

Projet de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Science de la matière

Filière : Chimie

Spécialité : Chimie Analytique

Thème

**Analyse phytochimique de l'huile essentielle de
Thymus vulgaris et son impact sur le soulagement
des troubles fonctionnels : Utilisation dans la
préparation d'un yaourt naturel.**

Présenté par :

KHERABI Abla

Devant le Jury :

Dr. BOUASLA Nabila	MCB	Université Chadli Bendjedid El Tarf	Présidente
Dr. MOKRANI Karima	MCB	Université Chadli Bendjedid El Tarf	Encadreur
Mme. BELAID Soraya	MAA	Université Chadli Bendjedid El Tarf	Examinatrice
Dr. HACINI Nesrine	MCA	Université Chadli Bendjedid El Tarf	Co-encadreur

Année Universitaire 2022-2023

Dédicace

Je suis heureuse de présenter le fruit de mes efforts à tous ceux qui m'ont aidé et soutenu

A ma mère adorée

A l'âme de mon père, que Dieu lui fasse miséricorde

A mes sœurs Omaïma et Hana et mes frères

A mes neveux

A ma cousine Djihane

A mes amis : Roumaïssa, KH², Hamdi Khaoula, Maryam et Anfel

Et tous mes amis qui m'ont aidé de près ou de loin

Au professeur vertueux Mokrani Karima qui a eu un grand crédit dans l'extension de l'assistance par l'orientation, les conseils et l'orientation.

Abla

Remerciements

*Alhamdulillah pour le bon déroulement du parcours académique, Je suis heureuse d'adresser mes sincères remerciements au **Dr Makrani Karima** et **Dr Hacini Nessrine** pour les connaissances, les efforts et le temps précieux qu'elles m'ont accordé, pour les précieuses notes et conseils qui ont contribué le plus pour atteindre ce succès.*

*C'est avec un énorme plaisir que je remercie **Dr BOUASLA Nabila**, qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider le jury de Master. Je désire aussi remercier **Mme BELAID Souraya**, pour l'honneur qu'elle m'a fait en acceptant d'examiner ce travail. À tous ces intervenants, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude.*

Résumé

Ce travail implique la préparation d'un yaourt nature contenant de l'huile essentielle extraite des feuilles séchées de la plante médicinale *Thymus vulgaris*. L'objectif est de produire un produit sain ayant des propriétés thérapeutiques. Cette préparation a été réalisée au laboratoire de recherche Ecologique Fonctionnelle et Evolutive de l'université Chadli Bendjedid El Tarf. Afin de vérifier le contrôle de qualité de ce produit, nous avons mené une étude des propriétés physico-chimiques, sensorielle et les activités biologiques de ce dernier. Les résultats obtenus montrent que cette plante médicinale indigène, le *Thymus vulgaris* a des propriétés antioxydantes et antibactériennes, offre une opportunité d'utilisation en tant que conservateur biologique dans la fabrication de yaourt. Ainsi, il est possible de produire un yaourt sain et thérapeutique, bénéficiant des propriétés médicinales spécifiques de cette plante.

Mots clés : Yaourt nature, propriétés thérapeutiques, propriétés physico-chimique, activités biologiques, *Thymus vulgaris*, propriétés antioxydantes et antibactériennes

.

Abstract

This work involves the preparation of a natural yoghurt containing essential oil extracted from the dried leaves of the medicinal plant *Thymus vulgaris*. The aim is to produce a healthy product with therapeutic properties. This preparation was carried out at the ecological, functional and evolutionary research laboratory of the Chadli Bendjedid El Tarf University. In order to verify the quality control of this product, we conducted a study of the physico-chemical and sensory properties and the biological activities of the latter. The results obtained show that this indigenous medicinal plant, *Thymus vulgaris*, has antioxidant and antibacterial properties, offers an opportunity for use as a biological preservative in the manufacture of yogurt. Thus, it is possible to produce a healthy and therapeutic yogurt, benefiting from the specific medicinal properties of this plant.

Keywords: healthy product, therapeutic properties, physico-chemical properties, biological activities, *Thymus vulgaris*, antioxidant and antibacterial properties

ملخص

يتضمن هذا العمل تحضير زبادي طبيعي يحتوي على زيت عطري مستخرج من الأوراق المجففة للنبات الطبي الزعتر الشائع. الهدف هو إنتاج منتج صحي بخصائص علاجية. تم إجراء هذا الإعداد في مختبر البحوث البيئية والوظيفية والتطويرية بجامعة الشاذلي بن جديد الطارف. من أجل التحقق من مراقبة جودة هذا المنتج، أجرينا دراسة للخصائص الفيزيائية والكيميائية والحسية والأنشطة البيولوجية لهذا المنتج. تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن هذا النبات الطبي الأصلي، الزعتر الشائع، له خصائص مضادة للأكسدة ومضادة للبكتيريا، ويوفر فرصة لاستخدامه كمادة حافظة بيولوجية في صناعة الزبادي. وبالتالي، من الممكن إنتاج زبادي صحي وعلاجي، بالاستفادة من الخصائص الطبية المحددة لهذا النبات.

الكلمات المفتاحية: منتج صحي، خصائص علاجية، خصائص فيزيائية كيميائية، أنشطة بيولوجية، الزعتر الشائع، خصائص مضادة للأكسدة ومضادة للبكتيريا.

Liste des abréviations et symboles

CAM : Médecine Alternative et Complémentaire

DPPH : Diphényle picryl-hydrazyle

FDA : Food and Drug Administration

GRS : Généralement Reconnues comme Sures

GC/MS : Gas Chromatography-Mass Spectrometry

HE : Huile Essentielle

MRS : Man Rogosae et Sharp

SII : Syndrome Intestin Irritable

SCI : Syndrome du Côlon Irritable

TFI : Troubles Fonctionnels Intestinaux

UFC/ml : unités de formation de colonies par millilitre

°C : Degré Celsius

°D : Degré Dornic

IC50 : concentration inhibitrice à 50 %

Liste des figures

Figure 1 : plant de thymus vulgarus	4
Figure 2 : tige, feuille et fleur de thymus	6
Figure 3 : Distribution du genre Thymus dans le monde	7
Figure 4 : Distribution maghrébine de thymus vulgarus	7
Figure 5 : Extraction par entraînement à la vapeur	12
Figure 6 : : Extraction par hydro distillation	13
Figure 7 : structure de thymol	15
Figure 8 : structure de linalol.....	15
Figure 9 : l'appareil digestif	16
Figure 10 : Evolution du PH du yaourt à base d'huile essentielle de thym	45
Figure 11 : Evolution de l'acidité Dronic du yaourt à base d'huile essentielle de thym	45
Figure 12 : variation de % d'inhibition en fonction de concentration dans le yaourt et l'acide ascorbique	46
Figure 13 : Evolution de la croissance de S.thermophilus dans le yaourt nature et le yaourt additionné d'HE de thym.....	49
Figure 14 : Evolution de la croissance de L.bulgaricusdans le yaourt nature et le yaourt additionné d'HE de thym	50

Liste des photos

Photo 1 : Balance	24
Photo 2 : plaque chauffante et agitateur magnétique	25
Photo 3 : pH mètre	25
Photo 4 : Spectrophomètre	25
Photo 5 : Rota-vapeur	26
Photo 6 : creuset	26
Photo 7 : Refractomètre	26
Photo 8 : Hydrodistillateur	27
Photo 9 : Préparation de l'extraction	29
Photo 10 : Les étapes de décantation	30
Photo 11 : Chauffage de lait	31
Photo 12 : Refroidissement de lait	31
Photo 13 : Ensemencement de lait	31
Photo 14 : Mise en pots	32
Photo 15 : Incubation des pots dans l'étuve	32
Photo 16 : Conservation des pots en froid	32

Liste des schémas

Schéma 1 :L'extraction d'huile essentielle de thym	29
Schéma 2 : Etapes préparation de yaourt	30

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition chimique de l'huile essentielle de Thymus vulgaris	14
Tableau 2 : composition nutritionnelle de yaourt.....	22
Tableau 3 : test de screening phytochimiques.....	27
Tableau 4 : résultats de test screening phytochimiques	38
Tableau 5 : Résultats d'analyse physicochimique d'huile essentielle de thym.....	40
Tableau 6 : résultats de test d'activité antibactérienne.....	Error! Bookmark not defined.

Sommaire

Introduction générale

La phytothérapie s'avère sans aucun doute être l'approche privilégiée pour prévenir et traiter la plupart de nos affections courantes. Les plantes offrent une solution naturelle pour fournir à notre organisme les substances nécessaires afin de maintenir son équilibre vital. De nos jours, l'efficacité de la médecine à base de plantes est reconnue et scientifiquement prouvée. Ses bienfaits indéniables pour notre santé et sa dimension naturelle ont permis à la phytothérapie de s'intégrer pleinement dans notre vie quotidienne [1].

En raison de la multitude de facteurs impliqués dans la physiopathologie des troubles fonctionnels intestinaux (TFI) et des résultats décevants des médicaments conventionnels, l'utilisation de la médecine alternative et complémentaire (CAM), notamment les plantes médicinales, gagne en popularité dans le traitement du syndrome de l'intestin irritable (SII). Depuis longtemps, les plantes médicinales traditionnelles sont utilisées pour traiter les troubles gastro-intestinaux, y compris le SII [2].

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'une étude phytochimique d'une plante médicinale le thymus vulgaris et d'en tirer profit leur propriétés biologiques en utilisant son huile essentielle comme conservateur dans le yaourt nature afin d'obtenir un produit naturel et sain caractérisé par des propriétés thérapeutiques particulières pour les troubles digestifs. Après une introduction générale ce mémoire est scindé en deux parties, une **partie bibliographique** divisé en trois chapitre : **le premier chapitre** est consacré à la phytothérapie et aux plantes médicinales, et une étude botanique et géographique de la plante étudiée, outre son importance pharmaceutique. Pour le **deuxième chapitre**, nous avons abordé en généralité domaines d'applications et méthodes d'extraction des huiles essentielles ensuite la composition chimique de thymus. On a abordé aussi l'appareil digestif leur affections et enfin la relations entre la plante et les troubles fonctionnels. **Un troisième chapitre** vise à fournir l'histoire et la classification du yaourt, les bactéries lactiques, les étapes de fabrications, valeur nutritionnelle et qualité. La section expérimentale présente les équipements et la méthodologie utilisés. Enfin, on conclut par une synthèse générale mettant en évidence les résultats obtenus, les objectifs atteints et les perspectives d'avenir.

Chapitre I :

I. La phytothérapie :

La phytothérapie est définie est l'utilisant des plantes ou des substances obtenues à partir de plantes à des fins thérapeutiques. Son utilisation remonte à l'Antiquité. En fait, la phytothérapie est considérée comme l'un des traitements les plus anciens de cette planète. Puis elle a commencé à se développer petit à petit jusqu'à devenir une phytothérapie multiculturelle. Après cela, elle a reçu une attention croissante dans le monde entier pour trouver sa place dans la pratique médicale et l'automédication [3] [4].

Nombreux remèdes naturels obtenus à partir de plantes thérapeutiques ont montré une offre abondante d'ingrédients biologiquement actifs, dont plusieurs ont servi d'inspiration pour la création de nouvelles molécules pour différents médicaments. Une seule herbe présente de multiples avantages, tels qu'une activité anti-inflammatoire, antibactérienne et antifongique...etc. Aujourd'hui plusieurs espèces de plantes ont déjà une place établie dans la médecine scientifique et sont utilisées dans le traitement d'un large éventail de problèmes de santé [5] [6].

II. Les plantes médicinales :

Les plantes médicinales sont d'une grande importance mondiale, servant de remèdes autonomes et d'ajouts complémentaires à la médecine traditionnelle. Tout au long de l'histoire, les humains ont compté sur les plantes pour la nourriture, la saveur et la guérison [7].

Les différentes composantes des plantes médicinales, y compris les graines, les feuilles, les fleurs, les fruits, les tiges et les racines, fournissent des réserves abondantes de composés bioactifs. Ils contiennent des composés chimiques naturels aux propriétés curatives. Ces composés, tels que les alcaloïdes, les flavonoïdes et les terpènes, peuvent avoir des effets pharmacologiques sur le corps humain. Ils sont utilisés dans la conception de nombreux médicaments modernes et constituent une source importante de molécules pour la recherche médicale. Elles sont utilisées en pharmacie humaine et vétérinaire, en cosmétologie ainsi que dans la confection de boissons [8].

III. La famille des Lamiaceae :

Parmi les plantes médicinales, il y a la famille de Lamiaceae (anciennement connue sous le nom de Labiatae). Elle est considérée comme la sixième plus grande famille de plante, avec plus de 200 genres et 7000 espèces [9].

Cette famille présente une grande diversité et est répartie dans différentes parties du monde. Ils sont adaptables à différents écosystèmes et faciles à cultiver, mais ils n'habitent pas les zones les plus froides à haute altitude ou hautes latitudes. Dans le monde, il existe sept régions de Lamiacées très diverses :

La Méditerranée ; Afrique et Madagascar au sud du Sahel ; Chine ; Australie ; Amérique du Sud ; Amérique du Nord et Mexique ; Inde et Malaisie [10].

III-1-Intérêt pharmacologique :

La valeur des plantes de cette famille est enracinée à la biosynthèse d'un large éventail de métabolites secondaires avec de forts effets antioxydants, antibactériens, anti-inflammatoires, antiviraux et antitumoraux. Parmi les métabolites secondaires des plantes de la famille Lamiaceae qui représente un large spectre d'activité biologique, les phytochimiques qui font partie des huiles essentielles isolées de ces plantes sont particulièrement importantes. Ces composants incluent : les monoterpènes, à savoir α – et β -pinène; 1,8-cinéole; menthol; thymol; Carvacrol; limonène; γ -Tetarinène et sesquiterpènes (Germacrène D, caryophyllène, spatulenol) [11].

IV.Genre de *thymus vulgaris* :

Le *Thymus vulgaris*, également connu sous le nom de thym commun, est une plante herbacée vivace appartenant à la famille des Lamiacées. Originaire de la région méditerranéenne, il est largement cultivé et utilisé dans le monde entier pour ses propriétés aromatiques, médicinales et culinaires (**Figure 1**).

C'est l'une des plantes médicinales les plus importantes avec de nombreux avantages. Le thym est riche en phytonutriments, minéraux, vitamines, flavonoïdes et antioxydants. De plus, les effets thérapeutiques du thym et de ses huiles essentielles, dont le thymol et le carvacrol, sur diverses maladies ont été démontrés dans plusieurs études [12].



Figure 1 : plant de thymus vulgaris [13]

IV.1. Classification :

T. vulgaris est l'espèce indigène connue, ci-dessous la classification systématique de cette espèce est répertoriée [14] :

- **Royaume** : Plantae
- **Sous-royaume** : Tracheobionta
- **Superdivision**: Spermatophytes
- **Division** : Magnoliophyta
- **Classe** : Magnoliopsida
- **Sous-classe** : Astéridés
- **Ordre** : Lamiales
- **Famille** : Lamiacées
- **Genre** : Thymus L.
- **Espèce**: Thymus vulgaris L

IV.2.Etymologie et dénomination:

La racine de son nom pourrait provenir du grec "thymos, thumon" signifiant "fumée" ou "parfum" ou "thymus" qui veut dire "courage", ou encore de l'égyptien « tham » traduisant une plante aromatique qui sert à embaumer les défunts. Ses vertus sont connues au moins depuis l'Antiquité et ses utilisations ont été très variées [15].

Voici différentes dénominations vernaculaires de l'espèce Thymus vulgaris [16]:

- En arabe : Zaateur, Zaatar, Zaitra

- En français : thym commun, thym vulgaire, thym de jardin, farigoule et barigoule
- En allemand : Thymian, Echter Thymian, Garten thymian, Römischer thymian
- En anglais : common thyme, garden thyme

IV.3.utilisations traditionnelles de T vulgaris :

Les feuilles de thym sont très appréciées pour leur arôme et leur saveur prononcés. Elles sont utilisées comme [17] [18] :

- épice dans la cuisine pour aromatiser une grande variété de plats. Le thym se marie particulièrement bien avec les viandes, les légumes, les sauces, les marinades, les soupes et les ragoûts.
- dans la préparation de certaines boissons, comme les tisanes et les liqueurs.
- traitement de quelque maladie comme la toux, des infections respiratoires, telles que la bronchite et la sinusite
- soulagement des affections dermatologiques, telles que l'acné et les infections cutanées mineures.

IV.Description botanique de T-vulagaus:

Le *Thymus vulgaris* est une petite plante qui atteint généralement une hauteur de 15 à 30 centimètres. Elle possède des tiges cylindriques et présentent une structure ligneuse à la base, tandis qu'elles sont herbacées vers le sommet. Elles sont regroupées en touffes ou en buissons très denses, et peuvent devenir considérablement épaisses près de leur base (**Figure 2**).

Les feuilles sont de petites tailles, ovales et lancéolées, avec des bords enroulés vers le bas et des nervures latérales bien visibles. Elles ont un pétiole extrêmement court et une face inférieure blanchâtre .

Les fleurs sont quasiment roses ou quasiment blanches, mesurant entre 4 et 6 mm de longueur. Elles sont généralement regroupées par trois à l'aisselle des feuilles supérieures. De cette manière, elles forment une sorte d'épi foliacé au sommet des branches de la plante [19].



Figure 2 : tige, feuille et fleur de thymus [20]

V. Description géographique de T-vulgarus :

V.1. Dans le monde :

Le genre Thymus de la famille de Lamiacée est principalement concentré dans la région méditerranéenne (**Figure 3**) [21]. Il peut être trouvé dans :

- **L'Europe**, avec de nombreuses espèces habitant les territoires méditerranéens tels que la Grèce, l'Italie, l'Espagne, la France et d'autres pays voisins. De plus, certaines espèces peuvent également être trouvées dans les régions les plus septentrionales de l'Europe.
- **L'Afrique du Nord**, en particulier le Maroc, l'Algérie et la Tunisie, situés dans la région méditerranéenne. De plus, certaines espèces du genre Thymus peuvent également être trouvées dans d'autres régions d'Afrique, comme l'Afrique du Sud.
- **L'Asie**, la Turquie, l'Iran, l'Irak et la Syrie étant certains des pays de la région méditerranéenne asiatique où le genre se trouve. D'autres pays d'Asie, dont l'Inde et la Chine, abritent également certaines espèces du genre.
- **En Nouvelle-Zélande**, le genre Thymus peut être trouvé, avec un certain nombre d'espèces ayant été introduites et naturalisées avec succès.



Figure 3 : Distribution du genre *Thymus* dans le monde [22]

V.2. En Algérie :

La répartition géographique du thym algérien est principalement concentrée dans les régions montagneuses et semi-arides du pays. Le thym est une plante aromatique qui pousse dans des sols secs et bien drainés, c'est pourquoi il privilégie les zones sèches.

Les espèces algériennes se trouvent dans le Tell oriental, dans les zones de substratum rocheux et sur les plateaux de haute montagne jusqu'à la frontière du Tassili pré-saharien. Ils sont principalement présents dans les zones subhumides et arides du nord-est de l'Algérie à la frontière tunisienne ; quelques individus isolés sont présents dans la province de Mascara et de la région d'Oran jusqu'aux frontières marocaines [10] (**Figure 4**).

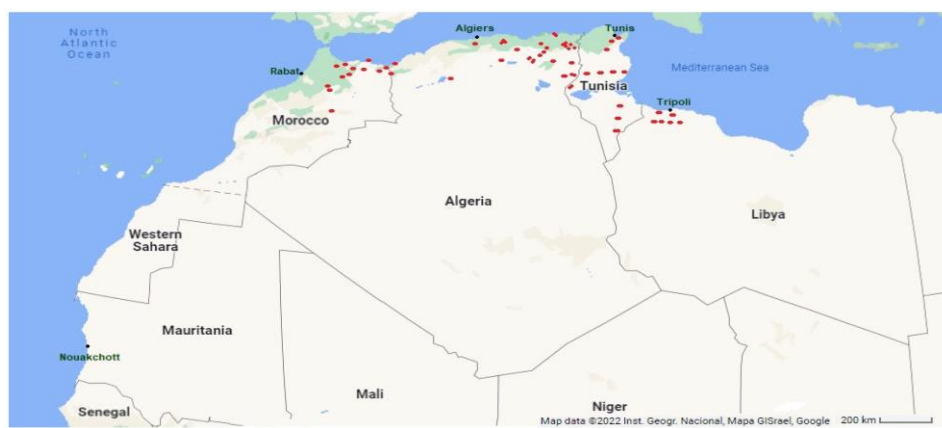


Figure 4 : Distribution maghrébine de *thymus vulgaris* [23]

VI. Importance pharmaceutique de *T. vulgaris* :

Thymus vulgaris est employé pour ses diverses propriétés médicinales liées aux différentes cultures. Il agit comme un stimulant, un antiseptique, un sédatif, un stomatique, un antitussif, un antispasmodique, un antimicrobien, un antioxydant, un anti-inflammatoire, un antiviral, un carminatif, un expectorant, un diaphorétique et un diurétique [24].

VI.1. Activité antioxydant :

Un antioxydant est une substance qui empêche l'oxydation de différentes molécules. L'oxydation est un processus chimique par lequel des électrons ou de l'hydrogène sont transférés d'une substance à un agent oxydant. Les réactions d'oxydation entraînent la formation de radicaux libres qui, à leur tour, déclenchent des réactions en chaîne. Lorsque ces réactions en chaîne se produisent à l'intérieur d'une cellule, elles peuvent causer des dommages ou la mort cellulaire. Les antioxydants agissent en neutralisant les radicaux libres intermédiaires, en interrompant ainsi les réactions en chaîne, et en inhibant diverses réactions d'oxydation [25].

Dans une comparaison de l'activité antioxydante entre le thym et d'autres composés antioxydants, le thym s'est révélé être l'un des meilleurs antioxydants. Une étude réalisée par Lee et Shibamoto a examiné l'activité antioxydante des composants volatils de différentes plantes, dont le thym. Les résultats ont montré que le thym avait un effet inhibiteur similaire à celui de l' α -tocophérol ou du BHT (butylhydroxytoluène) [26].

VI.2. Activité antimicrobienne :

Selon Borga, l'activité antimicrobienne des huiles essentielles dépend des composants chimiques qu'elles contiennent. Dans leur étude, il a été observé que l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle analysée était liée à la présence de composés phénoliques tels que le thymol, ainsi que d'hydrocarbures terpéniques tels que le γ -terpinène [27]. En revanche, le p-cymène, qui était le troisième composant majeur en termes de pourcentage, n'a pas montré d'efficacité antibactérienne lorsqu'il était utilisé seul. Cependant, des effets synergiques entre le p-cymène, le thymol et le γ -terpinène ont été observés, ce qui pourrait expliquer l'activité antimicrobienne enregistrée [14].

D'autre part, plusieurs études ont également démontré que les huiles essentielles présentent une activité antimicrobienne plus puissante que leurs principaux constituants individuels ou leurs mélanges respectifs. Cela suggère l'existence d'effets synergiques entre les composants mineurs des huiles essentielles et souligne l'importance de tous les composants dans leur activité biologique [14].

VII.Conséquences sur la santé publique et l'alimentation concernant l'utilisation du thym dans les aliments :

La Commission européenne a autorisé l'utilisation de divers composants d'huiles essentielles en tant qu'aromatisants dans les denrées alimentaires, parmi lesquels le thymol, car il ne constitue pas une menace pour la santé des consommateurs. La FDA (Food and Drug Administration des États-Unis) classe ces substances en GRS (généralement reconnues comme sûres) [26].

VII.1.Incorporation du Thym au Lait :

La qualité et l'effet des dérivés du thym sur le lait ont été rapportés Par Kraszewski et al. Ces auteurs ont étudié les effets de la supplémentation l'alimentation des vaches avec un mélange de plantes aromatiques contenant de la menthe poivrée le thym, et ils ont obtenu des résultats positifs en termes de production de lait et de propriétés physico-chimiques et la composition technologique du lait [26].

Chapitre II

I.Introduction :

De nos jours, il existe un intérêt croissant pour l'étude et l'utilisation des huiles essentielles (HE) dans divers domaines. Ceci est motivé par leur potentiel élevé en tant qu'agents antimicrobiens et antioxydants, ce qui suggère qu'elles pourraient éventuellement servir de substituts aux antibiotiques et aux fongicides. Les huiles essentielles sont fréquemment utilisées dans l'industrie des cosmétiques, des parfums et de l'alimentation, mais elles ont également des applications médicales en raison de leurs propriétés thérapeutiques [28].

II. Généralités sur les huiles essentielles :

Les huiles essentielles, également connues sous le nom d'"essence" ou d'"huiles volatiles", sont des substances odorantes et volatiles. Elles sont hydrophobes et se dissolvent facilement dans les alcools, l'éther et les huiles végétales et minérales. Lorsqu'elles sont pures et naturelles, elles ne contiennent aucun corps gras et sont composées exclusivement de molécules aromatiques volatiles. Ces huiles sont liquides à température ambiante et ont une consistance huileuse, bien qu'elles ne soient pas grasses. Leur densité est généralement inférieure à celle de l'eau, à l'exception de quelques cas tels que la cannelle, le saffran et le clou de girofle. Elles sont insolubles dans l'eau, rarement colorées, et doivent être conservées à l'abri de l'air et de la lumière [29].

III. Principaux domaines d'application des huiles essentielles :

Les huiles essentielles ont des applications variées en fonction de la plante d'origine et de la partie spécifique de la plante dont elles sont extraites, qu'il s'agisse de la fleur, de la feuille, des racines ou des graines. En général, les essences issues des racines sont connues pour leur action sur le système nerveux, tandis que celles extraites des graines et des fleurs ont un impact sur le système digestif dans son ensemble. Les huiles essentielles provenant des feuilles sont bénéfiques pour les systèmes respiratoire et cardiaque. Par conséquent, les huiles essentielles sont recommandées pour une utilisation antibiotique, antivirale, antiseptique, fongicide, cicatrisante, digestive, anti-inflammatoire, sédative, et bien d'autres [30].

III.1.Aromathérapie :

L'aromathérapie est une pratique thérapeutique qui utilise les huiles essentielles pour améliorer le bien-être physique, mental et émotionnel. Les huiles essentielles sont extraites de plantes aromatiques par distillation ou d'autres méthodes d'extraction, et elles contiennent des composés naturels qui peuvent avoir divers effets bénéfiques sur le corps et l'esprit [31].

L'utilisation des huiles essentielles pour promouvoir la santé et le bien-être a connu une résurgence remarquable à la fin du 20^e siècle et au début du 21^e siècle. Un nombre croissant de consommateurs montre un intérêt renouvelé pour adopter un mode de vie sain, en privilégiant des produits naturels et en explorant les médecines alternatives. Dans le domaine de la médecine occidentale, il y a une acceptation croissante des approches alternatives pour traiter diverses affections telles que la douleur, l'anxiété, la dépression et l'insomnie, qui impliquent l'utilisation d'huiles essentielles dérivées de plantes. Cette tendance reflète l'évolution des mentalités et l'intérêt croissant pour les options de traitement plus naturelles [31].

III.2.pharmacologie :

Les huiles essentielles sont présentes dans la composition d'une multitude de produits pharmaceutiques tels que les sirops, les gouttes et les gélules. Elles sont également utilisées dans la préparation d'infusions à base de plantes telles que la verveine, le thym, la menthe, et bien d'autres encore [30].

IV. Méthodes d'extraction des huiles essentielles :

Plusieurs méthodes d'extraction sont utilisées, et le choix de la technique dépendra de divers facteurs tels que la partie de la plante sélectionnée, le rendement souhaité, la durée d'extraction et le coût [21].

IV.1.Distillation par entraînement à la vapeur :

C'est la méthode d'extraction la plus couramment utilisée. Elle repose sur le principe d'utilisation de la vapeur d'eau pour extraire les huiles essentielles des plantes. La vapeur traverse le matériau végétal, emportant avec elle les composés volatils. La vapeur d'eau est ensuite refroidie et condensée pour obtenir l'huile essentielle.

Cette méthode permet d'obtenir des huiles essentielles de haute qualité, car elle est douce et n'implique pas l'utilisation de solvants chimiques. Elle est particulièrement adaptée aux plantes qui contiennent des composés volatils sensibles à la chaleur [32].

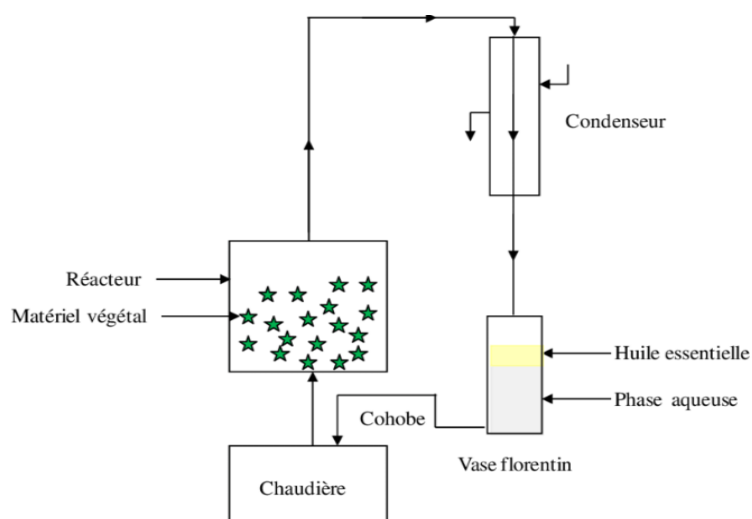


Figure 5 : Extraction par entraînement à la vapeur [33]

IV.2. Extraction par solvant :

Cette méthode utilise des solvants, tels que l'éthanol ou l'hexane, pour extraire les huiles essentielles des plantes. Le matériau végétal est trempé dans le solvant, ce qui permet de dissoudre les composés aromatiques. Ensuite, le solvant est évaporé pour obtenir l'huile essentielle. Ce processus permet d'obtenir les huiles essentielles pures [34].

IV.3. L'extraction par hydro distillation :

L'extraction par hydro distillation est une méthode utilisée pour extraire les huiles essentielles à partir de plantes aromatiques. Elle implique l'immersion de la matière première dans de l'eau bouillante. L'eau en ébullition permet de libérer les composés aromatiques de la matière première. Après la distillation, il est possible d'effectuer une décantation pour séparer l'huile essentielle. Il convient de noter que l'extraction par hydro distillation peut ne pas être adaptée à toutes les plantes, car certaines peuvent contenir des composés sensibles à la chaleur ou à la vapeur d'eau [33].

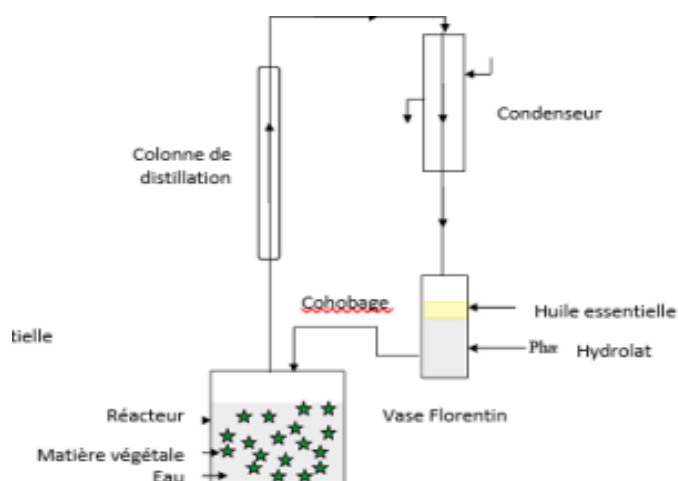


Figure 6 : Extraction par hydro distillation [33]

IV.4.Expression à froid :

Cette méthode consiste à presser mécaniquement les écorces des fruits pour libérer l'huile essentielle. L'extraction à froid est souvent préférée pour les plantes délicates et sensibles à la chaleur, car elle permet de préserver les composés volatils et les propriétés aromatiques des huiles essentielles [34].

V. Huile essentielle de thym :

L'huile essentielle de *Thymus vulgaris* est extraite à partir de la plante de thym commun, également connue sous le nom de thym vulgaire. Cette huile essentielle est appréciée pour ses nombreuses propriétés bénéfiques pour la santé et son arôme aromatique distinctif. Il est réputé pour ses propriétés antibactériennes, antivirales, antifongiques et antioxydantes. Il est souvent utilisée en aromathérapie, ainsi que dans l'industrie alimentaire, la fabrication de produits de soins personnels et dans certaines préparations médicinales [21]

V.1.Composition chimique de *T.vulgaris* :

La recherche a montré la présence de divers constituants chimiques dans l'huile essentielle de thym. Grâce à la spectroscopie, à savoir la GC/MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry), ils ont découvert divers composants végétaux, parmi lesquels trois composés ont été principalement retrouvés, à savoir le p-cymène, le γ -Terpinene et thymol voir (Tableau 1) [35].

Elle contient également des quantités significatives de linalol, d' α -terpinéol, de camphre, de caryophyllène et de carvacrol. De plus, les extraits méthanoliques de thym sont connus pour être riches en acides phénoliques tels que l'acide p-coumarique, caféique, rosmarinique, cinnamique, carnosique, férulique, quinique et caféoylquinique. On a également rapporté la présence de flavanones comme la naringénine et de flavones comme l'apigénine dans ces extraits. L'utilisation d'autres solvants tels que le butanol, l'acétate d'éthyle et l'hexane permet d'extraire d'autres composés du thym, notamment des saponines, des stéroïdes, des flavonoïdes, des alcaloïdes et des tanins [36].

Tableau 1 : Composition chimique de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris*

composition	%
Thymol	45
Carvacrol	3.5
p-Cymene	20
γ-Terpinene	8
Linalol	4
β-Myrcene	1.5
α-Terpinene	1.3

[37]

V.2.Principes actifs du thym

V.2.1.Les phénols :

Les phénols sont des molécules aromatiques qui présentent un groupe hydroxyle (OH) attaché à un cycle benzénique. Après les terpènes, ils constituent la majorité des composants des huiles essentielles. Les phénols possèdent de puissantes propriétés thérapeutiques anti-infectieuses et plus de 92% des bactéries pathogènes y sont sensibles. Ils agissent en tuant directement les germes en détruisant leurs membranes cellulaires, et ils stimulent également le système immunitaire pour renforcer l'organisme [38].

En particulier, l'huile essentielle de thym est riche en composées phénolique tel que le thymol, le carvacrol [39].

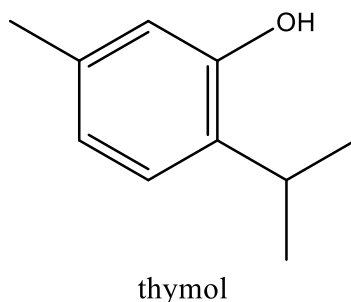


Figure 7 : structure de thymol

V.2.2 Les alcools :

. La composition du *Thymus vulgaris* comprend différents types d'alcools, tels que les alcools terpéniques ou monoterpénols. Parmi ces alcools, on retrouve notamment le linalol. Ces alcools contribuent aux propriétés thérapeutiques du thym en lui conférant des propriétés antimicrobiennes, antifongiques et anti-inflammatoires. Ils jouent un rôle important dans les applications médicales et culinaires du thym, offrant à la plante ses caractéristiques aromatiques et ses bienfaits pour la santé [40].

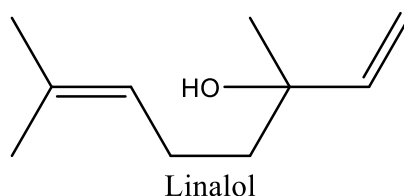


Figure 8 : structure de linalol

VI. L'Appareil digestif :

VI.1. Définition de l'appareil digestif :

L'appareil digestif englobe l'ensemble des organes responsables de la digestion, de l'assimilation et de l'absorption des aliments dans le corps. Chez les humains, le système digestif est responsable de la transformation des aliments afin de fournir les nutriments nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme. Les résidus non digérés sont éliminés par l'anus sous forme de matières fécales [41].

- **Organes constitutifs :** La cavité buccale Le pharynx L'œsophage L'estomac L'intestin grêle Le côlon.

- **Les organes annexes :** Le foie Le pancréas La vésicule biliaire Les glandes salivaires

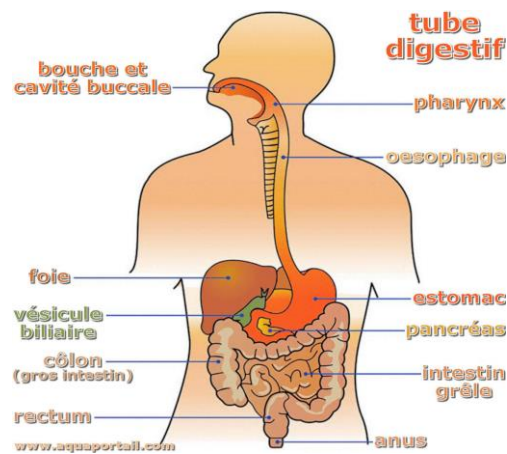


Figure 9 : l'appareil digestif [42]

VI.2.les troubles fonctionnels intestinaux :

Les troubles fonctionnels intestinaux (TFI) sont des affections chroniques du tractus gastro-intestinal caractérisées par des symptômes tels que des douleurs abdominales, des ballonnements, une distension et des anomalies du transit intestinal. Le syndrome du côlon irritable (SCI) est une forme spécifique de TFI qui se manifeste par des douleurs abdominales et des changements dans les habitudes de défécation. Selon des études récentes, la prévalence mondiale du SCI est de 11,2 %, tandis que les prévalences de la diarrhée fonctionnelle, des ballonnements fonctionnels et du SCI mis à jour sont respectivement de 5,7 %, 9,3 % et 0,9 %. Ces troubles ont un impact significatif sur la qualité de vie, ils sont une cause fréquente de consultations médicales et la satisfaction des traitements varie d'un individu à l'autre [43].

VI.2.1 Les ballonnement :

L'accumulation de gaz dans l'estomac et les intestins, associée à une douleur abdominale plus ou moins intense, est souvent causée par la consommation d'aliments riches en matières grasses [41].

VI.2.2. Brûlure de l'estomac :

La sensation de brûlure se produit lorsque le sphincter œsophagien inférieur se relâche et s'affaiblit, ce qui permet à l'acide gastrique de remonter dans l'œsophage [41]

VI.2.3. La constipation :

La constipation survient lorsque le côlon absorbe une quantité excessive d'eau des résidus alimentaires, ce qui entraîne la formation de selles sèches. Elle peut être de nature temporaire ou indiquer un problème de santé plus sérieux [41].

VI.2.4. La diarrhée :

La diarrhée est provoquée par une inflammation des parois de l'intestin grêle, ce qui empêche l'absorption adéquate des liquides et des nutriments, tandis que le côlon absorbe les liquides restants, formant ainsi des selles semi-solides. Elle est généralement causée par des infections virales ou bactériennes [41].

VI.3. Plantes médicinales et les troubles fonctionnels intestinaux :

Les plantes appartenant à la famille des lamiacées jouent un rôle essentiel en phytothérapie pour le traitement des troubles fonctionnels digestifs. Cette importance découle des propriétés pharmacologiques inhérentes à cette famille, notamment la stimulation des sécrétions digestives, la stimulation de la motilité gastrique, les propriétés antispasmodiques, antiseptiques et carminatives.

Parmi les espèces de cette famille, les plus citées sont : *Thymus vulgaris* (20,85%), *Carum Carvi* (17,17%), *Cuminum cymimum* (14,11%), *Verbena officinalis* (11,04%), et *Zingiber officinalis* (7,36%) [44].

VI.4. Relation entre la plante de *T.vulgaris* et les troubles fonctionnels :

Le *Thymus vulgaris* est utilisé pour traiter des troubles gastro-intestinaux tels que la dyspepsie en raison de ses effets carminatifs et spasmolytiques, qui sont attribués au thymol et aux flavones. Des études ont démontré que le thymol possède une action antibactérienne en perturbant la membrane cytoplasmique des bactéries, ce qui altère la force motrice du proton, le flux d'électrons et la coagulation du contenu cellulaire [13].

Chapitre III

I. Introduction :

Depuis de nombreuses années, les produits laitiers fermentés ont été utilisés comme moyen de conservation des aliments et ont été parmi les premiers produits alimentaires transformés consommés par l'humanité. Le yaourt, en tant que produit fermenté le plus célèbre, a connu une acceptation répandue à travers le monde en raison de ses nombreux bienfaits pour la santé, qui vont au-delà de sa valeur nutritionnelle. Il a toujours été et reste un élément essentiel de l'alimentation humaine. Dans différentes régions du monde, le yaourt est connu sous différents noms [45] [46].

I.1.Origine historique :

L'origine précise du yaourt dans l'histoire n'est pas clairement établie, mais il est largement supposé que le terme "yaourt" dérive du mot turc "yoğurtmak", signifiant "épaissir" ou "coaguler". Les premiers utilisateurs connus du yaourt étaient les Turcs nomades [47].

Tamime et Robinson en 1999, le yaourt aurait pu apparaître il y a environ 10 000 à 15 000 ans, peut-être au Moyen-Orient, grâce à une contamination accidentelle du lait par des bactéries lactiques présentes dans des récipients traditionnels tels que des pots en terre cuite ou des récipients en peaux d'animaux [47].

I.2.Définition de yaourt :

Le yaourt est un produit laitier fermenté obtenu par la fermentation de l'acide lactique par des bactéries lactiques telles que *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*. Pendant le processus de fermentation, ces cultures starter métabolisent le lactose présent dans le lait en acide lactique, ce qui entraîne une baisse du pH. [48].

II. Classification de yaourt :

Il y a plusieurs classifications de yaourt en fonction de plusieurs variantes qui sont :

II.1.En fonction de la méthode de production :

Il y a trois types principaux :

- **Yaourt ferme :** c'est un yaourt produit dans une masse semi solide continue par la fermentation/coagulation du lait.

- **Yaourt brassé** : c'est un yaourt se produit lorsque la fermentation est effectuée en vrac et non dans des contenants individuels.
- **Yaourt sucré à boire** : c'est un yaourt brassé avec une addition du lait et des arômes sont mélangés[49].

II.2.En fonction l'aromatisation : il y a 3 types

- **Yaourt nature** : c'est le yaourt produit sans arôme ajoutée.
- **Yaourt fruits** : se produisent par l'addition des fruits conserve, purée ou confiture.
- **Yaourt aromatisé** : sont produites avec l'addition des arômes aromatisées.[49]

II.3.En fonction de la teneur en matière grasse : il y 3 types

- **Yaourt entier** : 3% de matière grasse en poids.
- **Yaourt partiellement écrémé** : moins de 3% et plus de 0.5%de matière grasse.
- **Yaourt écrémé** : au maximum 0.5% de matière grasse)[50].

III. Les bactéries lactiques de yaourt :

La fermentation du yaourt est réalisée grâce à l'utilisation de deux bactéries lactiques, à savoir *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*. L'ajout de probiotiques au yaourt a été signalé, ce qui permet de classer le yaourt comme un aliment fonctionnel [51].

L'utilisation de probiotiques joue un rôle crucial dans l'équilibre du microbiote intestinal et dans le maintien de la santé du système digestif. La manipulation du microbiote intestinal peut également contribuer à réduire les risques de syndrome métabolique et de maladies liées au tractus gastro-intestinal grâce à la supplémentation en probiotiques dans l'alimentation. [52] .

III.1.L'intérêt des bactéries lactiques :

Ces bactéries jouent le rôle d'un conservateur dans la fabrication des aliments en diminuant leur pH ce qui empêche la propagation des germes nuisibles [53].

III.2. *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* :

Lactobacillus delbrueckii subsp. *bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* sont des bactéries lactiques thermophiles qui se présentent sous forme de bâtonnets. Elles sont non mobiles, gram positifs et anaérobies facultatifs homofermentaires. Les souches de *Lactobacillus* ne possèdent pas l'enzyme catalase et fermentent principalement les sucres en acide lactique (plus de 90%) sans production de gaz. Ces bactéries jouent un rôle essentiel dans le développement des caractéristiques organoleptiques et hygiéniques du yaourt.

S. thermophilus présente une adaptation remarquable à la croissance dans le lait. Son principal attribut lors de la fermentation laitière est la production d'acide lactique, ce qui entraîne une acidification rapide et l'inhibition d'autres micro-organismes. Les métabolites secondaires produits par *S. thermophilus*, tels que l'acétaldéhyde et les exopolysaccharides, ont un impact significatif sur la saveur et la texture du produit final, ce qui les rend également importants [54].

III.3. Caractères généraux des bactéries lactiques du yaourt :

Généralement, les bactéries lactiques du yaourt se caractérisent d'une [55] :

Grande capacité de production d'acide lactique en grande quantité à partir des sucres fermentés cibles.

Gram positif : la composition en guanine et cytosine est entre 33% et 54%

Bactéries mésophiles : peuvent se développer à 25-30°C

Bactéries thermophiles : peuvent se développer à 37-45°C

Type de métabolisme :

Homo-fermentaire : lorsque le principal produit de la fermentation est l'acide acétique

Hétéro-fermentaire : production de dioxyde de carbone, d'acide acétique et/ou d'éthanol.

IV. Les étapes de fabrication de yaourt :

On peut décrire la fabrication de yaourt par les étapes suivantes :

IV.1.Traitement thermique :

Le lait utilisé pour la fabrication de yaourt subi un traitement thermique de 90 à 95°C pendant 3 à 5 min. Dans cette température les toutes les bactéries pathogènes vont être détruit.

Ce traitement a de multiples effets sur la flore microbienne ainsi que sur les propriétés physico-chimiques et fonctionnelles du lait. Tout d'abord, il crée des conditions favorables aux développements des bactéries lactiques. Il détruit les germes pathogènes et indésirables et inactifs des inhibiteurs de croissance [56].

IV.2.Ensemencement et fermentation :

Après avoir chauffé le lait puis l'avoir refroidi à la température appropriée pour la fermentation, il est environ de 40 et 45 degrés, le processus de l'ensemencement a lieu. C'est l'inoculation dans le lait des deux germes spécifiques du yaourt, *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* à des rapports de 1.2 à 2/1 pour le yaourt nature et jusqu'à 10/1 pour les yaourts fruités [57].

Ainsi, pour les températures d'incubation de (40 à 50 °C) le taux d'ensemencement se situe entre 1 et 3%. En outre, la répartition des germes doit être bonne et régulière dans le lait et l'activité du levain doit atteindre en fin d'incubation 85 à 90 90°C [57] [58].

La fermentation correspond à la transformation du lactose du lait en acide lactique, sous l'action des bactéries lactique. Pour augmenter la stabilité du produit, par inhibition des altérations microbiennes et enzymatiques éventuelles et donc d'allonger sa durée de conservation. Elle confère également au produit des propriétés nutritionnelles et organoleptiques particulière [55].

IV.3.Refroidissement et stockage :

L'ajout éventuel des fruits intervient avant le conditionnement. Enfin, les yaourts, conditionnés dans des pots en verre ou en plastique, sont stockés en chambre froide à 4°C. A ce stade, ils sont prêts à être consommés. La durée limite de leur consommation est de 28 jours. 24 Pendant le stockage, les bactéries lactiques maintiennent une activité réduite. Cette évolution, appelée post-acidification, se traduit par une légère baisse du pH, surtout pendant les 2 premiers jours de stockage [59].

V. Valeur nutritionnel et effets thérapeutiques :

V.1 Valeur nutritionnel :

●Le yaourt contient de nombreuses vitamines bactéries et composants bioactifs, C'est une riche source de calcium, de vitamines D et B, qui, ensemble ont des effets bénéfiques sur la santé humaine [60].

●Ils renferment des ferments lactiques de plus en plus nombreux et variés, dont l'effet positif sur la microflore intestinale est maintenant largement reconnu. Les valeurs sont présentées dans (Tableau 2).

Tableau 2 : composition nutritionnelle de yaourt

Composantes	Teneur (/100g)
apporte calorique	42 à 115 Kcal
Eau	80-90g
Glucides	4 à 18g
protéines	4.3g
Lipides	0 à 3.5g
calcium	150mg

[61]

V.2.Effets thérapeutiques :

●Des études liées à l'utilisation de yogourt phyto-enrichi ont révélé qu'il prévient efficacement L'hypercholestérolémie et d'autres maladies chroniques, En raison de la présence d'acide linoléique conjugué, de calcium, de caséine, de pro biotiques et de protéines.

● Certaines études ont montré que le yaourt contribue efficacement au traitement de la diarrhée chez les enfants, et grâce à l'acide lactique, il est légèrement antiseptique. ; D'autre part, les bactéries du yaourt produisent des substances antimicrobiennes et des pré biotiques , dont des oligosaccharides.

● Le yaourt a des effets immunorégulateurs qui augmentent la production d'endorphine et d'immunoglobine et stimulent l'activité des lymphocytes B, tout cela grâce à des bactéries *Lactobacillus bulgaricus*.

● Les lactobacilles ont leur rôle dans la prévention de la formation de cancérigènes, en modifiant les enzymes bactériennes à l'origine des cancérigènes dans le système digestif [62] [63].

VI. Qualité de yaourt :

III.1.Aspects physico-chimique

Le yaourt doit répondre aux caractéristiques suivantes :

- couleur franche et uniforme ;
- goût franc et parfum caractéristique ;
- texture homogène (pour le yaourt brassé) et ferme (yaourt étuvé).

VI.2.Aspects hygiéniques

Le yaourt ne doit contenir aucun germe pathogène, Selon la norme nationale de 1998, N°35 parue au journal officiel.

La présence de micro-organismes pathogènes peut être fortuite malgré le traitement thermique du lait avant la fabrication du yaourt. Le pH acide du lait est crédité de tuer les germes pathogènes et autres germes indésirables.

Les levures et les moisissures ont le potentiel de se développer et de se multiplier dans le yaourt. Et qui viennent de Principalement de l'air ambiant dont la pollution se situe au stade de l'emballage [64].

Partie expérimentale

I. Introduction :

Notre travail est réalisé sur 3 parties distinctes :

- L'extraction de l'huile essentielle de la plante thymus vulgaris par hydro-distillation au niveau de laboratoire de recherche « Ecologie Fonctionnelle et Evolutive » et laboratoire pédagogique de département de Chimie de l'université Chadli Bendjedid El Tarf qui est utilisé comme conservateur et détermination de quelques propriétés.
- Préparation d'un yaourt naturel à base de l'huile essentielle de thymus et déterminer quelques propriétés physico-chimiques et organoleptiques.
- Etude des activités biologiques du produit.

II. Biomasse végétale et produits chimiques :

➤ Biomasse végétale :

L'échantillon de matière végétale utilisée dans cette étude a été collecté en avril 2023 dans la wilaya d'El Tarf. Il s'agit d'un échantillon d'environ 2 à 3 kg, qui a ensuite été étalé sur des feuilles d'aluminium et séché à l'air libre pendant une période de deux semaines.

➤ Produits chimiques

- Solvants : Ether de pétrole, Ethanol, Méthanol, Acide acétique, Chloroforme, réactif de Mayer, réactif de wijs,
- Autres : HCl(0.5M), KI, KOH (0.5M), Na₂SO₃ (0.1M), Na₂SO₃ (0.5M), FeCl₃, DDPH, phénole phtaliène, amidon

III. Matériels :

➤ Balance

Nous avons mesuré tous les poids avec une balance de 200g OHAUS



Photo 1 : Balance (KHERABI 2023)

➤ **Plaque chauffante et Agitateur magnétique :**

Plaque chauffante avec agitation magnétique STUART a été pour mélanger la solution titrée pour le calcul l'indice de saponification, indice de peroxyde.

La plaque chauffante a été utilisée pour chauffer le mélange d'extraction et le lait.



Photo 2 : plaque chauffante et agitateur magnétique (KHERABI 2023)

➤ **pH mètre :**

Toutes les mesures de pH ont été faites avec un appareil de pH mètre ADWA AD1000.

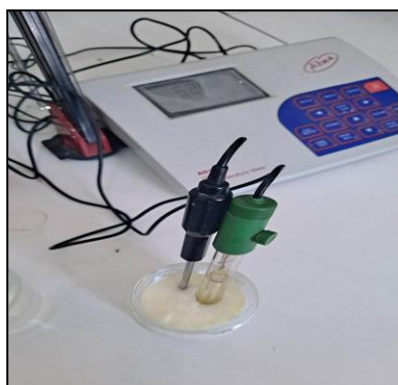


Photo 3 : pH mètre (KHERABI 2023)

➤ **Spectrophomètre:**

Pour mesurer l'intensité de l'absorbance de l'échantillon nous avons utilisé un spectrophotomètre JENXAY 6300.



Photo 4 : Spectrophomètre (KHERABI 2023)

➤ **Rotavapeur :**

Afin de distiller rapidement les solvants pour faire les tests de screening photochimique nous avons utilisé un rota vapeur HEIDOLPH.



Photo 5 : Rota-vapeur (KHERABI 2023)

➤ **Creuset :**

Nous avons utilisé le creuset pour calculer l'humidité.



Photo 6 : creuset (KHERABI 2023)

➤ **Refractomètre :**

L'appareil de refractomètre ABB, est utilisé pour la mesure de l'indice de réfraction.



Photo 7 : Refractomètre (KHERABI 2023)

➤ **Montage hydro-distillation :**

Nous avons effectué l'extraction d'huile essentielle de thym par un montage hydrodistillation.



Photo 8 : Hydrodistilateur (KHERABI 2023)

IV.Méthodes :

IV.1.Screening phytochimique de la plante :

Le screening chimique est une méthode d'analyse qualitative qui a pour but de mettre en évidence les groupes phytochimiques contenus dans une plante (Tableau 3).

Tableau 3 : test de screening phytochimiques

Principe actif	Réactif	Couleur
Les alcaloïdes	Macérer 1g de la poudre de la feuille dans 10ml d'HCl à 5% dans un récipient. On filtre le mélange on additionner ou filtrat quelque gouttes de réactif de Mayer.	blanc jaunâtre
Les saopnosides	1g de la poudre sèche est pesé dans une fiole dans laquelle 10ml d'eau distillée sont ajoutés et bouillis pendant 5min, le mélange est filtré. 2,5ml du filtrat sont ajoutés à 10ml d'eau distillée dans un tube à essai. Le tube est secoué vigoureusement pendant 30s puis on laisse reposer une demi-heure.	Une mousse alvéolaire
Les Flavonoïdes	Macérer 10g de la poudre de feuille dans 150ml HCl à 1% pendant 24h. Filtrer, prendre 10ml du filtrat, le rendre basique avec NH ₄ OH.	jaune claire dans la partie supérieure

		du tube
Les Tanins	10g de la feuille avec 100ml de MeOH à 80%.filtré, additionner au filtrat quelques gouttes d'une solution de FeCl ₃ à 1%	bleu ou vert indique
Stérols	Macérer 1g de poudre sèche dans 20ml d'éther pendant 24h. Filtrer puis évaporer. Le résidu obtenu est dissous dans l'anhydride acétique. L'addition d'acide sulfurique pur développe en présence des produits stéroluque.	mauve vire ou vert
Quinones	1g de poudre broyé est placé dans un tube avec 15à 30ml d'éther de pétrole. Après agitation et un repos de 24h. L'extrait est filtré puis concentré au Rotavapeur. La présence des quinones est confirmée par l'ajout de quelque goutte de NaOH	la phase aqueuse vire au jaune rouge ou violet.
Les huiles volatiles	Macérer 10g de la poudre dans 40ml d'eau distillée avec agitation constante 30mn. L'extrait est filtré. 2ml du filtrat sont secoués avec 0,1ml de NaOH dilué	un précipité blanc est formé avec les huiles volatiles

IV.2. L'extraction de L'huile Essentielle de thym :

L'extraction des huiles essentielles a été effectuée par Hydro distillation

Le protocole général de l'extraction est comme suit :

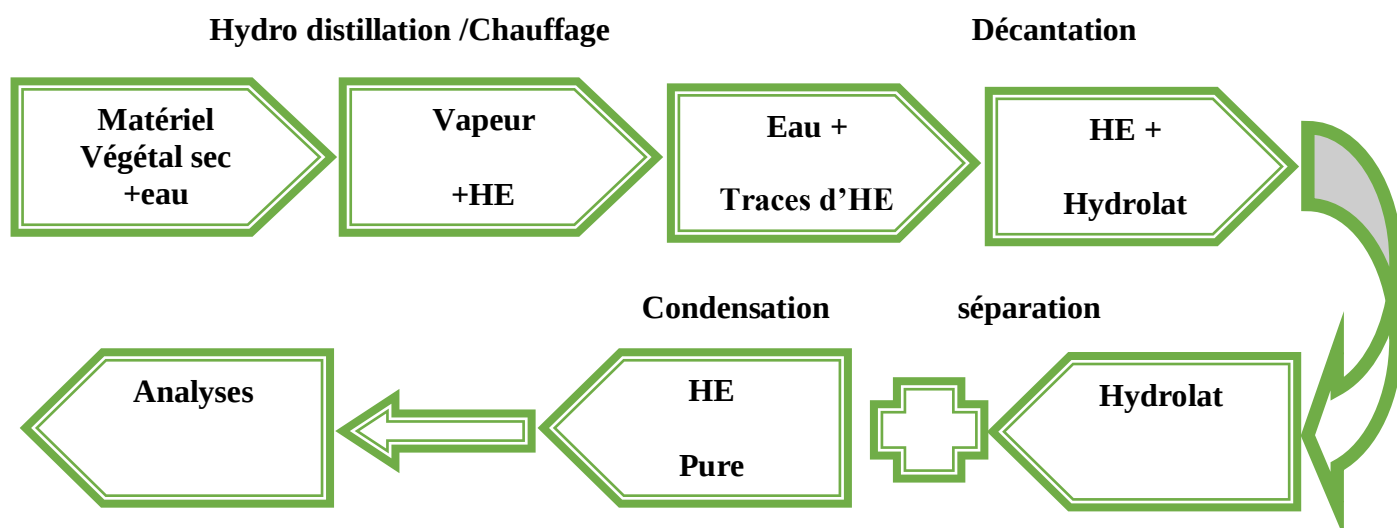


Schéma 1 :L'extraction d'huile essentielle de thym

➤ **Extraction :**

Dans une cocotte-minute de 7l, on met 500g de matériel végétal sec avec 6l d'eau distillée. Ce dernier est lié à un réfrigérant.



Photo 9 : Préparation de l'extraction (KHERABI 2023)

Ensuite, le mélange est déplacé sur une plaque chauffante et chauffé jusqu'à ébullition. La température de distillation est contrôlée (100°C).ce qui génère une vapeur qui transporte les composants volatils vers le condenseur.

La vapeur condensée est constituée d'un mélange d'eau et d'huile essentielle.

➤ **Décantation :**

Une fois l'extraction terminée, deux phases distinctes se forment : la phase organique supérieure et la phase aqueuse inférieure.

On récupère alors la phase organique par une séparation de décantation.



Photo 10 : Les étapes de décantation (KHERABI 2023)

IV.3. Préparation du yaourt :

La préparation du yaourt nature a été réalisée au niveau de laboratoire de recherche « Ecologie Fonctionnelle et Evolutive », avec les ingrédients nécessaires : HE de thym, lait de vache entier, yaourt nature, selon le diagramme suivant :

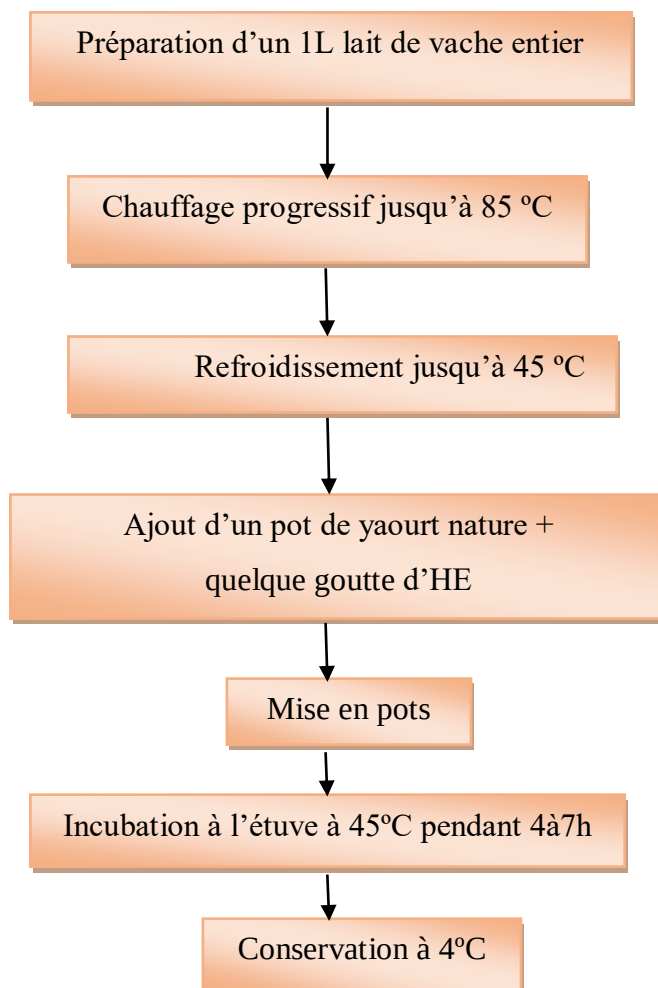


Schéma 2 : Etapes de préparation de yaourt

➤ **Préparation et chauffage de lait :**

Après avoir vidé le lait dans un bécher, il est placé dans une plaque chauffante et chauffé progressivement à 100°C.

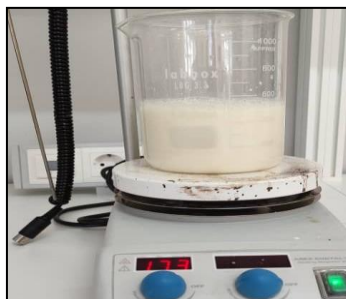


Photo 11 : Chauffage de lait (KHERABI 2023)

➤ **Refroidissement :**

On laisse le lait refroidir à la température appropriée pour la fermentation.



Photo 12 : Refroidissement de lait (KHERABI 2023)

➤ **Ensemencement :**

L'ensemencement est effectué par l'ajout d'un pot de yaourt nature et agitation pendant 5 min.



Photo 13 : Ensemencement de lait (KHERABI 2023)

➤ **Ajout de l'huile essentielle :**

On ajoute quelques gouttes de l'huile essentielle de thym et on agite bien le mélange.



Photo 15 : Ajout d'HE de thym (KHERABI 2023)

➤ **Mise en pots :**

Verser le mélange dans des pots en verre.



Photo 14 : Mise en pots (KHERABI 2023)

➤ **Incubation à l'étuve :**

Déplacer les pots dans l'étuve à $T=45^{\circ}\text{C}$.



Photo 15 : Incubation des pots dans l'étuve (KHERABI 2023)

➤ **Conservation :**

Conserver les pots au froid à 4°C .



Photo 16 : Conservation des pots en froid (KHERABI 2023)

V. Les analyses :

V.1. Tests organoléptiques du yaourt :

Chaque 7 jours durant toute la période de poste acidification, la qualité des laits fermentés expérimentaux a été évaluée par un jury composé de 10 dégustateurs, qui devront apprécier selon une échelle de notation variable de 1 à 10 les critères des produits suivants :

- **Gout acide** : Consiste à apprécier l'ampleur de l'acidité développée par les germes lactiques ensemencés dans les laits fermentés type yaourt au cours de l'entreposage (l'ajout du pot de yaourt nature).
- **Goût de fraîcheur** : Consiste à apprécier l'ampleur de la sensation de fraîcheur lors de la mise en bouche du produit.
- **Odeur** : Le panéliste est appelé à apprécier la sensation d'odeur désagréable des produits conservés au froid à 4°C.
- **Couleur** : Consiste à apprécier le niveau d'acceptabilité de la couleur des produits par les consommateurs.

V.2. Analyses physico-chimiques :

➤ Détermination de l'indice de réfraction :

-Nettoyer la lame du réfractomètre en utilisant huile de zimtole avec un papier.

-Etalonner l'appareil avec l'eau distillée dont l'indice de réfraction est égal à 1,333.

-Déposer quelques gouttes d'huile dans la lame de réfractomètre et régler le cercle de chambre sombre et clair dans la moitié et effectuer la lecture en tenant compte de la température.

➤ pH :

-Nettoyer l'électrode de pH mètre

-Etalonner l'appareil avec une solution tampon dont pH=7

-Après l'étalonnage rincer l'électrode avant d'être trempé dans la solution testée

-Déposer l'électrode dans l'échantillon.

-Lire le résultat qui est affiché dans la boîte électronique et on note

➤ **Humidité (H %) :**

Le taux d'humidité, dans nos échantillons, a été déterminé par le procédé de dessiccation à une température de 100° C dans une étuve isotherme ventilée à la pression atmosphérique pendant 2h.

-Peser le creuset à vide

-Peser 2g d'échantillon dans le creuset

-Met le creuset dans l'étuve à 100°C pendant 2h

-Peser le creuset après la dessiccation

Considérons :

X : Poids de l'échantillon

Y : Poids de l'échantillon après déshydratation

T% : Taux d'humidité exprimé en pourcentage

$$T\% = \frac{X-Y}{X} \times 100$$

➤ **Mesure de la densité**

La densité relative de l'HE est définie comme étant le rapport de la masse d'un certain volume d'huile à 20°C et la masse de volume d'eau distillée à 20°C.

-Prélevez 3 ml de l'échantillon et pesez-le.

-Prenez 3 ml d'eau distillée et pesez-le.

➤ **Indice d'acide :**

- Peser 2g d'huile dans un erlenmeyer.

- On Ajouter 5 ml d'éthanol à 95% et 5 gouttes de phénolphthaléine (pp) à 0,2%.

- On neutraliser par ajout d'une solution éthanolique de KOH (0,1mol/) jusqu'à obtention d'une couleur rose persistante.

$$I.A = \frac{56.11 * VEq * N}{P}$$

V : volume en ml de KOH utilisé

p : prise d'essai en g

56.11 : MM de KOH

N : normalité de KOH0

➤ **Indice de peroxyde :**

- Dans un flacon peser exactement 2 grammes d'huile.
- Ajouter 10 ml du chloroforme et dissoudre rapidement la prise d'essai en agitant.
- Ajouter 15 ml d'acide acétique, puis 1 ml de la solution d'iodure de potassium.
- Boucher aussitôt le flacon, l'agiter durant 1 mn et le laisser 5 mn exactement à l'abri de la lumière et à une température comprise entre 15°C et 25°C.
- Ajouter ensuite 75 ml d'eau distillée.
- Titrer l'iode libéré avec la solution de thiosulfate en agitant vigoureusement en présence de quelques gouttes d'empois d'amidon comme indicateur.
- Effectuer de la même façon un essai à blanc.

$$IP = \frac{(V1 - V2) \times N \times 1000}{m}$$

V1 : volume en ml en thiosulfate de sodium pou essai à blanc

V2 : volume en ml de thiosulfate de sodium nécessaire pour la détermination

N : normalité de thiosulfate de sodium 0.5N

m : masse de la prise d'essai en g

➤ **Indice d'iode :**

- Peser la prise d'essai, à 1 gramme près et l'introduire dans un flacon de 250 ml.
- Ajouter 15 ml de tétrachlorure de carbone et 25 ml du réactif de Wijs.
- Après avoir boucher et agiter, envelopper avec du papier noir et laisser pendant une heure.
- Ajouter 20 ml d'iodure de potassium à 10% préparé instantanément et 150 ml d'eau distillée.
- Titrer avec la solution de thiosulfate de sodium à 0,1 N jusqu'à ce que la couleur jaune due à l'iode ait presque disparu.

- Ajouter quelques gouttes d'empois d'amidon et poursuivre le titrage jusqu'à la disparition de la couleur bleu violette, la solution devient alors transparente.
- Effectuer de la même façon un essai à blanc.

$$II = \frac{V_0 - V}{P} \times 1269 \times N$$

V₀ : volume en ml de thiosulfate de sodium 0.1N

V : volume nécessaire de thiosulfate de sodium pour titrer l'échantillon

P : masse de la prise à essai en g

N : normalité de thiosulfate de sodium

126.9 : MM de thiosulfate de sodium

➤ L'acidité Dornic du yaourt :

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

V.3. Analyses biologiques :

➤ Activité anti oxydante :

Préparer une solution de DPPH à $6.34 \times 10^{-5}M$.

Préparation de l'extrait méthanoïque : on prend 5 mg d'échantillon plante sèche avec 5 ml de méthanol avec agitation.

La dilution se fait comme suit : Dans 5 tubes, on fait une dilution en série :

Rapport	1/1	1/2	1/4	1/8	1/16
Echantillon µl	10	10	10	10	10
Méthanol µl	10	10	10	10	10

De chaque échantillon, nous prélevons 10µl et le mettons dans une cuve et on rajoute le DPPH (1900µl). On les laisse à l'obscurité pour 20 à 30 min.

La lecture de l'absorbance est faite contre un blanc préparé à 517nm après 30 min d'incubation à l'obscurité et à la température ambiante

➤ **Analyses microbiologiques :**

-Pour le *Streptococcus thermophilus*, les germes ont été dénombrés en effectuant une dilution et en les cultivant sur un milieu de culture sélectif appelé "M17". L'incubation s'est déroulée à une température de 37°C pendant 48 heures.

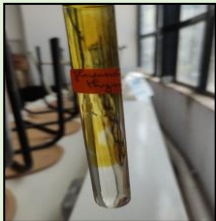
-Quant au *Lactobacillus bulgaricus*, les germes ont été dénombrés en réalisant une dilution et en les cultivant sur un milieu de culture sélectif appelé "MRS". L'incubation s'est déroulée à une température de 30°C pendant 48 heures.

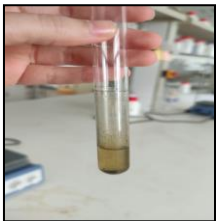
Résultats et discussion

I. Test de screening phytochimique :

Les résultats du screening phytochimique réalisé sur la poudre de thym est représenté dans (Tableau 4) :

Tableau 4 : résultats de test screening phytochimiques

Test	Résultat	Image
Alcaloïdes	+++	
Saponines	+	
Tanins	+++	
Huile volatiles	+++	
Flavonoïdes	+++	

Quinones	-	
Stérols		

(+ positif), (++) moyennement positif), (+++ fortement positif), (- négatif)

D'après les résultats nous remarquons que le thym est riche en alcaloïdes, flavonoïdes, tanins et les huiles volatiles, une présence très abondante de saponines et l'absence de quinones.

L'étude de screening phytochimique a révélé la présence de composés chimiques possédant des activités biologiques prompts, tels que les polyphénols, les flavonoïdes et les tanins.

Ces composés présentent de puissantes propriétés thérapeutiques anti-infectieuses, ainsi il contribue aux propriétés thérapeutiques du thym en lui conférant des propriétés antimicrobiennes, antifongiques et anti-inflammatoires.

II. Calcule de rendement :

Le rendement de l'HE est défini comme étant le rapport entre la masse d'HE obtenu et la masse du matériel végétal à traiter. Le rendement est calculé par la formule suivante :

$$R (\%) = M / M0 \times 100$$

R (%) : Le rendement des huiles essentielles.

M : La masse d'huile essentielle récupéré (g).

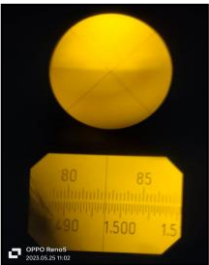
M0 : La masse de matière végétale (g).

Le rendement de l'huile essentielle de couleur jaune à obtenue par HD des feuilles fraîches et sèches de (3.1%

III. Analyses physico-chimique d'huile essentielle :

L'analyse physico-chimique est réalisée pour contrôler les caractéristiques physiques et chimiques des huiles essentielles. Les résultats sont regroupés dans le (Tableau 5) :

Tableau 5 : Résultats d'analyse physicochimique d'huile essentielle de thym

	HE thym	Image	Norme
pH	6.2		6.30
Indice de réfraction	1.497nD T=20.9°C		1,513
Densité	0.83	////	0.91
Humidité	0		/
Indice d'acide	0.841mgKOH/g huile	/	3.004

Indice de peroxyde	4750		7600
Indice d'iode	6.1		3.5-7.5

Le **pH**=6.2 de notre huile essentielle est acide, il est presque le même résultat que celui (Benhalima A). Ce résultat indique que cette huile essentielle peut avoir des propriétés antimicrobiennes efficaces, ce qui lui permettrait de jouer un rôle de conservateur en empêchant la croissance des microorganismes dans les produits alimentaires, contribuant ainsi à leur stabilité [65].

L'indice de réfraction obtenu dans notre étude est de 1,479 ce qui est légèrement inférieur à celui de Benhalima A. Mais ils sont similaires à ceux donnés par Garner (1991) et Naves (1974) : 1,499 et 1,491 respectivement. Ce rapport indique la capacité des HEs à réfléchir la lumière. [65]

L'indice d'acidité mesuré est de 0,84, ce qui est considérablement inférieur à celui rapporté par Bemhalima et inférieur à celui donné par Garner (1991), qui est de 1,458. L'indice d'acide est un critère chimique de fraîcheur et de pureté de l'huile, il nous renseigne sur son degré d'altération [65].

Pour la densité spécifique mesurée est de 0,83, ce qui est comparable au résultat de référence et cohérent avec la référence AFNOR utilisée par Benhalima A pour la comparaison [66].

L'indice de peroxyde est une mesure de la quantité d'oxydation présente dans une substance, et il est couramment utilisé pour évaluer la stabilité et la qualité des huiles essentielles. Dans

notre étude, nous obtenu un indice de peroxyde de 4750, ce qui est inférieur à la valeur de référence de 7600. Cela suggère que l'huile essentielle de thym que nous avons étudiée présente une oxydation relativement faible par rapport à la référence.

De plus, nous mentionnons que l'indice de peroxyde trouvé dans notre étude est également inférieur à celui rapporté par Garnero en 1991 [65], qui était de 8000. Cela suggère que notre échantillon de l'huile essentielle de thym présente une oxydation encore plus faible que celui étudié par Garnero.

La présence d'une certaine quantité de peroxyde dans l'huile essentielle de thym est attendue, car les peroxydes peuvent se former naturellement lors du processus d'oxydation des composés présents dans l'huile. Cependant, il est important de noter que des indices de peroxyde plus élevés peuvent indiquer une oxydation accrue et une altération de la qualité de l'huile essentielle.

Quant à **l'indice d'iode**, Les résultats de notre étude montrent un indice d'iode de 6.1 pour l'huile essentielle de thym que nous avons analysée. Cette valeur est significativement proche de la valeur de référence donnée par Marongiu, qui varie entre 3.5 et 7.5. Cela suggère que notre échantillon d'huile essentielle de thym présente une teneur en acides gras insaturés importante et similaire à celle rapportée dans cette étude antérieure.

La proximité des résultats obtenus dans notre étude avec la valeur de référence de Marongiu, B. est encourageante et indique une certaine cohérence entre les analyses réalisées. Cela renforce la fiabilité de notre évaluation de l'indice d'iode pour l'huile essentielle de thym étudiée.

La variation des indices chimiques : indice d'acide, et indice d'iode et indice de peroxyde a analysé est due à l'HE, la qualité de l'HE, la période de récolte, la zone géographique, la génétique de la plante, l'organe de la plante utilisé et la méthode d'extraction employée [68].

IV. Test organoléptique et physicochimique de yaourt :

L'examen organoleptique consiste en des tests olfactif et gustatif complétés par une disruption de gout acide et fraîche la couleur et l'odeur.

➤ **Gout acide :**

La variation du goût acide du yaourt nature de thym en fonction du temps est intéressante. Plus ils fermentent longtemps, plus le goût devient acide et intense. Cela ajoute de la complexité aux saveurs et peut être agréable si vous recherchez une expérience gustative plus audacieuse.

C'est un sujet important dans l'industrie alimentaire et la recherche scientifique. Les yaourts, sont produits par l'action de bactéries lactiques sur le lactose présent dans le lait, ce qui entraîne une fermentation lactique. Au cours de ce processus, l'acide lactique est produit, ce qui confère au produit final son goût acide caractéristique.

La variation du goût acide des laits fermentés peut être influencée par plusieurs facteurs. Tout d'abord, les souches de bactéries lactiques utilisées dans la fermentation peuvent avoir des activités métaboliques différentes, ce qui se traduit par des taux de production d'acide lactique variables. Certaines souches peuvent produire plus d'acide lactique, ce qui donne un goût plus acide au produit final.

Ensuite, la durée de fermentation peut également jouer un rôle dans la variation du goût acide. Une fermentation plus longue permet aux bactéries lactiques de produire davantage d'acide lactique, ce qui intensifie le goût acide. À l'inverse, une fermentation plus courte peut donner un produit final moins acide.

Enfin, d'autres facteurs, tels que la température de fermentation, la composition du lait (par exemple, la teneur en matières grasses) et les conditions de stockage, peuvent également avoir une incidence sur la variation du goût acide des laits fermentés.

Il convient de noter que le goût acide des yaourts peut être apprécié différemment d'une personne à l'autre en raison des préférences individuelles. Certaines personnes préfèrent un goût plus acide, tandis que d'autres préfèrent un goût plus doux. Les fabricants de produits laitiers cherchent souvent à trouver un équilibre entre l'acidité et d'autres caractéristiques sensorielles pour satisfaire les préférences des consommateurs.

➤ **Gout de fraîcheur**

Au cours de la période de conservation, les dégustateurs ont bien apprécié le goût de fraîcheur des laits fermentés additionnés

La plupart des consommateurs pourraient apprécier le goût frais et herbacé du yaourt nature au thym. Le thym est une herbe aromatique connue pour son parfum distinctif et ses notes légèrement terreuses. Lorsqu'il est incorporé dans un yaourt nature, il peut ajouter une saveur subtile et rafraîchissante, qui se marie bien avec la texture crémeuse du yaourt. Certains amateurs de saveurs plus audacieuses pourraient trouver que le goût du thym apporte une touche d'originalité à un yaourt traditionnel.

➤ **L'odeur :**

Pour 80% des consommateurs qui ont dégusté le yaourt préparé, l'odeur du thym est assez prononcée et apporte une touche de fraîcheur au yaourt. C'est différent des yaourts nature classiques.

Concernant, le gout acide, le gout de fraîcheur et l'odeur du produit, s'avèrent que les dégustateurs ont bien apprécié les laits fermentés additionnés à l'huile essentielle de thym.

➤ **Couleur :**

Le yaourt préparé présente une couleur blanche. En général, la couleur du yaourt dépend de plusieurs facteurs tels que la couleur du lait utilisé, la coloration caramélisée du lait lors du chauffage, ou l'ajout de substances colorantes.

En conclusion, il est à signalé que cette plante autochtone médicinale qui pousse bien dans la région d'El TARF à savoir le *Thymus vulgaris* peut être exploitée comme conservateur bio en yaourtière pour fabriquer un yaourt santé, alicament ayant des vertus thérapeutiques particulières.

➤ **Suivie de pH de yaourt:**

Nous avons suivi le pH de nos pots de yaourt dans une période de 21 jours les résultats de l'évolution de pH représenté dans la courbe voir (Figure 10) :

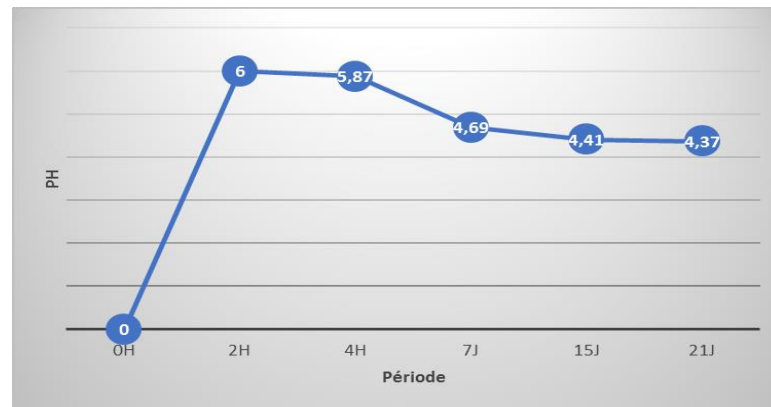


Figure 10 : Evolution du PH du yaourt à base d'huile essentielle de thym

En général durant toute la période de la fermentation et de post acidification, les valeurs de pH marquent une évolution décroissante de 6 à 4,37 en moyenne (figure 10).

La baisse du pH peut s'expliquer par la croissance des bactéries lactiques favorisant l'acidification du milieu.

➤ Acidité Dornic :

Le degré Dornic permet de quantifier l'acidité et particulièrement l'acide lactique présent dans les produits laitiers.

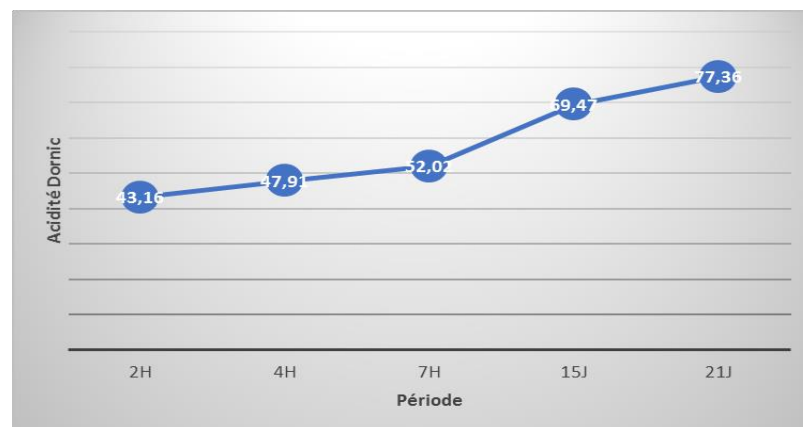


Figure 11 : Evolution de l'acidité Dornic du yaourt à base d'huile essentielle de thym

Au cours de la phase de la post acidification, l'évolution de l'acidité du yaourt incorporé d'huile essentielle est caractérisée par une augmentation à 43,16 °D 77,36 °D au 21ème jour (figure 11).

Tout d'abord, il est possible que l'huile essentielle de thym utilisée dans l'expérience ait un effet sur la fermentation du yaourt. Certaines huiles essentielles peuvent avoir des propriétés

antimicrobiennes qui peuvent influencer la croissance des bactéries lactiques responsables de la fermentation lactique. Cela peut entraîner une production accrue d'acide lactique, ce qui se traduit par une augmentation de l'acidité du yaourt.

Deuxièmement, il est également possible que l'huile essentielle de thym ait un effet sur l'activité des enzymes impliquées dans la fermentation lactique. Les enzymes lactiques peuvent être sensibles à certaines substances présentes dans l'huile essentielle, ce qui peut accélérer le processus de fermentation et augmenter l'acidité du yaourt.

En conclusion, les résultats indiquent une augmentation significative de l'acidité du yaourt incorporé d'huile essentielle de thym pendant la phase de post acidification, passant de 43,16 °D à 77,36 °D au 21e jour. Cette augmentation peut être attribuée à l'effet de l'huile essentielle de thym sur la fermentation lactique et sur l'activité des enzymes impliquées.

V. Analyses biologiques :

➤ Activité antioxydante de thym :

La variation de % d'inhibition en fonction de concentration dans le thym et l'acide ascorbique représenté dans la (figure 12) :

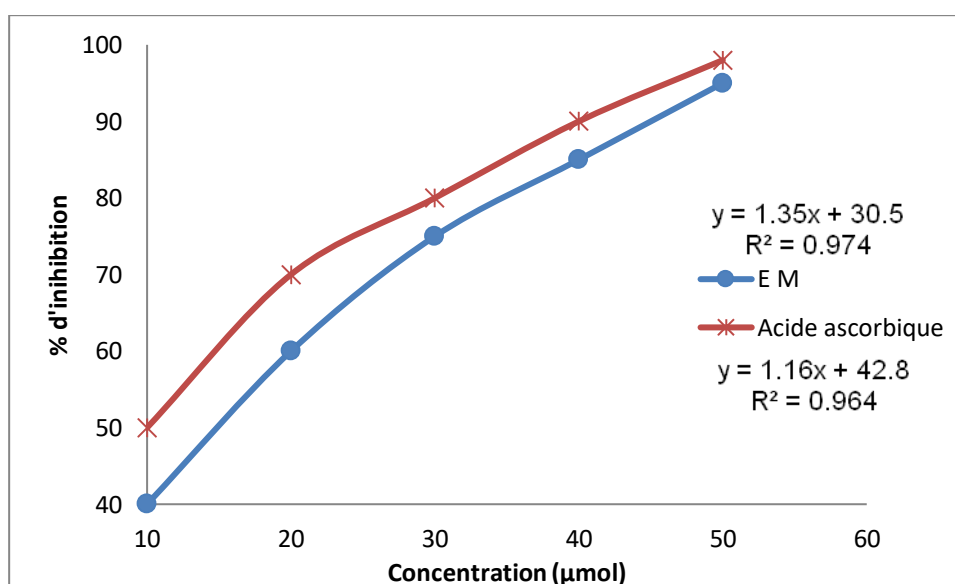


Figure 12 : variation de % d'inhibition en fonction de concentration dans le yaourt et l'acide ascorbique

Les résultats peuvent être exprimés en tant que l'activité anti radicalaire ou l'inhibition des radicaux libres en pourcentages (I%) en utilisant la formule suivante :

$$\% \text{ d'inhibition} = [(Abs_{\text{Contrôle négatif}} - Abs_{\text{Échantillon}} / Abs_{\text{Contrôle négatif}})] \times 100$$

Où :

- % : pourcentage d'inhibition de l'activité antiradicalaire ;
- **Abs_{Échantillon}** : Absorbance de l'échantillon ;
- **Abs_{Contrôle négatif}** : Absorbance du control négatif.

Calcul des IC₅₀ :

L'IC₅₀ ou la concentration inhibitrice de 50% (aussi appelée EC₅₀ pour Efficient Concentration 50), est la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50% de radical DPPH.

Les IC₅₀ sont calculées graphiquement par les régressions linéaires des graphes tracés ;

Le pourcentage d'inhibition en fonction de différentes concentrations des extraits méthanoliques de thym testées.

Pour calculer l'IC₅₀ (concentration inhibitrice à 50 %) à partir des données fournies, vous pouvez utiliser des méthodes d'interpolation ou d'ajustement de courbe. Dans notre étude, nous avons utilisé une interpolation linéaire pour estimer l'IC₅₀ pour le thym et l'acide ascorbique.

Pour le thym : À partir des données fournies, nous pouvons voir que l'activité antiradicalaire de thym est de 40 % à une concentration de 10, et elle augmente progressivement pour atteindre 95 % à une concentration de 50.

Pour estimer l'IC₅₀ du thym : nous pouvons estimer la concentration à laquelle l'activité antiradicalaire atteint 50 % en interpolant les données. À partir de l'observation des valeurs, nous pouvons estimer que l'activité antiradicalaire du thym atteint environ 50 % entre les concentrations de 20 et 30.

En utilisant une interpolation linéaire, nous pouvons estimer l'IC₅₀ de thym en calculant la concentration correspondant à 50 % d'activité antiradicalaire :

Ainsi, l'IC₅₀ estimé de notre extrait méthanolique est d'environ 22 µM.

Pour l'acide ascorbique : De manière similaire, nous pouvons effectuer une interpolation linéaire pour estimer l'IC50 de l'acide ascorbique.

En utilisant les données fournies, nous pouvons estimer que l'activité antiradicalaire de l'acide ascorbique atteint environ 50 % entre les concentrations de 20 et 30.

En utilisant une interpolation linéaire, nous pouvons estimer l'IC50 de l'acide ascorbique :

IC50 de l'acide ascorbique = 24 μ M

Ainsi, l'IC50 estimé de l'acide ascorbique est d'environ 24 μ M.

➤ **Analyses microbiologiques :**

1. Streptococcus thermophilus :

Les résultats de l'évolution de la croissance de Streptococcus thermophilus dans le yaourt nature et le yaourt additionné d'huile essentiel de thym est donné dans le (Tableau 6) :

Tableau 6 : Evolution de la croissance de Streptococcus thermophilus dans le yaourt nature et le yaourt additionné d'huile essentiel de thym

Temps	Nombres des colonies de Streptococcus thermophilus 10 ⁷ (UFC/ ml)	
	Yaourt nature	Yaourt + HE
1er jour	7,68	8,21
1^{er} semaine	7,53	7,98
2^e semaine	7,36	7,65
3^e semaine	7,12	7,47

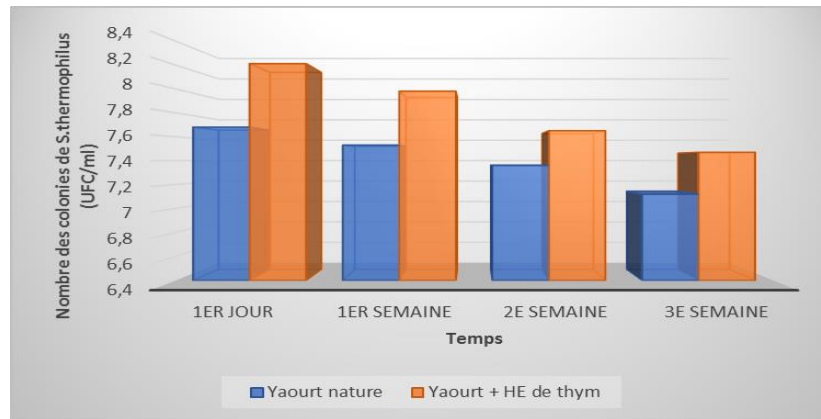


Figure 13 : Evolution de la croissance de *S.thermophilus* dans le yaourt nature et le yaourt additionné d’HE de thym

Dans le yaourt nature et le yaourt additionné d'huile essentielle de thym peut être interprétée à partir des données fournies. Les nombres de colonies de *Streptococcus thermophilus* sont mesurés en unités de formation de colonies par millilitre (UFC/ml) à différents intervalles de temps.

Au premier jour, on observe une légère augmentation du nombre de colonies dans les deux échantillons. Le yaourt nature présente un nombre initial de colonies de 7,68 UFC/ml, tandis que le yaourt additionné d'huile essentielle de thym affiche un nombre légèrement plus élevé de 8,21 UFC/ml. Cela suggère que l'huile essentielle de thym pourrait avoir un léger effet stimulant sur la croissance de *Streptococcus thermophilus*.

Au bout de la première semaine, on remarque une diminution des colonies dans les deux échantillons. Le yaourt nature présente un nombre réduit à 7,53 UFC/ml, tandis que le yaourt additionné d'huile essentielle de thym affiche un nombre légèrement plus élevé à 7,98 UFC/ml. Cela suggère que l'ajout d'huile essentielle de thym pourrait avoir un effet inhibiteur sur la croissance de *Streptococcus thermophilus* par rapport au yaourt nature.

Au cours de la deuxième et de la troisième semaine, on observe une tendance similaire. Les deux échantillons montrent l'évolution de la croissance de *Streptococcus thermophilus* dans le yaourt nature et le yaourt additionné d'huile essentielle de thym peut être interprétée à partir des données fournies. Les nombres de colonies de *Streptococcus thermophilus* sont mesurés en unités de formation de colonies par millilitre (UFC/ml) à différents intervalles de temps.

En résumé, l'ajout d'huile essentielle de thym semble avoir un effet modulateur sur la croissance de *Streptococcus thermophilus* dans le yaourt. Au départ, il peut stimuler légèrement la croissance, mais par la suite, il semble avoir un effet inhibiteur qui entraîne une diminution du nombre de colonies par rapport au yaourt nature.

2. *Lactobacillus bulgaricus* :

L'évolution de la croissance de *Lactobacillus bulgaricus* dans le yaourt nature et le yaourt additionné d'huile essentielle de thym donné de (Tableau 7) :

Tableau 7 : Evolution de la croissance de *Lactobacillus bulgaricus* dans le yaourt nature et le yaourt additionné d'huile essentielle de thym

Temps	Nombres des colonies de <i>Lactobacillus bulgaricus</i> 10 ⁶ (UFC/ ml)	
	Yaourt nature	Yaourt + HE
1er jour	6,85	6,57
1 ^{er} semaine	6,77	6,46
2 ^e semaine	6,54	6,24
3 ^e semaine	6,12	5,88

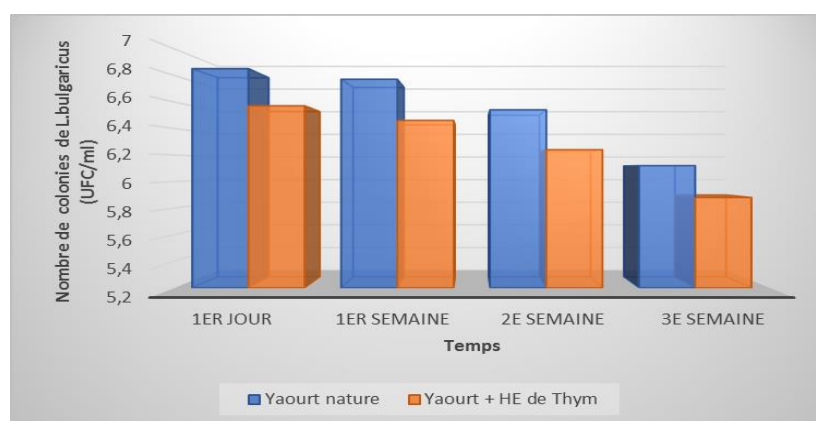


Figure 14 : Evolution de la croissance de *L.bulgaricus* dans le yaourt nature et le yaourt additionné d'HE de thym

Dans le yaourt nature et le yaourt additionné d'huile essentielle de thym peut être interprétée à partir des données fournies. Les nombres de colonies de *Lactobacillus bulgaricus* sont

mesurés en unités de formation de colonies par millilitre (UFC/ml) à différents intervalles de temps.

Au premier jour, on observe un léger déclin du nombre de colonies dans les deux échantillons. Le yaourt nature présente un nombre initial de colonies de 6,85 UFC/ml, tandis que le yaourt additionné d'huile essentielle de thym affiche un nombre légèrement plus faible de 6,57 UFC/ml. Cela suggère que l'huile essentielle de thym pourrait avoir un léger effet inhibiteur sur la croissance de *Lactobacillus bulgaricus*.

Au bout de la première semaine, on remarque une nouvelle diminution du nombre de colonies dans les deux échantillons. Le yaourt nature présente un nombre réduit à 6,77 UFC/ml, tandis que le yaourt additionné d'huile essentielle de thym affiche un nombre légèrement plus bas à 6,46 UFC/ml. Cette tendance à la diminution se poursuit au cours de la deuxième et de la troisième semaine, avec des nombres de colonies de plus en plus faibles dans les deux échantillons.

Cependant, il est important de noter que l'ajout d'huile essentielle de thym semble avoir un effet plus prononcé sur la croissance de *Lactobacillus bulgaricus* par rapport à *Streptococcus thermophilus*, comme indiqué dans la question précédente. Les nombres de colonies dans le yaourt additionné d'huile essentielle de thym sont généralement inférieurs à ceux du yaourt nature à chaque intervalle de temps, ce qui suggère que l'huile essentielle de thym a un effet inhibiteur plus marqué sur *Lactobacillus bulgaricus*.

En résumé, l'ajout d'huile essentielle de thym semble avoir un effet inhibiteur sur la croissance de *Lactobacillus bulgaricus* dans le yaourt. Les nombres de colonies sont généralement plus faibles dans le yaourt additionné d'huile essentielle de thym par rapport au yaourt nature.

VI .Évaluation organoleptique et thérapeutique sur les troubles digestifs de produit yaourt thym :

Nous avons effectué une évaluation organoleptique et thérapeutique sur les troubles digestifs de produit yaourt thym (voir Annexe) que nous avons précédemment présenté à certaines personnes :

Les résultats obtenus sont les suivants :

57.1% gout doux,

100% Couleur blanc,

100% Arome de thym,

57.1% Changement dans symptôme de douleurs abdominales,

85.7% Changement de symptômes de ballonnements,

85.7% Changement de symptômes de constipation,

71.4% Changement de symptômes de nausées.

Voir le lien de l'évaluation organoleptique et thérapeutique sur les troubles digestifs de produit yaourt thym :

<https://docs.google.com/forms/d/1KDFP2i7Gj9FIE0H98rIViyEM7rqDC0z5TUeLNHwgGUc/edit?vc=0&c=0&w=1&flr=0>

Conclusion générale :

La plante de *Thymus vulgaris* parmi les plantes médicinales aromatiques qui fournissent des réserves abondantes des composés bioactifs. Elle possède des propriétés curatives et peut avoir des effets pharmacologiques sur le corps humain. De nos jours la recherche s'intéresse pour l'étude et l'utilisation de l'huile essentielle de cette plante dans divers domaines entant qu'un agent antibactérien et antioxydant.

Dans cette étude nous avons essayé de miser en évidence la présence des métabolites secondaires dans la plante de thymus, extrait l'huiles essentielle de thymus afin de l'utiliser comme conservateur dans la préparation d'un yaourt nature.

Les résultats obtenus ont montré, la qualité de cette huile essentielle ainsi son effet thérapeutique dans l'incorporation de ce dernier dans le yaourt.

Les analyses organoléptiques montrent que la couleur de yaourt préparé à base de thym est blanche comme le yaourt ordinaire, le goût est varié entre acide et intense les fabricants de produits laitiers cherchent souvent à trouver un équilibre entre l'acidité et d'autres caractéristiques sensorielles pour satisfaire les préférences des consommateurs. Le gout est frais et herbacé avec saveur subtile et rafraîchissante concernant l'odeur une odeur du thym qui est assez prononcée. Il s'avère que les dégustateurs ont bien apprécié les laits fermentés additionnés à l'huile essentielle de thym.

Les résultats de l'activité antioxydant suggèrent que le yaourt à base de l'huile essentielle de thym pourrait être considéré comme une source potentielle d'antioxydants, offrant une protection contre les dommages oxydatifs.

L'activité antibactérienne montre que l'incorporation d'huile essentielle de thym semble avoir un effet inhibiteur sur la croissance de *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* dans le yaourt. Les colonies de bactéries sont généralement moins nombreuses dans le yaourt contenant de l'huile essentielle de thym par rapport au yaourt naturel.

Pour valoriser ce travail, il serait intéressant d'entreprendre des études complémentaires, notamment :

Étudier d'autres activités biologiques : En plus des activités déjà étudiées, il serait pertinent d'explorer d'autres propriétés potentielles du *Thymus vulgaris*, telles que ses activités anti-inflammatoires, anticancéreuses et antivirales. Cela permettrait de mieux comprendre les effets bénéfiques de cette plante médicinale dans ces domaines.

Incorporer d'autres plantes médicinales autochtones : En plus du *Thymus vulgaris*, il serait intéressant d'incorporer d'autres plantes médicinales autochtones ayant des vertus particulières, telles que le Romarin, l'Armoise, la Menthe, etc., dans la préparation de laits fermentés. Cette approche permettrait d'explorer les synergies potentielles entre différentes plantes médicinales et de créer des produits laitiers fermentés aux propriétés spécifiques.

Références bibliographiques

- [1] « La phytothérapie - La Phytothérapie une médecine naturelle », *Figaro Santé*. <https://sante.lefigaro.fr/sante/traitement/phytotherapie/phytotherapie-medecine-naturelle>
- [2] R. Rahimi et M. Abdollahi, « Herbal medicines for the management of irritable bowel syndrome: a comprehensive review », *World J. Gastroenterol.*, vol. 18, n° 7, p. 589-600, févr. 2012, doi: 10.3748/wjg.v18.i7.589.
- [3] Zimmermann-Klemd, A.M.; Reinhardt, J.K.; Winker, M.; Gründemann, C. Phytotherapy in Integrative Oncology—An Update of Promising Treatment Options. *Molecules*, 27, 3209, 2022. <https://doi.org/10.3390/molecules27103209>
- [4] F. C. Lowe et J. C. Ku, « Phytotherapy in treatment of benign prostatic hyperplasia: a critical review », *Urology*, vol. 48, n° 1, p. 12-20, juill. 1996, doi: 10.1016/s0090-4295(96)00077-5.
- [5] Pilipović, K.; Jurišić Grubešić, R.; Dolenec, P.; Kučić, N.; Juretić, L.; Mršić-Pelčić, J. Plant-Based Antioxidants for Prevention and Treatment of Neurodegenerative Diseases: Phytotherapeutic Potential of *Laurus nobilis*, *Aronia melanocarpa*, and *Celastrol*. *Antioxidants* 2023, 12, 746. <https://doi.org/10.3390/antiox12030746>
- [6] A. Periwal, A. Gaikwad, V. Pandit, A. Handa, et M. Shinde, « Phytotherapy-A Drive towards Green and Clean Dentistry! », *J. Clin. Diagn. Res.*, vol. 17, févr. 2023, doi: 10.7860/JCDR/2023/60166.17514.
- [7] W. Sun et M. H. Shahrajabian, « Therapeutic Potential of Phenolic Compounds in Medicinal Plants—Natural Health Products for Human Health », *Molecules*, vol. 28, n° 4, Art. n° 4, janv. 2023, doi: 10.3390/molecules28041845.
- [8] F. Naghibi, M. Mosaddegh, S. M. Motamed, et A. Ghorbani, « Labiatae Family in folk Medicine in Iran: from Ethnobotany to Pharmacology », *Iran. J. Pharm. Res.*, vol. 4, n° 2, Art. n° 2, 2005, doi: 10.22037/ijpr.2010.619.

- [9] Sik, B., Kapcsándi, V., Székelyhidi, R., Hanczné, E. L., & Ajtony, Z. Recent advances in the analysis of rosmarinic acid from herbs in the Lamiaceae family. *Natural Product Communications*, 14(7),2019.
- [10] R. A. Lahlou *et al.*, « Thymus hirtus Willd. ssp. algeriensis Boiss. and Reut: A Comprehensive Review on Phytochemistry, Bioactivities, and Health-Enhancing Effects », *Foods*, vol. 11, n° 20, Art. n° 20, janv. 2022, doi: 10.3390/foods11203195.
- [11] L. Skrypnik, A. Golovin, et T. Savina, « Effect of salicylic acid on phenolic compounds, antioxidant and antihyperglycemic activity of Lamiaceae plants grown in a temperate climate », *Front. Biosci.-Elite*, vol. 14, n° 1, Art. n° 1, févr. 2022, doi: 10.31083/j.fbe1401003.
- [12] D. Hammoudi Halat, M. Krayem, S. Khaled, et S. Younes, « A Focused Insight into Thyme: Biological, Chemical, and Therapeutic Properties of an Indigenous Mediterranean Herb », *Nutrients*, vol. 14, n° 10, Art. n° 10, janv. 2022, doi: 10.3390/nu14102104.
- [13] Alexandra Martins. Les huiles essentielles antibactériennes : exemple du thym (thymus). Sciences pharmaceutiques. 2020.
- [14] Dauqan, E.M.A.; Abdullah, A. Medicinal and Functional Values of Thyme (Thymus vulgaris L.) Herb. *J. App. Biol. Biotechnol.* 2017, 5, 017–022.
- [15]https://www.myrteaformations.com/modules/aromatheque/Fichiers_pdf/Monographies_longues/P-Thymus_vulgaris-200515.pdf
- [16] « Plantes aromatiques TEUSCHER Eberhard, ANTON Robert, LOBSTEIN Annelise ». <https://www.lavoisier.fr/livre/agro-alimentaire/plantes-aromatiques/teuscher/descriptif-9782743007201>
- [17] Lis-Balchin, M. Aromatherapy Science: A Guide for Healthcare Professionals. Pharmaceutical Press,2003.
- [18] Dorman, H. J. D., Deans, S. G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88(2), 308-316.2000.

- [19] ABED S, MESSADIA B, DJESSAS M. Etude des propriétés physicochimiques et biologiques de *Thymus vulgaris* L. mémoire master. Université des Frères Mentouri Constantine, 2021
- [20] « etienne.aspard.free.fr
- [21] « ChatGPT ». <https://chat.openai.com>
- [22] Morales, R. The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*. Dans E. StahlBiskup & F. Saez (dirs.), *Thyme: the genus Thymus* (pp. 1-43). Francis & Taylor, London. 2002.
- [23] « African Plant Database. Available online: <https://africanplantdatabase.ch/en/nomen/145270>
- [24] B. Hamdi, « Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques Lamiaceae: *Ajuga reptans* (L.) Schreb., *Teucrium polium* L., *Thymus munbyanus* subsp. *coloratus* (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet et *Rosmarinus eriocalyx* Jord & Fourr. », 2017. Doi : 10.13140/RG.2.2.18904.49920.
- [25] Abdelli, W. Caractérisation chimique et étude de quelques activités biologiques des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* et de *Thymus vulgaris*. Thèse de doctorat 3^{ème} cycle LMD, Microbiologie Appliquée, Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, 2017.
- [26] « Nieto, G. A Review on Applications and Uses of *Thymus* in the Food Industry. *Plants* 2020, 9, 961. <https://doi.org/10.3390/plants9080961>.
- [27] O. Borugă, C. Jianu, C. Mișcă, I. Goleț, A. Gruia, et F. Horhat, « *Thymus vulgaris* essential oil: chemical composition and antimicrobial activity », *J. Med. Life*, vol. 7, n° Spec Iss 3, p. 56-60, 2014.
- [28] Tomić, A.; Šovljanski, O.; Nikolić, V.; Pezo, L.; Aćimović, M.; Cvetković, M.; Stanojević, J.; Kuzmanović, N.; Markov, S. Screening of Antifungal Activity of Essential Oils in Controlling Biocontamination of Historical Papers in Archives. *Antibiotics* 2023, 12, 103.

- [29] Sadgrove, N.J.; Padilla-González, G.F.; Phumthum, M. Fundamental Chemistry of Essential Oils and Volatile Organic Compounds, Methods of Analysis and Authentication. *Plants* 2022, 11, 789. <https://doi.org/10.3390/plants11060789>
- [30] K. Alloun, « Composition Chimique et activités biologiques de métabolites secondaires de *Crithmum maritimum* L., de *Melissa officinalis* L. et de *Thymus pallescens* de Noé et effet de l'irradiation gamma sur les huiles essentielles du thym », Thesis, 2019.
- [31] Mehta, S.; MacGillivray, M. Aromatherapy in Textiles: A Systematic Review of Studies Examining Textiles as a Potential Carrier for the Therapeutic Effects of Essential Oils. *Textiles* 2022, 2, 29-49. <https://doi.org/10.3390/textiles2010003..>
- [32] « Handbook of Essential Oils | Science, Technology, and Applications, Se ». <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/b19393/handbook-essential-oils-husnu-baser-gerhard-buchbauer>.
- [33] « BOUKHATEM, M. N., FERHAT, A., & KAMELI, A. Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles : revue de littérature. Une, 3(4), 1653-1659, 2019.
- [34] « Essential Oil Safety: A Guide for Health Care Professionals par Robert Tisserand et Rodney Young Aromatherapy: A Complete Guide to the Healing Art par Kathi Keville et Mindy Green
- [35] « Devansh Mehta. Objective Review of *Thymus vulgaris*: A Review with Latest Updates on Pharmacological Properties and Phytoconstituents. *Inventi Rapid: Planta Activa*, 2021(1):1-3, 2020.
- [36] « Ghasemi Pirbalouti, A., Emami Bistghani, Z., & Malekpoor, F. An overview on genus *Thymus*. *Journal of Herbal Drugs (An International Journal on Medicinal Herbs)*, 6(2), 93- 100, 2015.
- [37] « Ghafarifarsani, H., Hoseinifar, S. H., Sheikhlar, A., Raissy, M., Chaharmahali, F. H., Maneepitaksanti, W., ... & Van Doan, H The Effects of Dietary Thyme Oil (*Thymus vulgaris*) Essential Oils for Common Carp (*Cyprinus carpio*): Growth

Performance, Digestive Enzyme Activity, Antioxidant Defense, Tissue and Mucus Immune Parameters, and Resistance against *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture Nutrition*, 2022.

[38] « Laurent J .Conseils et utilisations des huiles essentielles les plus courantes en officine, thèse de doctorat , université de Paul sabatier toulouse III , France ,225p. 2017.

[39] « Touhami A. Etude chimique et microbiologique des composants des huiles essentielles de différents genres *Thymus* récoltées dans les régions de l’Est Algérien pendant les deux périodes de développement , Thèse de doctorat , Universitébadjimokhtarannaba , algérie , 173p, 2017.

[40]

« <https://www.passeportsante.net/fr/Solutions/HuilesEssentielles/Fiche.aspx?doc=huile-essentielle-thym-vulgaire-linanol>.

[41] « John E., King M, Clinique Mayo les Maladies de l’Appareil Digestif. Édition lavoie Broquet.244p, 2001.

[42] <https://www.aquaportail.com/definition-10733-tube-digestif.html>

[43] « Bridgette Wilson and others, Prebiotics in irritable bowel syndrome and other functional bowel disorders in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials, *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume 109, Issue 4, April 2019, Pages 1098–1111,

[44] « <http://wd.fmpm.uca.ma/biblio/theses/annee-hm/FT/2018/these162-18.pdf>

[45] « Zhang, S.S.; Xu, Z.S.; Qin, L.H.; Kong, J. Low-sugar yogurt making by the co-cultivation of *Lactobacillus plantarum* WCFS1 with yogurt starter cultures. *J. Dairy Sci.* 2020.

[46] « Mauro Fisberg, Rachel Machado, History of yogurt and current patterns of consumption, *Nutrition Reviews*, Volume 73, Issue suppl_1, 1, Pages 4–7, August 2015.

[47] « Food packaging and shelf life : a practical guide / [edited by] Gordon L. Robertson.

- [48] « Corrieu, G.; Béal, C. Yogurt: The Product and its Manufacture. *Encycl. Food Health*, 617–624, 2016.
- [49] « A. Y. TAMIME2* and H. C. DEETH3 *Journal of Food Protection* Vol. 43, No.12. Pages 939-977 1980) .
- [50] « Gosta B. Produit laitiers de culture. In .Manuel de transformation du lait. Ed: teta pack processing systems AB. Sweden .pp.241-26, 1995.
- [51] « Lisko, D. J., Johnston, G. P., & Johnston, C. G. Effects of dietary yogurt on the healthy human gastrointestinal (GI) microbiome. *Microorganisms*, 5(1), 6, 2017.
- [52] « Marchesi, J. R., Adams, D. H., Fava, F., Hermes, G. D. A., Hirschfield, G. M., Hold, G., Quraishi, M. N., Kinross, J., Smidt, H., Tuohy, K. M., Thomas, L. V., Zoetendal, E. G., & Hart, A. The gut microbiota and host health: a new clinical frontier. *Gut*, 65, 330-339, 2016. <http://dx.doi.org/10.1136/gutjnl-2015-309990>
- [53] « Raynaud S. Régulation métabolique et transcriptionnelle de l'autoacidification chez *Lactococcus lactis*. Thèse de Doctorat, Spécialité : Sciences Ecologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bioingénieries Toulouse, 309p, 2006.
- [54] « Sofia Markakiou, Paula Gaspar, Eric Johansen, Ahmad A Zeidan, Ana Rute Neves, Harnessing the metabolic potential of *Streptococcus thermophilus* for new biotechnological applications, *Current Opinion in Biotechnology*, Volume 61 , Pages 142-152, 2020.
- [55] « <https://hal.science/hal-03519802>
- [56] « Pacikora, E. Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception de la texture et de la flaveur ? INAPG (AgroParisTech), 2004.
- [57] « Luquet FM. Les produits Laitiers transformation et technologie. 2ème édition lait et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Tec&doc Apria lavoisier.1990.
- [58] « Guyot P. Les yaourts D.L.G. Foods. Tec, 4-8-10-11, 1992.

- [59] « Lamri K, Sahnoun R, Elaboration d'un yaourt à caractère fonctionnel, Mémoire Master, Université M'HAMED BOUGUARA, BOUMERDES 2020 .
- [60] « Anne F M, Éliane P, Noémie D, André M. Yaourt et santé : revue des données récentes Yogurt and health: overview of recent data. Cahiers de nutrition et de diététique ,2017.
- [61] « Syndifrais, M. s. d.: Yaourts, laits fermentés. Lait, 77, 321-358, 1997
- [62] « Kumar, Harsh, Kanchan B, Natália C, Ruchi S, Shahida A , Daljeet S D, Reena S, Chirag C, Adriana D, Rachna V, Noura S. Dosoky, and Dinesh K. "Phyto-Enrichment of Yogurt to Control Hypercholesterolemia: A Functional Approach" Molecules 27, no. 11: 3479, 2022. <https://doi.org/10.3390/molecules27113479>
- [63] « Bendou N, Essai d'élaboration d'un yaourt fonctionnel à base de *Pulicaria odora* et de plaquemine, Mémoire Master, Université de MOULOUD MAMMERI de Tizi-Ouzou, 2017.
- [64] « Okpetche, Z. Formulation et evaluation des caracteristiques microbiologiques, physico-chimiques et sensorielles d'un yaourt a base du lait et de la banane produit au centre songhaï de porto-novo. Université d'Abomey-Calavi, Rapport en vue de l'obtention d'une licence professionnelle en genie de technologie alimentaire, Benin, 2017.
- [65] Benhalima A, Extraction et effet Antibactérien des huiles essentielles du *Thym ciliatus* dans la région de Méghila Tiaret, mémoire Master, Université Ibn Khaldoun –Tiaret– , 2021 <http://dspace.univ-tiaret.dz:80/handle/123456789/7374>
- [66] AFNOR. Recueil de normes : les huiles essentielles. Tome 2.Monographies relatives aux huiles essentielles ».Ed. , Lavoisier Paris. 661-663P, 2000
- [67] Marongiu, B., Piras, A., & Porcedda, S. Comparative analysis of the oil and supercritical CO₂ extract of thyme (*Thymus vulgaris* L.). LWT-Food Science and Technology, 37(2), 361-370. (2004).
- [68]Solène, J.La qualité des huiles essentielles et son influence sur leur efficacité et sur leur toxicité. Thèse d'Etat de Docteur en Pharmacie. Université de lorraine, France:146P, 2012.

➤ **Goût acide ***

Une seule réponse possible.

☐ Acide Intense

☐ Doux

➤ **couleur ***

Une seule réponse possible.

☐ Blanc

☐ Coloré

➤ **Odeur ***

Une seule réponse possible.

☐ Arôme de thym

☐ Nature

➤ **Goût fraîche ***

Une seule réponse possible.

☐ Herbes fraîche de thym

☐ Absence de saveurs

➤ **Changement dans symptôme de douleurs abdominales ***

Une seule réponse possible.

☐ Oui

☐ Non

➤ **Changement de symptômes de ballonnements**

Une seule réponse possible.

☐ Oui

☐ Non

➤ **Changement de symptômes de constipation ***

Une seule réponse possible.

☐ Oui

☐ Non

➤ **Changement de symptômes de nausées ***

Une seule réponse possible.

☐ Oui

☐ Non