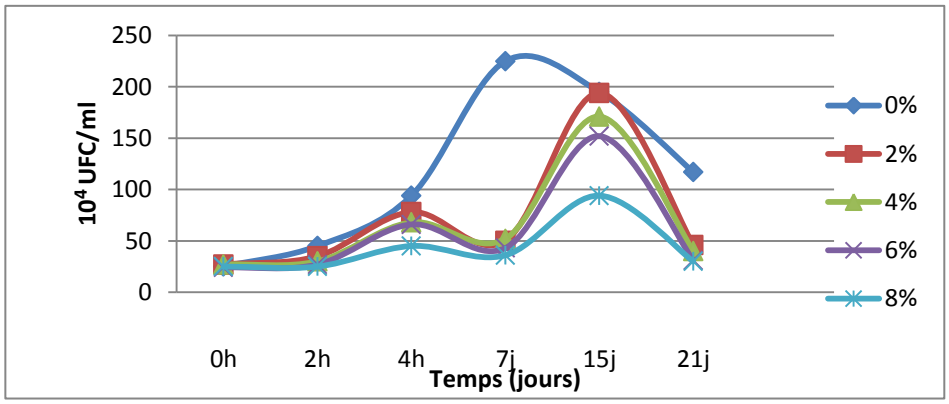



**Figure 15.** Evolution du nombre de *Streptococcus thermophilus (*N.$10^4$ UFC/ml*)* des laits fermentés additionnées d'extraits au l'hexane de thym.

Du 1$^{ér}$, au 7$^{eme}$ au 14$^{eme}$ et 21$^{eme}$ jours de la période de post acidification ,l'accroissement du nombre de *Streptococcus thermophilus* connait une diminution remarquable de $116.10^4$ à $71.10^4$ à $65.10^4$ à $57.10^4$ et $43.10^4$ UFC/ml respectivement avec des variations de 0,2,4,6 et 8% d'extrait de thym .

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 signification ($p<0.01$) des taux d'incorporation d'extrait de Thym dans les laits fermentés (**Tableau4).**

**Tableau 07.** Evolution du nombre de *Streptococcus thermophilus* (N.$10^4$ UFC/ml) des laits fermentés additionnées d'extraits au l'hexane de thym

| Facteur étudiés / Périodes | | Doses d'Extrait au l'hexane de thym incorporées | | | | | | Effets d'Extrait au l'héxane de Thym |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0% | 2% | 4% | 6% | 8% | Moyenne des moyennes | |
| Fermentation | **0h** | $25^{a, b}$ | $27^{a}$ | $27^{a}$ | $24^{c}$ | $25^{b}$ | 25 | S ($p<0.05$) |
| | **2h** | $45^{a}$ | $35^{b}$ | $30^{c}$ | $27^{d}$ | $25^{e}$ | 32 | HS ($p<0.01$) |
| | **4h** | $94^{a}$ | $78^{b}$ | $68^{c}$ | $66^{d}$ | $45^{e}$ | 70 | HS ($p<0.01$) |
| Post acidification (4°c) | **$7^{éme}$ J** | $225^{a}$ | $50^{b}$ | $52^{b}$ | $43^{c}$ | $36^{c}$ | 81 | HS ($p<0.01$) |
| | **$15^{éme}$ J** | $195^{a}$ | $194^{b}$ | $171^{c}$ | $152^{d}$ | $94^{e}$ | 161 | S ($p<0.05$) |
| | **$21^{éme}$ J** | $117^{a}$ | $46^{b}$ | $40^{c}$ | $31^{d}$ | $30^{e}$ | 52 | HS ($p<0.01$) |
| | **Moyennes** | 116 | 71 | 65 | 57 | 43 | | |

**Les résultats sont représentés en valeurs moyennes suivies des écarts types respectives, HS : Effet hautement significatif du facteur étudié taux d'extrait au l'hexane de *Thymus vulgaris*, S: Effet significatif du facteur étudié taux d'extrait au l'hexane de *Thymus vulgaris*, UFC: unité formant colonie , h: heurs , J: Jours, a,b,c,d,e: Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Neweuman et Keuls.**

### 1.2.2. *Lactobacillus bulgaricus :*

Le nombre des germes ***Lactobacillus bulgaricus*** évolue de 18.$10^4$ UFC/ml à 0h jusqu' à 50.$10^4$ UFC/ml en moyenne au 15éme jour, puis diminue à 33.$10^4$ UFC/ml à la fin d'entreposage des produits au 21éme jour **(Figure 16).**

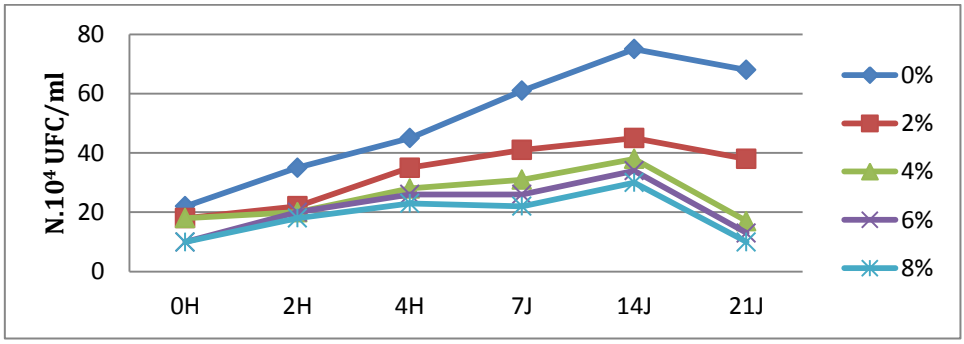



**Figure 16.** Evolution du nombre de *Lactobacillus bulgaricus* (N.$10^4$ UFC/ml) des laits fermentés additionnées d'extraits au l'hexane de thym.

Globalement, l'évolution des valeurs moyennes des germes *Lactobacillus bulgaricus* est caractérisée par une diminution de $58.10^4$ à $17.\ 10^4$ UFC/ml avec des variations De 0 à 8% du 1er à la fin de la période de post acidification (Figure 16).

L'analyse de variance sur l'évolution du nombre de ***Lactobacillus bulgaricus*** dans les produits montre un effet hautement signification des taux d'incorporation d'extrait de Thym au cours de deux périodes de l'étude (de fermentation et de post acidification) **(Tableau5).**

**Tableau 08.** Evolution du nombre de *Lactobacillus bulgaricus* (*N.$10^4$ UFC/ml)* des laits fermentés additionnées d'extraits au l'hexane de thym.

| Facteur étudiés / Périodes | | Doses d'Extrait au l'hexane de thym incorporées | | | | | | Effets d'Extrait au l'héxane de Thym |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0% | 2% | 4% | 6% | 8% | Moyenne des moyennes | |
| Fermentation | 0h | 22[a] | 21[b] | 20[b] | 14[c] | 12[c] | 18 | HS (p<0.01) |
| | 2h | 55[a] | 32[b] | 24[c] | 10[c] | 10[d] | 26 | HS (p<0.01) |
| | 4h | 55[a] | 50[b] | 49[c] | 34 | 17[e] | 41 | HS (p<0.01) |
| Post acidification (4°c) | 7éme J | 68[a] | 41[b] | 31[c] | 26[d] | 22[e] | 38 | HS (p<0.01) |
| | 15éme J | 85[a] | 55[b] | 48[c] | 34[d] | 30[e] | 50 | HS (p<0.01) |
| | 21éme J | 68[a] | 42[b] | 22[c] | 17[d] | 14[e] | 33 | HS (p<0.01) |
| | Moyennes | 58 | 40 | 32 | 22 | 17 | | |

**Les résultats sont représentés en valeurs moyennes suivies des écarts types respectives, HS : Effet hautement significatif du facteur étudié taux d'extrait au hexane de *Thymus vulgaris,* UFC: Unité formant colonie, h: heurs, *J* : Jours, a,b,c,d,e: Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Neweuman et Keuls.**

### 1.3. Tests organoleptiques :

#### 1.3.1. Goût acide :

Durant les 1$^{er}$ ,7$^{eme}$ et 21 jours de la période de post acidification, les panelistes n'ont pas trouvé de différence de goût dans l'acidité des produits sans et avec extrait de Thym ($p<0.01$) ; 31 à 31,9 à 23,6 moyenne des somme des rangs.

Toutefois, au 15$^{éme}$ jour de conservation, les échantillons préparés à 6 et 8% d'extrait de Thym s'avèrent meilleurs que le témoin ($p<0.05$) ; 32,4 somme des rangs ,21,12 pour le yaourt sans additif. (**Figure 17) (Tableau 6).**

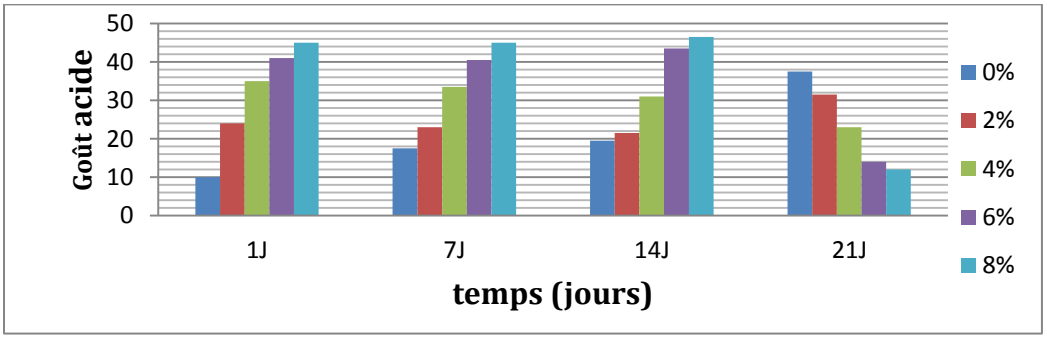



**Figure 17.** Variation sensorielle du gout acide (somme des rangs) des laits fermentés additionnées d'extraits au l' hexane de *Thymus vulgaris*.

**Tableau 09.** Variation sensorielle du gout acide (somme des rangs) des laits fermentés additionnées d'extraits au l'hexane de *Thymus vulgaris*.

| **Facteurs étudiés** / **Périodes** | | **Doses d'Extrait au hexane de thym incorporées** | | | | | | **Effets d'Extrait au hexane de Thym** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0%** | **2%** | **4%** | **6%** | **8%** | **Moyenne des moyennes** | |
| **Post acidification (4°c)** | **1$^{er}$ J** | 10a | 24c | 35b | 41a | 45a | 31 | HS ($p<0.01$) |
| | **7$^{éme}$ J** | 17,5c | 23c | 33,5b | 40,5a | 45$^{a}$ | 31,9 | HS ($p<0.01$) |
| | **15$^{éme}$ J** | 19,50$^{d}$ | 21,5$^{d}$ | 31$^{c}$ | 43,5$^{b}$ | 46,5$^{a}$ | 32,4 | NS ($p>0.05$) |
| | **21$^{éme}$ J** | 37,50$^{a}$ | 31,50$^{b}$ | 23$^{b}$ | 14$^{c}$ | 12$^{c}$ | 23,6 | HS ($p<0.01$) |
| | **Moyennes** | 21,12 | 25 | 30,62 | 30,62 | 37 | | |

**Les résultats sont représentés en valeurs moyennes suivies des écarts types respectives, HS : Effet hautement significatif du facteur étudié taux d'extrait au l'hexane de *Thymus vulgaris*, NS : Effet non significatif du facteur étudié taux d'extrait au hexane de *Thymus vulgaris*h : heurJ: Jours, a,b,c : Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Neweuman et Keuls.**

### 1.3.2. Cohésivité :

Au 1er , comme au 7éme, 15éme et 21éme jour de post acidification la cohésivité des laits fermentés semble diminué en fonction des différents doses d'extrait au hexane de Thym incorporé dans la préparation ($p<0.01$), soit une baisse des sommes des rang en moyenne, de 15.53, à 21.27, à 28.21, à 38.55 et à 33.25 en fonction des doses d'extraits de Thym variable (de 0, à 2, à 4, à 6, et à 8%) respectivement dans les produits **(Figure 18)** (**Tableau 7).**

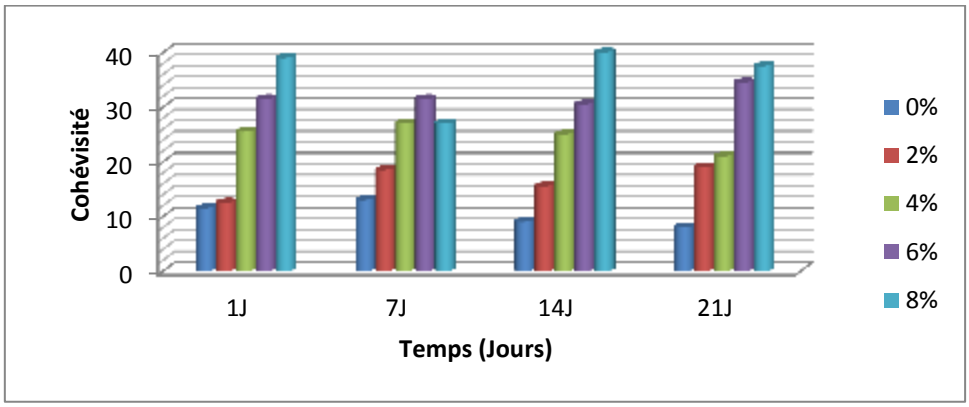



**Figure 18.** Variation de la cohésivité (somme des rangs) des laits fermentés additionnées d'extraits au l'hexane de *Thymus vulgaris*.

**Tableau 10.** Variation de la cohésivité (somme des rangs) des laits fermentés additionnées d'extraits au l'hexane de *Thymus vulgaris*.

| Facteur étudiés / Périodes | | Doses d'Extrait au l'hexane de thym incorporées | | | | | | Effets d'Extrait au l'hexane de Thym |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0% | 2% | 4% | 6% | 8% | Moyenne des moyennes | |
| Post acidification (4°c) | 1er J | 10, d | 20,1c | 32 ,5b | 43,50a | 46,5a | 37 | HS (p<0.01) |
| | 7éme J | 28,5b | 25,5b | 29b | 30,30 b | 40,8a | 32,8 | HS (p<0.01) |
| | 15éme J | 12,5e | 19,50d | 30,4c | 40,40b | 40 ,75a | 31,5 | HS (p<0.01) |
| | 21éme J | 11,15e | 20d | 20,95c | 40 b | 4,95a | 30,1 | HS (p<0.01) |
| | Moyennes | 15,53 | 21,27 | 28,21 | 38,55 | 33,25 | | |

**Les résultats sont représentés en valeurs moyennes suivies des écarts types respectives, HS : Effet hautement significatif du facteur étudié taux d'extrait au hexane de *Thymus vulgaris*, h : heurs,J : Jours, a,b,c,d: Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Neweuman et Keuls.**

### 1.3.3. Adhésivité :

Au premier jour de la conservation les dégustateurs ont qualifié l'adhésivité du témoin de meilleur ; avec des moyennes des sommes des rangs de 11 pour le témoin, contre 20 ; 35,5 ; 40,35 et 40.30 pour les doses incorporées d'extrait au hexane de Thym de 2, 4, 6 et 8% respectivement.

Au 7$^{éme}$ et 15$^{éme}$ jour les dégustateurs ont aussi qualifié l'adhésivité du témoin de meilleur ; alors qu'au 7éme jour, les panelistes n'ont trouvé aucune distinction entre les échantillons testés (**Figure 19).**

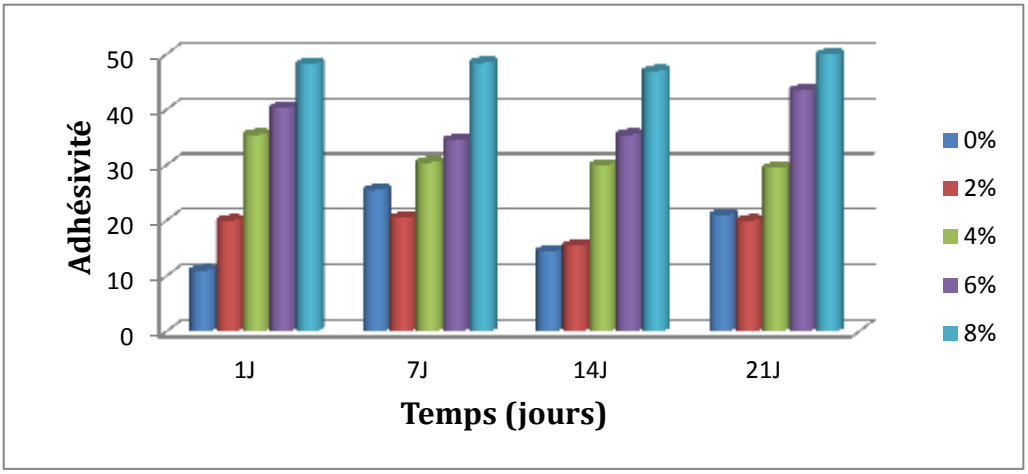



**Figure 19.** Variation de l'adhésivité (somme des rangs) des laits fermentés additionnées d'extraits au hexane de *Thymus vulgaris*.

Pendant toutes la période de post acidification, l'adhésivité à tendance à diminuer avec l'augmentation de la dose d'extrait de Thym dans les produits ($p<0.01$) ; soit des moyennes des sommes des rangs qui varient en moyenne respectivement de 18, à 19, à 31,37, à 40,46 et à 45,45 pour les doses incorporées d'extrait au hexane de Thym de 2, 4, 6 et 8%.

L'analyse de variance sur l'évolution de l'adhésivité des produits additionnés d'extrait au hexane de Thym démontre toutefois un effet hautement signification au cours de 1$^{er}$ jusqu'un 21$^{éme}$jour de la période expérimentale (**Tableau 11).**

**Tableau 11.** Variation de l'adhésivité (somme des rangs) des laits fermentés additionnées d'extraits au l'hexane de *Thymus vulgaris*.

| Facteur étudiés / Périodes | | Doses d'Extrait au hexane de thym incorporées | | | | | | Effets d'Extrait au l'hexane de Thym |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0% | 2% | 4% | 6% | 8% | Moyenne des moyennes | |
| Post acidification (4°c) | 1er J | $11^{d}$ | $20^{c}$ | $35,5^{b}$ | $40,35^{a}$ | $40,30^{a}$ | 36 | HS (p<0.01) |
| | 7éme J | $25,5^{cd}$ | $20,5^{d}$ | $30,5^{b\,c}$ | $34,5^{b}$ | $48,5^{a}$ | 31,9 | HS (p<0.01) |
| | 15éme J | $1\ 4,5^{d}$ | $15,5^{d}$ | 30c | $43,5^{b}$ | $47^{a}$ | 30,1 | HS (p<0.01) |
| | 21éme J | $21^{d}$ | $20^{d}$ | $29,5^{c}$ | $43,5^{b}$ | $50^{a}$ | 32 ,8 | HS (p<0.01) |
| | Moyennes | 18 | 19 | 31,37 | 40,46 | 45,45 | | |

**Les résultats sont représentés en valeurs moyennes suivies des écarts types respectives, HS : Effet hautement significatif du facteur étudié taux d'extrait au hexane de *Thymus vulgaris*, NS : Effet non significatif du facteur étudié,, h : heurs,J : Jours, a,b,c,d,e: Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Neweuman et Keuls.**

### 1.3.4. Arrière-goût :

Durant les 4 périodes de 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 d'extraits de Thym (**Figure 20).**

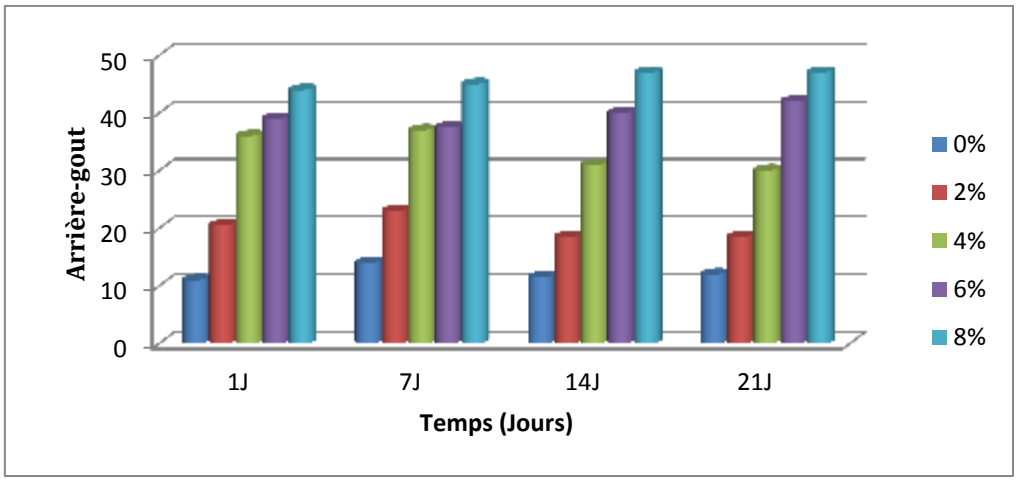



**Figure 20.** Variation de l'arrière-gout (somme des rangs) des laits fermentés additionnées d'extraits au hexane de *Thymus vulgaris*.

Apparemment , la sensation d'arrière-goût est d'autant plus développé que le niveau d'ajout d'extrait est fort dans les produits($p<0.01$), en effet , durant toute la période expérimentale, du 1er au 21 jour, la moyenne des sommes des rangs ont nettement augmenté de 12,12 à 20 ;12, à 24,63, à 39 ;37, et à 45,5 pour les taux variables (de 0, 2, 4, 6, et 8%) d'extrait de Thym dans les échantillons expérimentaux (**Tableau 12).**

**Tableau 12.** Variation de l'arrière-goût (somme des rangs) des laits fermentés additionnées d'extraits au hexane de *Thymus vulgaris*.

| **Facteur étudiés** / **Périodes** | | **Doses d'Extrait au hexane de thym incorporées** | | | | | | **Effets d'Extrait au hexane de Thym** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0%** | **2%** | **4%** | **6%** | **8%** | **Moyenne des moyennes** | |
| **Post acidification (4°c)** | **1er J** | $11^{d}$ | $20,50^{d}$ | $36^{b}$ | $39^{b}$ | $44^{a}$ | 30 ,1 | HS ($p<0.01$) |
| | **7éme J** | $14^{c}$ | $23^{b}$ | $37^{a}$ | $37,5^{a}$ | $45^{a}$ | 31,3 | HS ($p<0.01$) |
| | **15éme J** | $11,5^{e}$ | $18,50^{d}$ | $31^{c}$ | $42^{b}$ | $47^{a}$ | 30 | HS ($p<0.01$) |
| | **21éme J** | $12^{d}$ | $18,5^{d}$ | $30,05^{b}$ | $42^{a}$ | $46^{a}$ | 24 | HS ($p<0.01$) |
| | **Moyenne** | 12,12 | 20,12 | 24,63 | 39,37 | 45,5 | | |

**Les résultats sont représentés en valeurs moyennes suivies des écarts types respectives, HS : Effet hautement significatif du facteur étudié taux d'extrait au hexane de *Thymus vulgaris,* S : Effet significatif du facteur étudié taux d'extrait au hexane de *Thymus vulgaris,* h : heurs, *J* : Jours, a,b,c,d,e: Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Neweuman et Keuls.**

### 1.3.5. Couleur :

La couleur des laits fermentés ayant fait l'objet de cette étude expérimentale n'a pas grandement changée ($p>0.05$) durant les différentes périodes de l'étude ; elle été comparable au yaourt standard (témoin sans extrait de Thym) (**Figure 21)**(**Tableau 10).**

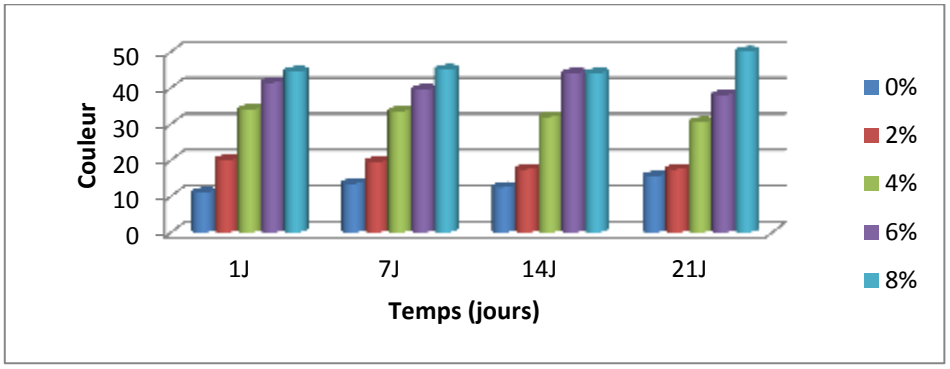



**Figure 21.** Variation de la couleur (somme des rangs) des laits fermentés additionnées d'extraits au hexane de *Thymus vulgaris*.

**Tableau 13.** Variation de la couleur (somme des rangs) des laits fermentés additionnées d'extraits au l'héxane de *Thymus vulgaris*.

| Facteur étudiés / Périodes | | Doses d'Extrait au hexane de thym incorporées | | | | | | Effets d'Extrait au hexane de Thym |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0% | 2% | 4% | 6% | 8% | Moyenne des moyennes | |
| Post acidification (4°c) | 1er J | 11 | 20 | 34 | 41,50 | 44,50 | 30,2 | HS (p<0.01) |
| | 7éme J | 13 ,5 | 19 ,5 | 33 ,5 | 39 ,5 | 45 | 30 ,2 | HS (p<0.01) |
| | 15éme J | 12,50$^{d}$ | 17,50$^{c}$ | 32$^{b}$ | 44$^{a}$ | 44$^{a}$ | 30 | HS (p<0.01) |
| | 21éme J | 15,50$^{d}$ | 17,5$^{d}$ | 30,50$^{d}$ | 38$^{c}$ | 50a | 30,3 | HS (p<0.01) |
| | Moyenne | 13,12 | 18 ,62 | 32,5 | 40,75 | 45,80 | | |

**Les résultats sont représentés en valeurs moyennes suivies des écarts types respectives, HS : Effet hautement significatif du facteur étudié taux d'extrait au hexane de *Thymus vulgaris, N*S : Effet significatif du facteur étudié ;h : heurs,J : Jours, a,b: Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Neweuman et Keuls.**

### 1.3.6. Goût de fraicheur :

Du 1er au 7éme jour de la conservation, la sensation de fraicheur semble être altérée($p<0.01$) chez les panelistes avec l'augmentation de 0 à 8% de l'extrait de Thym dans les produits surtout à la fin de la période de post acidification au 15éme et 21 jour ; soit une augmentation de la

somme des rangs de 14,87, à 46,12 en moyenne durant toute la période de l'étude (**Figure 22, Tableau 14).**

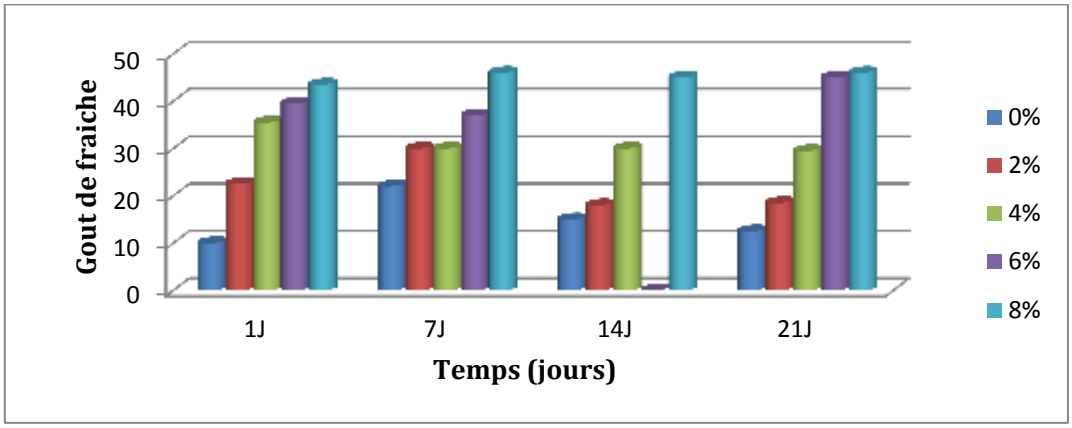



**Figure 22.** Variation de gout de fraicheur (somme des rangs) des laits fermentés additionnées d'extraits au hexane de *Thymus vulgaris*.

**Tableau 14.** Variation de gout de fraicheur (somme des rangs) des laits fermentés additionnées d'extraits au l'héxane de *Thymus vulgaris*

| Facteur étudiés / Périodes | | Doses d'Extrait au hexane de thym incorporées | | | | | | Effets d'Extrait au hexane de Thym |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 2% | 4 | 6% | 8% | Moyenne des moyennes | |
| Post acidification (4°c) | 1er J | 10$^{d}$ | 22,5$^{C}$ | 35,5$^{b}$ | 39,50$^{b}$ | 43,5$^{a}$ | 30,2 | HS (p<0.01) |
| | 7éme J | 22$^{c}$ | 30$^{bc}$ | 30$^{bc}$ | 37b | 46$^{a}$ | 33 | HS (p<0.01) |
| | 15éme J | 15$^{C}$ | 18$^{c}$ | 30$^{b}$ | 45 ,5$^{a}$ | 45$^{a}$ | 30,7 | HS (p<0.01) |
| | 21éme J | 12,5$^{e}$ | 18,50$^{d}$ | 29,5$^{c}$ | 45$^{b}$ | 50$^{a}$ | 30,1 | HS (p<0.01) |
| | Moyenne | 14,87 | 22,25 | 31,25 | 41,75 | 46,12 | | |

**Les résultats sont représentés en valeurs moyennes suivies des écarts types respectives, HS: Effet hautement significatif du facteur étudié taux d'extrait au hexane de *Thymus vulgaris, N*S: Effet non significatif du facteur étudié taux d'extrait au héxane de *Thymus vulgaris,* h: heurs, J: Jours, a,b,c,d,e: Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Neweuman et Keuls.**

### 1.3.7. Odeur :

L'odorat du témoin reste meilleur que celle des autres produits expérimentaux surtout au 15ème jour de la période de post acidification (**Figure 22).**

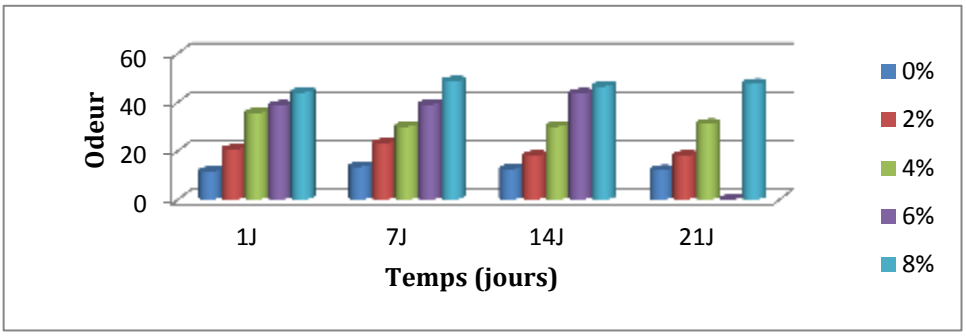



**Figure 23.** Variation de l'odeur (somme des rangs) des laits fermentés additionnées d'extraits au hexane de *Thymus vulgaris*.

L'incorporation d'extrait de Thym (de 0, 2, 4, 6, et 8%) semble détruire d'une manière proportionnelle l'odorat des produits ; soit des élévations des sommes des rangs de 12,37, à 19,87, à, 31,62 à 40, 37,et à55,5, en moyenne, durant la phase de post acidification **(Tableau 15).**

**Tableau15.** Variation de l'odeur (somme des rangs) des laits fermentés additionnées d'extraits au l'héxane de *Thymus vulgaris*.

| Facteur étudiés / Périodes | | Doses d'Extrait au héxane de thym incorporées | | | | | | Effets d'Extrait au l'héxane de Thym |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0% | 2% | 4% | 6% | 8% | Moyenne des moyennes | |
| Post acidification (4°c) | 1er J | 11,5$^{d}$ | 20,50 $^{C}$ | 35,50$^{b}$ | 38,5$^{b}$ | 44 $^{a}$ | 30 | HS (p<0.01) |
| | 7éme J | 13,5 $^{e}$ | 2 3$^{b}$ | 30 $^{C}$ | 39 $^{b}$ | 48,50 $^{a}$ | 38 | HS (p<0.01) |
| | 15éme J | 12,50$^{d}$ | 18$^{c}$ | 30 $^{b}$ | 43,5$^{b}$ | 46,50 $^{a}$ | 30,1 | HS (p<0.01) |
| | 21éme J | 12$^{e}$ | 18$^{b}$ | 31$^{b}$ | 40 ,5$^{b}$ | 47,5$^{a}$ | 29,8 | HS (p<0.01) |
| | Moyennes | 12,37 | 19,87 | 31,62 | 40 ,37 | 55,5 | | |

**Les résultats sont représentés en valeurs moyennes suivies des écarts types respectives, HS : Effet hautement significatif du facteur étudié taux d'extrait au héxane de *Thymus vulgaris*, S : Effet significatif du facteur étudié taux d'extrait aul'hexane de *Thymus vulgaris*, h :heurs, J: Jours, a,b,c,d,e: Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Neweuman et Keuls.**

# Annexes

**Annexe 1** : Evaluation du PH des laits fermentés additionnées des extraits a l'hexane de thym.

| Dose | échantillons | PH-0H | PH-2H | PH-4H | PH-7j | PH-14j | PH-21j |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0% | 1 | 6,22 | 5,28 | 4,81 | 4,9 | 4,35 | 4,66 |
| | 2 | 6,26 | 5,25 | 4,77 | 4,8 | 4,37 | 4,72 |
| | 3 | 6,2 | 5,22 | 4,8 | 4,88 | 4,34 | 4,07 |
| 2% | 1 | 6,24 | 5,42 | 4,89 | 5,01 | 4,49 | 4,59 |
| | 2 | 6,2 | 5,4 | 4,82 | 4,9 | 4,5 | 4,1 |
| | 3 | 6,26 | 5,38 | 4,86 | 4,99 | 4,47 | 4,15 |
| 4% | 1 | 6,25 | 5,7 | 5,15 | 5,11 | 4,5 | 4,2 |
| | 2 | 6,13 | 5,55 | 5,11 | 5,08 | 4,52 | 4,35 |
| | 3 | 6,28 | 5,61 | 5,08 | 5,06 | 4,51 | 4,42 |
| 6% | 1 | 6,24 | 5,93 | 5,51 | 5,2 | 4,53 | 4,5 |
| | 2 | 6,2 | 5,8 | 5,48 | 5,21 | 4,55 | 4,42 |
| | 3 | 6,06 | 5,9 | 5,38 | 5,17 | 4,56 | 4,44 |
| 8% | 1 | 6,42 | 6,35 | 6,13 | 5,23 | 4,57 | 4,4 |
| | 2 | 6,38 | 6,2 | 6,02 | 5,33 | 4,6 | 4,36 |
| | 3 | 6,45 | 6,11 | 5,98 | 5,54 | 4,59 | 4,38 |

**Annexe 2** : Evaluation de l'acidité Dornic des laits fermentés additionnées des extraits de thym

| Dose | echantillons | AC-0H | AC-2H | AC-4H | AC-7j | AC-14j | AC-21j |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0% | 1 | 18 | 53 | 46 | 70 | 103 | 105 |
| | 2 | 17 | 44 | 59 | 65 | 92 | 107 |
| | 3 | 19 | 50 | 61 | 76 | 115 | 98 |
| 2% | 1 | 19 | 43 | 68 | 84 | 124 | 108 |
| | 2 | 20 | 40 | 70 | 89 | 106 | 115 |
| | 3 | 18 | 41 | 69 | 85 | 112 | 110 |
| 4% | 1 | 21 | 31 | 65 | 80 | 72 | 68 |
| | 2 | 20 | 30 | 60 | 62 | 68 | 61 |
| | 3 | 19 | 29 | 75 | 85 | 98 | 66 |
| 6% | 1 | 20 | 23 | 45 | 71 | 123 | 110 |
| | 2 | 21 | 24 | 51 | 69 | 124 | 101 |
| | 3 | 19 | 28 | 42 | 70 | 132 | 98 |
| 8% | 1 | 18 | 19 | 30 | 65 | 69 | 68 |
| | 2 | 17 | 28 | 39 | 98 | 72 | 60 |
| | 3 | 20 | 35 | 47 | 70 | 68 | 59 |

**Annexe 3**.Variation de la viscosité des laits fermentés additionnées des extraits de thym

| Dose | Echantillons | VIS-0H | VIS-2H | VIS-4H | VIS-7j | VIS-14j | VIS-21j |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0% | 1 | 95,12 | 122,15 | 160,24 | 198,69 | 230,49 | 724,31 |
| | 2 | 95,09 | 122,13 | 160,26 | 198,63 | 230,47 | 724,3 |
| | 3 | 95,1 | 122,17 | 160,2 | 198,66 | 230,46 | 724,32 |
| 2% | 1 | 88,45 | 100,9 | 146,9 | 152,32 | 186,36 | 421,87 |
| | 2 | 88,4 | 100,92 | 146,88 | 152,36 | 186,33 | 421,88 |
| | 3 | 88,48 | 100,88 | 146,84 | 152,34 | 186,34 | 481,86 |
| 4% | 1 | 71,01 | 86,12 | 101,3 | 141,98 | 172,47 | 195,55 |
| | 2 | 71,05 | 86,14 | 101,31 | 141,95 | 172,45 | 195,53 |
| | 3 | 71,02 | 86,15 | 101,35 | 141,93 | 172,46 | 195,54 |
| 6% | 1 | 33,3 | 39,5 | 45,4 | 78,5 | 82,9 | 90,1 |
| | 2 | 33,32 | 39,52 | 45,43 | 78,54 | 82,92 | 91,13 |
| | 3 | 33,35 | 39,54 | 45,41 | 78,57 | 82,91 | 91,17 |
| 8% | 1 | 22,7 | 24,3 | 33,2 | 43,7 | 64,36 | 69,2 |
| | 2 | 22,72 | 24,35 | 33,23 | 43,74 | 64,37 | 69,25 |
| | 3 | 22,74 | 24,33 | 33,25 | 43,71 | 64,35 | 69,27 |

**Annexe 4**.Evaluation du nombre de *Streptococcus thermophilus* ( N. $10^4$ UFC/ml) des laits fermentés additionnées des extraits de thym

| Doses | Echantillons | S,th-0H | S,th-2H | S,th-4H | S,th-7j | S,th-14j | S,th-21j |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0% | 1 | 780000 | 990000 | 1250000 | 2250000 | 2910000 | 2200000 |
| | 2 | 640000 | 880000 | 1100000 | 2500000 | 2690000 | 1980000 |
| | 3 | 520000 | 750000 | 910000 | 2160000 | 2740000 | 2020000 |
| 2% | 1 | 300000 | 350000 | 610000 | 1820000 | 2450000 | 1340000 |
| | 2 | 470000 | 580000 | 740000 | 2220000 | 2210000 | 1650000 |
| | 3 | 550000 | 410000 | 520000 | 1530000 | 2330000 | 1120000 |
| 4% | 1 | 420000 | 480000 | 650000 | 960000 | 1110000 | 960000 |
| | 2 | 430000 | 240000 | 540000 | 880000 | 1050000 | 840000 |
| | 3 | 310000 | 360000 | 600000 | 750000 | 1400000 | 890000 |
| 6% | 1 | 350000 | 220000 | 460000 | 880000 | 990000 | 750000 |
| | 2 | 230000 | 110000 | 410000 | 710000 | 870000 | 640000 |
| | 3 | 170000 | 130000 | 350000 | 470000 | 790000 | 710000 |
| 8% | 1 | 250000 | 150000 | 450000 | 720000 | 750000 | 400000 |
| | 2 | 120000 | 170000 | 310000 | 330000 | 630000 | 430000 |
| | 3 | 160000 | 80000 | 360000 | 450000 | 510000 | 330000 |

**Annexe 5**.Evaluation du nombre de *Lactobacillus bulgaricus* (N.$10^4$UFC/ ml) des laits fermentés additionnées des extraits de thym.

| Dose | echantillons | Lb-0H | Lb-2H | Lb-4H | Lb-7j | Lb-14j | Lb-21j |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0% | 1 | 560000 | 1100000 | 120000 | 1500000 | 1420000 | 1130000 |
| | 2 | 640000 | 950000 | 1110000 | 980000 | 1550000 | 1200000 |
| | 3 | 520000 | 880000 | 1130000 | 1340000 | 1120000 | 950000 |
| 2% | 1 | 550000 | 660000 | 750000 | 960000 | 1060000 | 1090000 |
| | 2 | 430000 | 750000 | 870000 | 1010000 | 1150000 | 880000 |
| | 3 | 450000 | 450000 | 740000 | 720000 | 970000 | 940000 |
| 4% | 1 | 420000 | 480000 | 530000 | 850000 | 920000 | 940000 |
| | 2 | 340000 | 320000 | 490000 | 750000 | 1030000 | 750000 |
| | 3 | 470000 | 280000 | 620000 | 520000 | 840000 | 820000 |
| 6% | 1 | 250000 | 300000 | 690000 | 630000 | 750000 | 550000 |
| | 2 | 170000 | 170000 | 420000 | 550000 | 620000 | 690000 |
| | 3 | 190000 | 200000 | 460000 | 490000 | 390000 | 650000 |
| 8% | 1 | 250000 | 120000 | 510000 | 520000 | 660000 | 520000 |
| | 2 | 120000 | 160000 | 390000 | 260000 | 340000 | 390000 |
| | 3 | 140000 | 300000 | 290000 | 470000 | 460000 | 420000 |

CHR HANSEN
PAC SIZ 50U
Mésophile Aromic culture
Freez dried lactic culture for direct vat set
DVS
BATCH NO 3253308
Mat NO 713508
DOM 09.2016
BBD09.2017

**Annexe 6.**Variation des tests organoleptiques des laits fermentés additionnée des extraits de thym

| | gout acide | | | | gout de fraicheur | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| dose | Gou-A 1j | Gou-A 7j | Gou-A 14j | Gou-A 21j | Gou- F 1J | Gou-F 7J | Gou-F 14j | Gou-F 21J |
| 0% | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,5 |
| | 1 | 1,5 | 1 | 1,5 | 1 | 5 | 1 | 1,5 |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1 | 1,5 | 1 | 1,5 | 1 | 2 | 1 | 1,5 |
| | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,5 | 1 |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,5 | 1 |
| | 1 | 1 | 1 | 1,5 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1,5 | 1,5 |
| 2% | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 2 | 1,5 |
| | 2 | 3 | 2 | 1,5 | 2 | 2 | 2 | 1,5 |
| | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 2 | 1 | 2 | 1,5 | 3,5 | 5 | 2 | 1,5 |
| | 3 | 1,5 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2,5 |
| | 2 | 2,5 | 2 | 2 | 2,5 | 2 | 1,5 | 2 |
| | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1,5 | 2 |
| | 2 | 2 | 2 | 1,5 | 2,5 | 2 | 2 | 2 |
| | 2 | 1,5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1,5 | 1,5 |
| 4% | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 | 3 | 3 |
| | 3 | 3 | 3 | 3 | 2,5 | 3,5 | 3 | 3 |
| | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3,5 | 3 | 3 |
| | 3 | 2,5 | 3 | 3 | 2,5 | 3,5 | 3 | 3 |
| | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2,5 |
| | 4 | 2 | 3 | 3 | 3,5 | 3 | 3 | 3 |
| | 3,5 | 3 | 3 | 3 | 3,5 | 1 | 3 | 3 |
| | 3 | 4 | 3 | 3 | 3,5 | 3 | 3 | 3 |
| | 3 | 3,5 | 3 | 3 | 4 | 3,5 | 3 | 3 |
| | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| 6% | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4 | 4 | 2 | 4,5 | 4 |
| | 4,5 | 5 | 4,5 | 4,5 | 4 | 3,5 | 4,5 | 4 |
| | 4 | 4 | 4,5 | 4 | 3,5 | 3 | 4,5 | 4 |
| | 3,5 | 4,5 | 4,5 | 4 | 3,5 | 4 | 4,5 | 4 |
| | 4 | 4 | 4,5 | 4 | 3,5 | 4 | 4,5 | 4 |
| | 3 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 5 |
| | 4,5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3,5 | 4,5 | 4 |
| | 4 | 3 | 4,5 | 5 | 4 | 3,5 | 5 | 4 |
| | 4,5 | 4 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 3,5 | 4,5 | 4 |
| | 4 | 4 | 4,5 | 4 | 4 | 3 | 5 | 4 |
| 8% | 4 | 5 | 4,5 | 5 | 4 | 4 | 4,5 | 5 |
| | 4,5 | 5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 |
| | 4 | 5 | 4,5 | 5 | 4 | 5 | 4,5 | 5 |
| | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 | 5 | 5 | 4,5 | 5 |
| | 5 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 |
| | 4 | 4 | 4,5 | 5 | 3,5 | 2 | 4,5 | 5 |
| | 5 | 4,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4,5 | 5 |
| | 5 | 4 | 4,5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| | 4,5 | 3 | 4,5 | 4,5 | 4 | 5 | 4,5 | 5 |
| | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 5 | 4 | 1 | 4 | 5 |

| doses | Coh 1j | Coh 7j | Coh 14j | Coh 21j | Adh 1j | Adh 7j | Adh 14j | Adh 21j |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0% | 1 | 1,5 | 1 | 1,5 | 1 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| | 1 | 2 | 1,5 | 1 | 1 | 3 | 1,5 | 1 |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,5 | 1 |
| | 1 | 2,5 | 1,5 | 1 | 1 | 2,5 | 1,5 | 1 |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1 |
| | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 4,5 | 1,5 | 1 |
| | 1 | 4 | 1,5 | 1 | 1 | 2,5 | 1,5 | 1 |
| | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1,5 | 1 |
| | 1 | 1 | 1,5 | 1 | 1 | 1 | 1,5 | 1 |
| | 1 | 4 | 1,5 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| 2% | 2 | 5 | 2 | 1,5 | 2 | 4 | 1,5 | 1,5 |
| | 2 | 2 | 1,5 | 2 | 2 | 2 | 1,5 | 2 |
| | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2,5 | 1,5 | 2 |
| | 2 | 2,5 | 1,5 | 2 | 2 | 1 | 1,5 | 2 |
| | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1,5 | 2 |
| | 2 | 2 | 2 | 2 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2 |
| | 2,5 | 2,5 | 1,5 | 2 | 2 | 2,5 | 1,5 | 2 |
| | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1,5 | 2 |
| | 2 | 1,5 | 1,5 | 2,5 | 2 | 1,5 | 1,5 | 2 |
| | 2 | 2 | 1,5 | 2 | 2 | 2,5 | 2 | 2,5 |
| 4% | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2,5 | 3 | 2,5 |
| | 3 | 3 | 4 | 2,5 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 | 4 | 2,5 | 3 | 3 |
| | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 4 | 1 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| | 3,5 | 3 | 3 | 3 | 3,5 | 4 | 3 | 3 |
| | 4,5 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2,5 | 3 | 3 |
| | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 6% | 4,5 | 2 | 4,5 | 4 | 4 | 2 | 4,5 | 4 |
| | 4,5 | 4 | 4 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 |
| | 4,5 | 3 | 4,5 | 4 | 4 | 4,5 | 4 | 4 |
| | 3,5 | 2,5 | 4,5 | 4 | 5 | 2,5 | 4,5 | 4,5 |
| | 4 | 3 | 4,5 | 4 | 4 | 3 | 4,5 | 4 |
| | 4,5 | 4 | 4,5 | 3,5 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 |
| | 4,5 | 2,5 | 4,5 | 4 | 4 | 2,5 | 4 | 5 |
| | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4 | 4 | 4,5 | 4,5 |
| | 4,5 | 4 | 4 | 4 | 4,5 | 4 | 4 | 4 |
| | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4 | 4 | 4,5 | 4 |

| doses | Od 1j | Od 7j | Od 14j | Od 21j | Arr-G 1j | Arr-G 7j | Arr-G 14j | Arr-G 21j |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0% | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1,5 | 3 | 2,5 | 1,5 | 1 | 2 | 1 | 1,5 |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 2 | 1 | 1 | 1,5 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| | 1 | 2,5 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,5 | 1 |
| | 1 | 1 | 1,5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,5 |
| | 1 | 1 | 1,5 | 1,5 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1 | 1 | 1 | 1,5 | 1 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| 2% | 2 | 2,5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2,5 |
| | 2 | 3 | 1 | 1,5 | 2 | 2 | 2 | 1,5 |
| | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1,5 | 1,5 |
| | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 2 | 2 |
| | 2 | 2,5 | 2 | 1,5 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| | 2 | 2 | 2 | 2 | 1,5 | 2,5 | 2 | 2 |
| | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1,5 | 2 |
| | 2 | 2,5 | 1,5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1,5 |
| | 1,5 | 2 | 1,5 | 1,5 | 3 | 2,5 | 2 | 2 |
| | 2 | 2,5 | 2 | 1,5 | 2 | 2 | 1,5 | 1,5 |
| 4% | 4 | 2,5 | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 |
| | 3 | 3,5 | 3 | 3 | 3 | 2,5 | 3 | 3 |
| | 4 | 2,5 | 3 | 3 | 3,5 | 3,5 | 3 | 3 |
| | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 3 | 3 |
| | 2 | 3 | 3 | 3 | 3,5 | 2,5 | 3 | 3 |
| | 4 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 5 | 3 | 3 |
| | 3 | 3,5 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| | 3 | 3 | 3 | 3,5 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 5 | 3 | 3 |
| | 4,5 | 2,5 | 3 | 3 | 4 | 3,5 | 3 | 2,5 |
| 6% | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| | 4 | 3 | 4,5 | 4,5 | 4 | 4,5 | 5 | 5 |
| | 3 | 4,5 | 4 | 4 | 4,5 | 4 | 4 | 5 |
| | 4,5 | 3,5 | 4,5 | 4 | 4,5 | 2 | 4,5 | 4 |
| | 4 | 2,5 | 4,5 | 4 | 4 | 2 | 4 | 5 |
| | 4 | 5 | 4 | 4,5 | 3,5 | 4 | 4,5 | 4 |
| | 4 | 4,5 | 4,5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | 4 | 4 | 4,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 4 | 3 |
| | 4 | 3,5 | 4,5 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| | 4 | 4,5 | 4,5 | 4 | 4 | 4,5 | 4 | 4 |
| 8% | 4 | 4,5 | 5 | 5 | 4 | 4,5 | 5 | 5 |
| | 5 | 5 | 4,5 | 4,5 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| | 4 | 4,5 | 4,5 | 5 | 4 | 4 | 4,5 | 5 |
| | 5 | 5 | 4,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4,5 | 4 |
| | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 4 | 5 | 5 |
| | 5 | 4,5 | 4,5 | 5 | 4,5 | 4 | 4 | 5 |
| | 4 | 5 | 4,5 | 5 | 4 | 4,5 | 5 | 5 |
| | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 |

| | couleur | | | |
|---|---|---|---|---|
| doses | Coul 1j | Coul 7j | Coul 14j | Coul 21j |
| 0% | 1 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| | 1 | 1,5 | 1,5 | 1 |
| | 1 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 1,5 | 1 | 1 | 1 |
| | 1,5 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| | 1 | 1 | 1 | 1,5 |
| | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2% | 2 | 2,5 | 1,5 | 1,5 |
| | 2 | 2,5 | 2 | 2 |
| | 1,5 | 2 | 1,5 | 1,5 |
| | 1,5 | 2 | 1,5 | 2 |
| | 2 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 2 | 1,5 | 2 | 2 |
| | 2 | 2 | 1,5 | 1,5 |
| | 3 | 2 | 2 | 1,5 |
| | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 4% | 4 | 3 | 3 | 3 |
| | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 4 | 3,5 | 3 | 3 |
| | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 4 | 5 | 3 | 3 |
| | 3 | 4 | 4 | 3 |
| | 3 | 4 | 4 | 3,5 |
| | 4 | 2,5 | 3 | 3 |
| | 3 | 2,5 | 3 | 3 |
| 6% | 4 | 5 | 4,5 | 4 |
| | 4 | 2 | 4,5 | 4 |
| | 4,5 | 4 | 4 | 4 |
| | 4 | 5 | 4,5 | 4 |
| | 4 | 3,5 | 4,5 | 4 |
| | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 |
| | 4,5 | 4,5 | 4 | 4 |
| | 4 | 3,5 | 4 | 3,5 |
| | 4 | 4 | 4,5 | 4 |
| | 4 | 4 | 5 | 4,5 |
| 8% | 4 | 5 | 4,5 | 5 |
| | 5 | 5 | 4,5 | 5 |
| | 4 | 5 | 5 | 5 |
| | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 5 |
| | 4,5 | 5 | 4,5 | 5 |
| | 4 | 3,5 | 4,5 | 5 |
| | 5 | 4 | 4 | 5 |
| | 4,5 | 4 | 4 | 5 |
| | 4 | 5 | 4,5 | 5 |
| | 5 | 4 | 4 | 4,5 |

**Annexe 7. acidité dornic :**

L'acidité est déterminée par titration d'un échantillon de 10 ml de yaourt à l'aide de la soude dornic (N/9) en présence d'un indicateur coloré (phénolphtaléine) jusqu'à virage au rose pâle .

**a- Mode opératoire :**

- Prendre 10 ml du yaourt
- Ajouté 3 à 5 gouttes de solution de phénolphtaléine
- Titrer par la soude avec l'acidimètre

**b- Expression des résultats :**

Acidité en milieu dornic =VNaOH x10

V= le volume de NaOH (N/9) nécessaire pour doser l'échantillon.

**Annexe 8 : Mesure de pH**

**a- Mode opératoire** : avant de procéder aux mesures de pH des échantillons il faut d'abord étalonner le PH mètre à l'aide des solutions tampon.

**b- Expression des résultats**

La lecture est donnée directement sur le pH-mètre

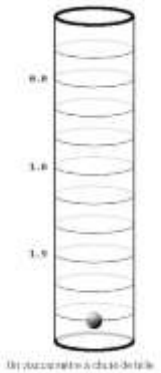
**Annexe 9. viscosité :**

**a- Mode opératoire :**

Elle consiste à introduire une bille d'une masse de 13g dans un petit cylindre rempli de temps de yaourt, cette bille parcourt une distance (x) durant un temps est effectuée par un chronomètre.

**b- Expression des résultats**

La viscosité est déterminée par la formule : $V=K(C_1-C_2)xT$ .



V : viscosité dynamique (m.p.s)

- K : constante en fonction de la densité de la bille (m.p.s.cm3/g.s)
- C1 : la masse volumique de la bille g/cm3
- C2 : la masse volumique de yaourt g/cm3
- T temps parcouru par la bille entre deux pots A et B

✓ Les caractéristiques utilisées par la bille sont :

Poids (M) :0.52g Masse volumique : 15.392g/cm3 K =0.0659