



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : Boudelaa Chaimaa et Lahouadj Laala

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES

OPTION : AGROALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE

Thème

**Effet de l'huile essentielle de *Juniperus Phoenicea*
sur la qualité microbiologique d'un fromage blanc durant son
stockage au froid**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
Mme. Menasra Amina	MCB.	Président
Mr. Massoudi Omar	MCA.	Examineur
Mr. Djokhdem Laid	MAA.	Rapporteur
Mr. Makoudi Morad	MAA	Co-Rapporteur

Promotion : 2022– 2023

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الأغواط جامعة عمار ثليجي
كلية: العلوم
قسم العلوم الفلاحية

مذكرة ماستر

من تقديم: بوضلة شيما و لحواج لعلی

ميدان: علوم الطبيعة والحياة

شعبة: علوم غذائية

تخصص: صناعات غذائية ومراقبة النوعية

موضوع البحث

تأثير الزيت العطري للعرعر الفينيقي *Juniperus Phoenicea* على
الجودة الميكروبيولوجية للجبن الابيض أثناء التخزين البارد

أعضاء لجنة المناقشة:

الاسم واللقب	الدرجة العلمية	الصفة
السيدة مناصرة امينة	أستاذ محاضر ب	رئيسا
السيد مسعودي عمر	أستاذ محاضر أ	ممتحن
السيد جخدم العيد	أستاذ مساعد أ	مقررا
السيد مكودي مراد	أستاذ مساعد أ	مقررا مساعدا

الدفعة 2022-2023



DEDICACE

Je dédie ce modeste travail avant à mes chers parents, qui ont tout sacrifié pour mon bien et qui ont éclairé ma route par leur compréhension, leur soutien. Je souhaite que dieu les garde en bonne et parfaite santé et leur donne une longue vie.

A mes sœurs et mes frères

A toute ma famille, et mes amis.

Et surtout, à monsieur LAALA avec qui j'ai fait collaboré pour la réalisation de ce modeste projet de fin d'études.

BOUDELA CHAIMAA



DEDICACE

C'est un honneur d'être le premier à présenter ce modeste travail à mes très chers parents pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières durant mes études et je leur souhaite une longue et heureuse vie,

Merci mes chères frères et mes chers sœurs pour vos encouragements constants et votre soutien moral

Merci à toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire, ainsi qu'à tous mes amis.

Merci à mademoiselle CHAIMAA , avec qui j'ai collaboré à ce modeste projet de fin d'études.

LAHOUADJ LAALA



REMERCIEMENTS

Avant tout, nous remercions Dieu Tout-Puissant de nous avoir donné la santé, le courage et les moyens de poursuivre nos études, et la volonté, la patience et la chance de faire de ce travail une réalité.

Nous remercions sincèrement Dr Djokhdem Laid d'avoir accepté de diriger ce travail pour sa patience et sa disponibilité.

Et sincères remerciements à Monsieur Makoudi Mourad pour avoir accepté d'être Co-promoteur

Nous tenons également à remercier :

Mme Menasra Amina d'avoir accepté de présider le jury de cet projet.

Mr Massoudi Omar pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Et tous les enseignants, en particulier ceux qui se spécialisent en sciences alimentaires.

Liste des figures

N° DE FIGURE	TITRE DE FIGURE	PAGE
Figure N° 01	Aspect général Feuilles et fruits du genévrier de Phénicie	17
Figure N° 02	la classification botanique de la plante <i>Juniperus phoenicea</i>	18
Figure N° 03	Répartition géographique mondiale de <i>Juniperus phoenicea</i>	19
Figure N° 04	Enveloppe des bactéries à Gram positif ou négatif	33
Figure N° 05	Localisation géographique d'Oued Morra entourant, le site de récolte de Genévrier de Phénicie	36
Figure N° 06	Matériel végétal broyée	36
Figure N° 07	hydrodistillateur de type Clevenger	37
Figure N° 08	Milieu PCA (Plate Count Agar)	39
Figure N° 09	Diagramme de fabrication du fromage traditionnel « Jben »	40
Figure N° 10	Trempage les échantillons de fromage dans l'émulsions d'huiles essentielles	41
Figure N° 11	barquette en polystyrène	41
Figure N° 12	Pesage de 10g de fromage	42
Figure N° 13	Electrode lance de ph Eutech	45
Figure N° 14	Le processus de dégustation	47
Figure N° 15	Extraite d'huile essentielle de <i>Juniperus phoenicea</i>	49
Figure N° 16	La courbe de l'évolution de pH de fromage blanc réfrigérer (°4) pendant 9 jours	51
Figure N° 17	Aspect des coliformes thermotolérants sur milieu DCL	52
Figure N° 18	La courbe de l'évolution de la charge en coliformes thermotolérants dans le fromage blanc stockées au froid	54

Figure N° 19	Aspect des bactéries lactique sur milieu MRS	55
Figure N° 20	La courbe de l'évolution de la charge des bactéries lactique dans le fromage blanc stockées au froid	57
Figure N° 21	Aspect des Flores totale aérobie mésophile sur milieu PCA	58
Figure N° 22	La courbe de l'évolution de la charge en flore totale dans le fromage blanc stockées au froid	60
Figure N° 23	Aspect des levures et moisissures sur milieu MRS	61
Figure N° 24	La courbe de l'évolution de la charge en levures et moisissures dans le fromage blanc stockées au froid	63
Figure N° 25	Les résultats de l'analyse sensorielle de l'étude	66

Liste des tableaux

N° DE TABLEAU	TITRE DE TABLEAU	PAGE
Tableau N°01	Composition moyenne des principaux fromages pour 100 g	4
Tableau N°02	Principales classes des composés phénoliques	13
Tableau N°03	Propriétés biologiques des quelques poly phénols dans l'organisme	15
Tableau N°04	Noms vernaculaires de <i>Juniperus phoenicea</i>	20
Tableau N°05	les résultats du pH de fromage blanc réfrigérer pendant 9 jours	50
Tableau N°06	Effet des huiles essentielles de <i>Juniperus phoenicea</i> sur la charge en coliformes thermotolérants dans le fromage blanc stockées au froid	53
Tableau N°07	Effet des huiles essentielles de <i>Juniperus phoenicea</i> sur la charge en bactéries lactique dans le fromage blanc stockées au froid	56
Tableau N°08	Effet des huiles essentielles de <i>Juniperus phoenicea</i> sur la charge en flore totale dans le fromage blanc stockées au froid	59
Tableau N°09	Effet des huiles essentielles de <i>Juniperus phoenicea</i> sur la charge en levures et moisissures dans le fromage blanc stockées au froid	62
Tableau N°10	Les résultats de l'analyse sensorielle de l'étude.	65

Liste des abréviations

ADN :	Acide désoxyribonucléique
AFNOR :	Association française de normalisation
ANOVA :	Analyse de la variance
BL :	Bactéries lactiques
CMNT :	Concentration maximale non toxique
CO₂ :	Dioxyde de carbone
CPG :	Chromatographie en phase gazeuse
CPL :	Chromatographie en phase liquide
FAO :	Food Agricultural Organisation
FMAT :	Flore Mésophile Aérobie Totale
HE :	Huile essentielle
IL-1β :	Interleukin 1 beta
IR :	Spectroscopie infrarouge
ISO :	Organisation internationale de normalisation
LPS :	lipopolysaccharides
MS :	Spectrométrie de masse
PCA :	Plate count agar
PGE₂ :	prostaglandine E ₂
R (%) :	Rendement en huile essentielle
RMN :	Résonance magnétique nucléaire
TNF-α :	<i>Tumor necrosis factors</i>
UFC :	Unité formant colonie
UV :	Ultraviolet

Sommaire

✓ Dédicace

✓ Remercîment

✓ Liste des figures

✓ Liste des tableaux

✓ Liste des abréviations

Introduction.....01

Partie théorique

Chapitre I : Le fromage

1. Historique et origine de fromage03

2. Définition03

3. Composition du fromage.....03

4. Définition de Jben04

5. Les enzymes coagulantes utilisées en technologie fromagère.....04

5.1 Enzymes coagulants le lait.....04

5.1.1 Enzymes coagulantes d'origine animale.....05

5.1.1.1 La Présure05

6. Caractéristiques microbiologiques du Jben05

6.1. Les microorganismes d'altération.....06

a. Les coliformes.....06

b. Levures et moisissures06

6.2. Microflore lactique du Jben Les bactéries lactiques (BL).....07

6.3. Les micro-organismes potentiellement pathogènes.....08

Chapitre II : Les extrait des plantes médicinales

II. Partie I : Les plantes médicinales

1. Définition	09
2. Les principaux composés actifs des plantes médicinales.....	09
2.1. Les terpénoïdes et stéroïdes.....	10
2.2 Alcaloïdes	11
2.3. Les flavonoïdes	12
2.4. les polyphénols.....	12
2.5. Tanins	12
2.6. Les saponines.....	12
3. Activités biologiques des composés phénoliques.....	13
3.1. Chez les végétaux.....	13
3.2. Chez les humains.....	14
4. <i>Juniperus phoenicea</i>	15
4.1 Description botanique	16
4.1.1 Caractères morphologiques.....	16
4.2. Taxonomies et systématiques.....	18
4.3. Habitat et répartition géographique.....	18
4.3.2. Répartition en Algérie.....	19
4.4. Noms vernaculaires.....	20
4.5. Utilisations en médecine traditionnelle.....	21
4.6. Données phytochimiques de la plante.....	21
4.7. Données pharmacologiques.....	21
4.7.1. Activités antioxydante et anti-inflammatoire.....	22

4.7.2. Activités antibactérienne et antifongique.....	22
4.7.3. Activités antitumoraux.....	22
4.7.4. Activités antidiabétiques et antihypertensifs.....	22
4.8. Données toxicologiques.....	22

II. Partie II : Les extraits des plantes

1. Introduction	23
2. Les Huile essentielles.....	23
2.1. Procédés d'extraction des huiles essentielles.....	23
2.1.1 La distillation à l'eau.....	23
2.1.2 La distillation à la vapeur d'eau.....	24
2.1.3 L'hydrodiffusion.....	24
2.1.4. La méthode d'extraction au dioxyde de carbone (CO ₂) supercritique.....	25
2.1.5. L'extraction par solvant.....	25
2.2 Composition chimique des huiles essentielles.....	25
2.3 Les caractéristiques des huiles essentielles.....	27
2.4. Activité biologique des huiles essentielles.....	28
2.5. Principales utilisations des huiles essentielles.....	29
2.6. Toxicité des huiles essentielles.....	29
2.7. Les méthodes d'analyse des huiles essentielles.....	30

II. Partie III : Activité antimicrobienne

1. Généralité sur l'activité antimicrobienne.....	31
2. Généralité sur les bactéries.....	31
2.1. Bactéries à Gram négatif.....	31
2.2. Bactéries à Gram positive.....	32

3. Les méthodes d'évaluation de l'activité antibactérienne des huiles essentielles.....	33
---	----

Partie experimental

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Objectif.....	35
2. Matériel et méthodes utilisés.....	35
2.1. Matériel de laboratoire.....	35
2.2. Matériel végétal.....	35
2.3. Matériel biologique.....	38
2.4. Préparation des émulsions d'huiles essentielles testées.....	40
2.5. Préparation des échantillons de fromage blanc.....	40
2.6. Préparation des solutions mère et des dilutions décimales.....	42
2.7. Flores dénombré.....	43
2.8. Mesure de Ph.....	45
2.9. Calcule des charges bactériennes.....	45
2.10. Analyse sensorielle.....	46
2.11. Analyses statistiques.....	47

Chapitre VI : Résultat et discussion

1. Le rendement de l'huile essentielle de <i>Juniperus phoenicea</i>	48
2. Résultats de pH.....	50
3. Résultats des analyses bactériologiques	51
3.1. Dénombrement des Coliformes thermotolérants	52
3.2. Dénombrement des bactéries lactique.....	55
3.3. Dénombrement des Flores totales aérobie mésophile (FTAM).....	58
3.4. Dénombrement des levures et moisissures.....	61

4. Les résultats de l'analyse sensorielle.....	65
Conclusion et perspectives.....	68
Références bibliographiques.....	70
Resumé.....	80

Introduction

Introduction

Malgré les diverses méthodes de conservation utilisées dans l'industrie alimentaire, l'intoxication alimentaire reste une préoccupation constante pour les consommateurs et les professionnels de la sécurité alimentaire. Ces derniers sont particulièrement inquiets de l'augmentation des épidémies causées par des micro-organismes pathogènes et d'altération dans les aliments. La résistance accrue de certains agents pathogènes aux antibiotiques associés aux maladies d'origine alimentaire est également une préoccupation majeure (**Meng et al., 1998**). De plus, les consommateurs sont de plus en plus conscients de la sécurité des aliments contenant des conservateurs synthétiques. Par conséquent, il y a un intérêt croissant pour le développement de nouveaux composés antimicrobiens efficaces et non toxiques. Les extraits d'épices et les plantes aromatiques sont de plus en plus considérés comme des options naturelles et antibactériennes pour la conservation des aliments (**Smid & Gorris, 1999**).

Les plantes aromatiques ont été traditionnellement employées pour l'assaisonnement et la prolongation de la durée de conservation des aliments (**Wang et al., 2010**). La plupart de leurs propriétés sont dues aux huiles essentielles produites par leur métabolisme secondaire (**Rashid et al., 2010**). Ces huiles sont d'intérêt croissant pour les industries et la recherche scientifique en raison, d'une part, de leurs activités antioxydante, antibactérienne et antifongique (**Dung et al., 2008**). Parmi ces plantes aromatique Le Genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*) est une herbe populaire appartenant à la famille des *Cupressacées*, et ses extraits ont été utilisés en médecine comme anti-inflammatoire, antibactérien, antifongique, antiseptique et diurétique. La sélection de cette plante est choisie par le fait qu'elle est parmi les plantes médicinales les plus populaires utilisées dans notre région (**Ouelbani et al., 2016**).

Le Jben, un fromage blanc populaire en Algérie, est fabriqué à partir de lait cru de vache ou de chèvre. Bien que nutritif, ce produit peut être un milieu propice au développement de micro-organismes pathogènes tels que *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*, qui peuvent causer des maladies infectieuses chez les consommateurs (**Ahmed et al., 2010**).

Dans ce contexte, la thème de recherche concerne d'évaluer l'effet de l'huile essentielle de Genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*) à des déférentes concentrations de 0.25%, 0.5% et 0.75% sur la charge des germes tel-que : Les bactéries lactiques, Flore aérobie mésophile totale, Les levures et moisissures et les coliformes thermotolérants dans le fromage blanc durant son stockage à 4°C, ainsi que d'évaluer la qualité sensorielle du fromage enrichi en

huile de *Juniperus phoenicea* par une test pour les caractéristiques sensorielles (couleur, odeur, gout et texture) et l'acceptabilité générale des échantillons de fromage blanc supplémentés de l'extraits d'huile (0.5% et 0.75%) .

Pour réaliser cette étude nous avons adopté deux parties :

- La première partie se compose une étude bibliographique avec deux chapitres
- La deuxième partie présente la partie pratique et nous avons terminé avec une conclusion et perspectives.

Chapitre I : Le fromage

Chapitre I: Les Fromages

1. Historique et origine de fromage

Le mot "fromage" en français vient du latin "fornaticus" qui signifie "fait dans une forme". Les ethnologues ont trouvé des preuves que l'homme connaissait le phénomène de coagulation du lait depuis longtemps, avec des moules à caillé datant de 5000 ans av. J-C. L'origine exacte de la transformation du lait en fromage est incertaine, mais il est dit que le fromage serait originaire du sud-ouest asiatique et daterait d'environ 8000 ans. **(Gelais et al.2002)**.

Il est possible que la découverte du fromage ait eu lieu fortuitement lors du transport du lait dans l'estomac des mammifères, une pratique courante en Europe de l'Est et en Asie occidentale dans l'Antiquité. La transformation du lait en fromage nécessite certains facteurs comme la température, l'acidité et les enzymes gastriques. Des extraits d'estomac de divers animaux tels que les chèvres, les moutons, les vaches, ainsi que des extraits de plantes comme le chardon ont été utilisés pour préparer le fromage. Ces facteurs ont joué un rôle crucial dans le développement de la variété de fromages que nous connaissons aujourd'hui. **(Abi azar, 2007)**.

2. Définition :

Selon la **FAO**, le fromage est un produit qui peut être fermenté ou non, affiné ou non, et est exclusivement préparé à partir de matières lactières telles que le lait, la crème, le lait partiellement ou totalement écrémé, la matière grasse et le babeurre. Ces matières peuvent être utilisées seules ou en combinaison, coagulées totalement ou partiellement avant égouttage ou après élimination partielle de la phase aqueuse. Le produit fini doit contenir au minimum 23 grammes de matière sèche pour chaque 100 grammes de fromage.

Le fromage, selon la norme, est le produit solide ou semi-solide, frais ou affiné, dans lequel le rapport protéines de lactosérum/caséines ne dépasse pas celui du lait **(Codex Alimentaire 2013)**.

3. Composition du fromage

Le fromage, un aliment de base, est caractérisé par sa richesse en graisses, protéines, calcium et phosphore. De plus, comparativement au lait servant à sa confection, il possède une durée de conservation prolongée.

Tableau 01 : Composition moyenne des principaux fromages pour 100 g (Dillon et Berthier, 1997)

Constituants	Fromage à pâte presse Gruyère de Comte	Fromage à pâte cuit : molle	Fromages à pâte molle à croûte fleurie camembert
Eau(g)	35	50	50
Glucides(g)	2.5	4	4
Protéines(g)	29	24	20
Lipides(g)	28	20	24
Vitamine (UI)	1140	400	1010
Calcium(mg)	1050	700	400

4. Définition de Jben

C'est un fromage frais, traditionnel dans le nord algérien, est confectionné en utilisant du lait cru provenant de brebis, de chèvres ou de vaches. La coagulation du lait peut être obtenue soit par une acidification spontanée à température ambiante durant 24 à 72 heures, soit par l'ajout d'enzymes coagulantes végétales issues de différentes variétés de plantes telles que les fleurs de cardon (*Cynara cardunculus L*), d'une plante épineuse sauvage (*Cynarahumilis*), d'artichaut (*Cynara scolymus*), ou encore du latex de figuier (*Ficus carica*). La variété de plante utilisée varie selon les régions et confère au fromage des saveurs et des textures uniques appréciées des consommateurs locaux. Après la coagulation, le caillé est salé ou non, et égoutté durant une période de 2 à 3 jours pour atteindre la consistance souhaitée. Enfin, après l'égouttage et le salage, des additifs tels que l'ail, le persil, le poivre, etc. peuvent être incorporés. (Nouani et al., 2009)

5. Les enzymes coagulantes utilisées en technologie fromagère

5.1 Enzymes coagulants le lait

Les enzymes coagulantes sont des catalyseurs protéolytiques présents dans toutes les formes de vie. Ils sont classés comme des endopeptidases et font partie de la famille des protéinases aspartiques, caractérisée par la présence de deux résidus clés dans le site actif impliqués dans la catalyse (Rawlings et al., 2004). Les enzymes coagulantes sont utilisées depuis longtemps

dans la production de fromage, avec la présure de veau étant la plus couramment utilisée en fromagerie de nos jours (**Mahaut et al., 2000; Ramet, 2006**).

5.1.1 Enzymes coagulantes d'origine animale

5.1.1.1 La Présure

La présure est une enzyme protéolytique extraite de l'abomasum, ou caillette, des jeunes ruminants nourris au lait avant leur sevrage. Elle est constituée principalement de chymosine et de pepsine. La chymosine est l'enzyme principale de la présure, qui joue un rôle clé dans la coagulation du lait lors de la fabrication du fromage. La présure est largement utilisée dans l'industrie fromagère. (**Eck et Gillis, 1997 ; Mahaut et al., 2000 ; Ramet, 2006**)

a) La chymosine

Chymosine est la principale protéase responsable d'au moins 85% de l'activité coagulante totale de la présure (**Eck et Gillis, 1997**). Elle fait partie du groupe des protéases acides et est composée de 323 acides aminés. Sa stabilité est comprise entre les pH 5,3 et 6,3, elle est inactivée aux alentours du pH 7 à 7,5, et dénaturée à des pH plus élevés. L'inactivation thermique se produit à 50°C et est totale à 61°C (**Scriban, 1999**).

b) La pepsine

La pepsine est le constituant mineur de la présure dont la sécrétion gastrique ne devient prépondérante qu'après sevrage (**Ramet, 1993**). Elle est une enzyme protéolytique appartenant au groupe des protéases acides. La pepsine est relativement stable à des pH compris entre 5 et 5,5. Son activité enzymatique est plus élevée entre pH 1 et 4 avec un maximum vers 1,8 et varie selon la nature du substrat. C'est une enzyme thermosensible en solution, dénaturée à des températures à partir de 70°C (**Graiday, 1978**)

6. Caractéristiques microbiologiques du Jben

La composition microbiologique du Jben dominée par la flore lactique comme une population principale (10⁸ à 10⁹ UFC /g), et contient un nombre moyen en levures et moisissures (plus de 10⁶ UFC / g), cette diversité ne représente pas un risque sur la qualité hygiénique du produit (**Benkerroum et Tammime, 2004**).

Lactobacillus, *Lactococcus* et *Leuconostoc* les 3 genres de la flore lactiques sont Les composants essentielle de Jben à des proportions presque égales : 3,2.10⁸UFC /g, 5,1.10⁸UFC/g et 2,6.10⁸UFC/g respectivement. (Hassan et MonierDilhan, 2003)

6.1. Les microorganismes d'altération

Il s'agit de microorganismes des microorganismes indésirables introduits par une contamination extérieure. Cette flore comprend des bactéries thermorésistantes, des coliformes, des levures et des moisissures psychrotolérantes (Djoughri et Madani, 2015).

a. Les coliformes

D'un point de vue technologique, les coliformes sont des bactéries indésirables dans les produits laitiers car elles fermentent le lactose de manière hétérofermentaire. De plus, ces bactéries produisent diverses substances qui peuvent entraîner un gonflement précoce des produits laitiers, notamment du fromage. Les coliformes sont souvent présents dans l'intestin des mammifères et peuvent causer des intoxications alimentaires. Par conséquent, leur dénombrement a longtemps été considéré comme un indicateur de contamination fécale dans l'examen de la qualité des produits laitiers (Djoughri et Madani, 2015).

b. Levures et moisissures

-Les levures :

Bien que présentes dans le lait, leur action est minime. Certaines d'entre elles sont capables de fermenter le lactose en alcool (production de l'éthanol). On n'a pas identifié pour l'instant de levures pathogènes associées au domaine laitier. Il y a des levures qui participent à l'affinage de certains fromages et d'autres entrent dans la fabrication de certains produits laitiers fermentés. On retrouve aussi dans le domaine laitier des levures nuisibles responsables de certaines dégradation détectées par des odeurs d'alcool, par un gonflement des emballages et du fromage du à la production de gaz (Zergoune, 2015).

-Les moisissures :

Sont des microorganismes présents naturellement dans l'environnement et dans le lait. Bien qu'elles ne soient pas d'une grande importance dans le lait liquide, elles sont intéressantes pour un grand nombre d'autres produits laitiers. Elles se développent généralement en surface ou dans les parties internes aérées des produits laitiers. Les moisissures sont productrices de

lipases et de protéases, dont les genres *Penicillium* et *Geotrichum* font partie. (Zergoune, 2015).

Il convient de noter que les moisissures présentes dans les produits laitiers peuvent produire des mycotoxines, qui sont des substances toxiques pour l'homme. Ces molécules sont produites par les moisissures dans les aliments et peuvent avoir des effets nocifs sur la santé, allant de l'irritation des yeux et des muqueuses à des troubles neurologiques et cancérigènes. Les moisissures les plus couramment associées aux produits laitiers sont *Geotrichum candidum* et *Sporendonema sebi*. (Bourgeois et al., 1996).

6.2. Microflore lactique du Jben Les bactéries lactiques (BL)

Les bactéries lactiques sont naturellement présentes sous forme de microflore indigène dans le lait cru. Ce sont des cellules vivantes, de type procaryote, Gram positif, catalase et oxydase négative. Elles sont anaérobies facultatives ou microaérophiles, se présentent sous forme de coques ou de bâtonnets asporogènes et tolèrent les pH acides ($\text{pH} \leq 5$) (Savado et Traore, 2011). Elles peuvent se développer sur une large plage de température, bien que la plupart soient mésophiles (30°C) ou thermophiles modérées (40°C) (Hutkins, 2006), et produisent de l'acide lactique comme principal produit de fermentation dans le milieu. En outre, les produits métaboliques générés par les bactéries lactiques sont liés aux propriétés organoleptiques, à la texture et à la durée de conservation des aliments.

En effet, les bactéries lactiques sont de plus en plus étudiées pour leurs effets bénéfiques sur la santé, notamment en tant que probiotiques. Les BL sont capables de produire des substances antimicrobiennes naturelles telles que les bactériocines, qui peuvent inhiber la croissance de bactéries pathogènes dans les aliments et dans le tractus intestinal humain. De plus, les BL peuvent contribuer à l'équilibre de la flore intestinale en favorisant la croissance de bactéries bénéfiques. Les propriétés probiotiques des BL font l'objet de recherches intensives dans le domaine de la nutrition et de la santé. (Savado et Traore, 2011).

Les genres suivants sont considérés comme les principales BL parmi les douze genres selon la technologie laitière : *Aerococcus*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* et *Streptococcus* (Hassan et MonierDilhan, 2003)

6.3. Les micro-organismes potentiellement pathogènes

la présence de bactéries pathogènes dans le lait cru peut être causée par différents facteurs tels que les animaux, les humains et l'environnement. Il est important de noter que la contamination du lait cru par des germes pathogènes peut être très dangereuse pour la santé des consommateurs. En effet, certaines bactéries pathogènes peuvent causer des infections graves telles que la salmonellose, la listériose ou encore la brucellose. D'autres peuvent produire des toxines qui sont également très dangereuses pour la santé humaine, telles que les toxines produites par les bactéries du genre *Staphylococcus*. C'est pourquoi il est important de prendre des mesures pour prévenir la contamination du lait cru par des bactéries pathogènes. Elle présente un danger pour les consommateurs. (Hamla et al., 2019)

- **Les principales bactéries toxigènes** : *Staphylococcus sp*, *Clostridium botulinum*.
- **Les principales bactériennes infectieuses** : *Listeria monocytogenes*, *Salmonella sp*, *Escherichia coli*, *Campylobacter sp* et *Clostridium perfringens* (Tchamba, 2007)

Chapitre II : Les extrait des plantes médicinales

Partie I : Les plantes médicinales

1. Définition

Les plantes médicinales sont l'ensemble des espèces végétales possèdent des propriétés thérapeutiques, ont été utilisées pendant des millénaires pour traiter et prévenir les maladies. Les principes actifs contenus dans les plantes peuvent être utilisés pour traiter des maladies aussi diverses que le rhume, la fièvre, les troubles digestifs, les infections bactériennes et virales, l'hypertension artérielle, le diabète et bien d'autres. Cependant, il est important de noter que certaines plantes peuvent être toxiques ou avoir des effets indésirables, et que l'utilisation de plantes médicinales doit être encadrée par des professionnels de la santé formés à cet effet., les plantes médicinales peuvent être un arbre, un buisson, un champignon, un légume, une racine, une algue. **(Bousta et Ennabili, 2011)**

La connaissance des plantes médicinales remonte à l'Antiquité, où les médecins et les guérisseurs utilisaient les plantes pour soigner divers maux. Au fil du temps, cette connaissance s'est transmise de génération en génération et a été enrichie par les observations et les expériences. Hippocrate, considéré comme le père de la médecine moderne, a apporté une contribution majeure à la compréhension des plantes médicinales en différenciant leur usage interne et externe et en établissant la notion de dose. Aujourd'hui, la phytothérapie continue d'être une alternative naturelle et efficace pour traiter de nombreuses affections. **(Colette-Keller, 2004)**

Aujourd'hui, l'utilisation des plantes médicinales reste très répandue dans de nombreuses cultures à travers le monde. Certaines plantes sont utilisées traditionnellement pour traiter des maladies comme la fièvre, les maux de tête, les douleurs musculaires, les infections, etc. Les composés actifs présents dans ces plantes peuvent être extraits et utilisés dans la production de médicaments, de compléments alimentaires, de produits cosmétiques, etc. De plus, la recherche continue à explorer les propriétés thérapeutiques des plantes médicinales et leur utilisation dans des domaines tels que la médecine alternative et complémentaire. **(Beldi et al, 2021)**

2. Les principaux composés actifs des plantes médicinales

Les plantes produisent un grand nombre de métabolites secondaires, classés selon leurs voies biosynthétiques et leurs caractéristiques structurales **(Daayf et Vincenzo, 2008)**. Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires produits par les plantes et sont largement distribués dans le règne végétal. Ils sont composés d'un ou plusieurs cycles benzéniques, liés à

des groupes hydroxyles. Ces composés ont des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires, et sont impliqués dans la protection de la plante contre les stress environnementaux et les pathogènes. Les composés azotés, quant à eux, sont des métabolites secondaires qui contiennent de l'azote. Les alcaloïdes sont un groupe important de composés azotés produits par les plantes, qui ont souvent des propriétés pharmaceutiques, comme la morphine produite par le pavot ou la caféine produite par le caféier. Les glycosides sont des composés qui contiennent un sucre lié à une partie non sucrée, tels que la digitoxine qui est produite par la digitale pourpre. Les terpénoïdes sont des composés qui sont produits à partir du métabolisme des acides gras et des acides aminés. Ils ont une large gamme de fonctions, telles que la protection contre les herbivores, la régulation de la croissance et la communication entre les plantes (**Sauvion et al ,2013**). Cependant, on peut aussi les diviser en quatre groupes :

- Les terpénoïdes et stéroïdes : Comme les monoterpènes, les sesquiterpènes, les diterpènes, les saponines, les limonoïdes, les cucurbitacines, les cardénolides, les caroténoïdes, les phytoecdystéroïdes ; Extraits de plantes
- Les alcaloïdes ;
- Les composés phénoliques : Comme les acides phénoliques, les flavonoïdes (Incluant les tanins), les quinones) ;
- Les glycosides : Incluant les glucosinolates et les glycosides cyanogéniques. (**Sauvion et al ,2013**)

2.1. Les terpénoïdes et stéroïdes

les terpènes sont des composés organiques volatils qui sont produits par les plantes et qui possèdent une grande diversité de structures et de propriétés biologiques. Ils sont synthétisés par les plantes à partir d'isoprénoïdes, qui sont des unités de cinq carbones, et leur structure est basée sur des répétitions de ces unités. Les terpènes sont largement utilisés dans l'industrie cosmétique, alimentaire et pharmaceutique pour leurs propriétés aromatiques, médicinales et antioxydantes. (**Hopkins, 2003**)

les terpénoïdes sont classés en fonction du nombre d'unités d'isoprène qu'ils contiennent. On parle ainsi de :

- Monoterpènes : 2 unités d'isoprène
- Sesquiterpènes : 3 unités d'isoprène
- Diterpènes : 4 unités d'isoprène

- Triterpènes : 6 unités d'isoprène
- Tétraterpènes : 8 unités d'isoprène

Chaque classe de terpénoïdes peut ensuite être subdivisée en de multiples sous-classes en fonction des caractéristiques structurales des molécules. **(Sauvion et al, 2013)**

2.2 Alcaloïdes

les alcaloïdes sont des substances d'origine biologique et surtout végétale, bien que certains se trouvent également chez les animaux et les champignons. Les alcaloïdes contiennent généralement un cycle azoté et ont souvent des propriétés physiologiques importantes sur l'organisme humain, en raison de leur activité pharmacologique. Certains alcaloïdes ont des effets stimulants, tels que la caféine et la nicotine, tandis que d'autres ont des effets hallucinogènes, tels que la mescaline et la psilocybine. **(Djahara, 2015)**

- Propriétés pharmacologiques :

- Action sur le système nerveux : Excitant (Caféine), Dépresseur (Morphine, Codéine) ;
- Action sur les vaisseaux sanguins : hypertenseur (Ephédrine) ; hypotenseur (Yohimbine) ; améliorateur de la circulation cérébrale (Vincamine) ;
- Action sur l'appareil digestif : Emétine, Colchicine ;
- Action antimicrobienne ;
- Action Parasiticide **(Djahara, 2015)**.

- Propriétés thérapeutiques :

- Anesthésique locaux : Cocaïne ;
- Analgésique : Morphine ;
- Cytostatique : Vinblastine ;
- Hémostatique : Héparine ;
- Vasodilatateur : Quinidine **(Djahara, 2015)**

2.3. Les flavonoïdes

Ces constituants chimiques sont des polyphénols, pigments présents dans quasiment tous les végétaux sauf les algues. Hydrosolubles, responsables de la coloration des fleurs, des feuilles, des fruits, ils sont très nombreux. Leur principale propriété est circulatoire car ils sont riches en vitamine P. Plus spécifiquement, ils sont anti-inflammatoires, anti-allergiques, protecteurs du foie, anti-oxydants, diurétiques... Ils regroupent les flavonols (gingko), les flavones (réglisse), les flavonones (angélique) mais aussi les isoflavones (genêt à balais), les chalcones (réglisse) et enfin les aurones (**Hopkins, 2003**).

2.4. les polyphénols

les polyphénols constituent un groupe très large de composés bioactifs, comprenant divers sous-groupes tels que les flavonoïdes, les phénols simples et les acides phénoliques. Les propriétés biologiques des polyphénols sont attribuées à leurs activités antioxydantes, anti-inflammatoires, anti-cancéreuses, neuroprotectrices, cardioprotectrices et antimicrobiennes, entre autres (**Manach et al., 2004**). En outre, certains polyphénols ont démontré des effets bénéfiques sur la régulation du métabolisme lipidique et glucidique, ce qui les rend potentiellement intéressants dans la prévention et le traitement de maladies métaboliques telles que le diabète et l'obésité (**Williamson, 2017**).

2.5. Tanins

Les tanins sont des composants polyphénoliques qui contractent les tissus en liant les protéines et en les précipitant ont également des propriétés astringentes, c'est-à-dire qu'ils ont la capacité de resserrer les tissus, ce qui peut être utile pour traiter les inflammations, les douleurs et les saignements. Ils ont également des propriétés antioxydantes, en neutralisant les radicaux libres et en protégeant les cellules contre les dommages oxydatifs. Les tanins sont présents dans de nombreuses plantes médicinales, telles que le thé, le marron d'Inde, l'écorce de saule, le noyer, la grenade, la myrtille, etc. (**Kindersley, 2001**)

2.6. Les saponines

Le nom saponine dérive du mot latin «sapo», qui signifie savon, parce que ces composés moussent une fois agités avec de l'eau. Ils se composent d'aglycones non polaires liés à un ou plusieurs sucres. Cette combinaison d'éléments structuraux polaires et non polaires explique leur comportement moussant en solution aqueuse. Comme définition, on dirait qu'une saponine est un glycoside de stéroïde ou de triterpène. Fondamentalement, on distingue les

saponines stéroïques et les saponines triterpéniques dérivant tous deux biosynthétiquement de l'oxyde de squalène. (Manach et al., 2004)

Tableau 02 : Principales classes des composés phénoliques (Macheix et al., 2005)

Squelette carboné	Classe	Exemple	Origine (exemple)
C6	Phénols simples	Catéchol	
C6-C1	Acides hydroxybenzoïques	p-hydroxybenzoïqu	Epices, fraise
C6-C3	Acides hydroxycinnamiques	Acide caféique, férulique	Pomme de terre, pomme
	Coumarines	Scopolétine	<i>Citrus</i>
C6-C4	Naphtoquinones	Juglone	Noix
C6-C1-C6	Xanthones	Mangiferine	
C6-C2-C6	Stilbènes	Resvérol	Vigne
C6-C3-C6	Flavonoïdes * Flavonols * Anthocyanes * Flavanols * Flavanones	Kaempférol, quercétine Cyanidine, pélargonidine Catéchine, épicatechine Naringénine	Fruit, légumes, fleurs Fleurs, fruits rouges Pomme, raisin <i>Citrus</i>
	Isoflavonoïdes	Daidzéine	Soja, pois
(C6-C3) ₂	Lignanes	Pinorésinol	Pin
(C6-C3-C6) ₂	Biflavonoïdes	Amentoflavone	
(C6-C3) _n	Lignines		Bois, noyaux des fruits
(C6-C3-C6) _n	Tanins condensés		Raisin rouge, kaki

3. Activités biologiques des composés phénoliques

3.1. Chez les végétaux

Les composés phénoliques jouent un rôle important dans la physiologie des plantes, notamment dans la lignification, la régulation de la croissance, ainsi que dans les interactions avec les microorganismes symbiotiques ou parasites. Ils sont également impliqués dans les interactions des plantes avec leur environnement biologique et physique, tels que les bactéries,

les champignons, et les rayons UV. De plus, ces composés ont un impact sur les critères de qualité tels que la couleur, l'astringence, l'amertume, ainsi que les qualités nutritionnelles des fruits, légumes, et tubercules. En outre, lors de la transformation des produits végétaux, les phénols peuvent influencer la qualité finale des produits, notamment lors de la préparation de jus de fruits et de boissons fermentées, où ils peuvent causer des brunissements enzymatiques. **(Fleuriet et al., 2005)**

3.2. Chez les humains

Les composés phénoliques ont un rôle important dans la protection contre certaines maladies grâce à leur interaction avec de nombreuses enzymes et leurs propriétés antioxydantes. En particulier, les flavonoïdes ont des propriétés variées telles que la veinotonie, l'antitumoral, l'anti-radicalaire, l'anti-inflammatoire, l'analgésique, l'antiallergique, l'antispasmodique, l'antibactérienne, l'hépatoprotectrice, l'estrogénique et/ou l'anti-estrogénique. Ils sont également connus pour moduler l'activité de plusieurs enzymes ou récepteurs cellulaires.

Les flavonoïdes favorisent la relaxation vasculaire et empêchent l'agglutinement des plaquettes sanguines, ce qui réduit la coagulation du sang et le rend plus fluide. Ils limitent l'oxydation des lipides sanguins et contribuent à lutter contre les plaques d'athérome. De plus, ils ont des propriétés anxiolytiques et protègent les artères contre l'athérosclérose, réduisant ainsi la thrombose (caillots dans les artères) **(Fleuriet et al., 2005)**

Les exemples de quelques composés phénoliques et de leurs activités biologiques sont récapitulés dans le tableau 03.

Tableau 03 : Propriétés biologiques des quelques poly phénols dans l'organisme (Munada, 2010)

Polyphénols	Activités biologiques
Acides phénols (cinnamiques et benzoïques)	Antibactériennes, anti-ulcéreuses, antiparasitaires antifongiques, antioxydantes
Coumarines	Protectrices vasculaires, antiinflammatoires, anti parasites analgésiques et anti œdémateuses
Flavonoïdes	Antitumorales, antiparasitaires, vaso, dilatoires, antibactériennes, anti carcinogènes, anti-inflammatoires, analgésiques, hypotenseurs, antivirales, diurétiques, ostéogène, antioxydantes, anti-atherogéniques, antithrombotique, anti-allergique
Anthocyanes	Protectrices capillaro-veineux, anti oxydant
Proanthocyanidines	Effets stabilisants sur le collagène, antioxydantes, antitumorales, antifongiques et anti-inflammatoires
Tannins galliques et catéchiqes	Antioxydantes
Lignanes	Anti-inflammatoires, analgésiques
Saponines	Antitumorale, anticancérigène,...
Phytostérols	Agent de protection contre l'hormone dépendant du cancer de colons

4. *Juniperus phoenicea*:

Juniperus phoenicea (Genévrier de phénicie, "Araar") appartient à la famille des Cupressacées. C'est un arbre branchu qui peut atteindre environ 8 mètres de hauteur, possédant un tronc court qui peut atteindre 2 mètres de circonférence. Cette espèce est monoïque, la floraison a lieu pendant l'hiver et la fructification à la fin de l'été de l'année suivante. Elle se distingue par sa dense couverture de feuilles fines et pointues qui couvrent ses branches. La plante a également des cônes pendants épineux et des fleurs jaunes pâles qui se transforment ensuite en petits fruits rouges contenant les graines de la plante. Elle est utilisée dans la médecine traditionnelle et en particulier, ses feuilles sont utilisées dans la fabrication de

remèdes à base de plantes. En préparant des extraits de la plante Araar, il est possible d'obtenir de nombreux avantages pour la santé, elle est utilisée pour traiter de nombreuses maladies telles que le diabète, la diarrhée, le rhumatisme, renforcer le système immunitaire et améliorer la santé du système digestif. (Akrou,2004)

4.1 Description botanique

4.1.1 Caractères morphologiques

Juniperus phoenicea, également connu sous le nom de genévrier de Phénicie, est une espèce de conifère appartenant à la famille des Cupressaceae. Il est originaire du bassin méditerranéen et se trouve dans les régions chaudes et sèches d'Afrique du Nord, du Moyen-Orient et du sud de l'Europe.

Les caractéristiques morphologiques de *Juniperus phoenicea* sont les suivantes:

- Taille : Les arbustes de *Juniperus phoenicea* ont généralement une hauteur de 1 à 3 mètres, mais ils peuvent atteindre jusqu'à 10 mètres sur les Hauts Plateaux (Quezel et Gast, 1998).
- Feuilles : Les feuilles de *Juniperus phoenicea* sont squamiformes, c'est-à-dire en forme d'écailles très petites et courtes. Elles sont serrées contre les rameaux et ont des bords cartilagineux finement denticulés (Cassan et al., 2009).
- Ramilles : Les ramilles de *Juniperus phoenicea* sont lisses au toucher (Cassan et al., 2009).
- Cônes : Les cônes de *Juniperus phoenicea* ont l'apparence de baies en raison de la soudure des écailles entre elles. Les cônes sont brun rouge brillant à maturité (après environ 2 ans) et ont un diamètre d'environ 6 à 10 mm. Chaque cône contient de 6 à 9 graines (Botineau, 2015).
- Floraison : La floraison de *Juniperus phoenicea* a lieu en hiver-printemps.

Il est important de noter qu'il peut y avoir des variations dans les caractéristiques morphologiques de *Juniperus phoenicea* en fonction de l'emplacement géographique et des conditions environnementales. (**Quezel Gast, 1998**)



Figure N°01 : Aspect général Feuilles et fruits du genévrier de Phénicie (G. Mazza MONACO nature encyclopedia

4.2. Taxonomies et systématiques

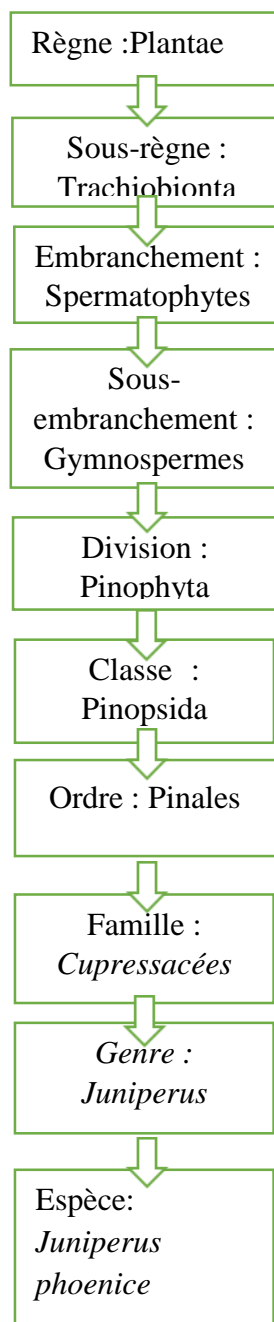


Figure N°02 : la classification botanique de la plante *Juniperus phoenicea*

4.3. Habitat et répartition géographique

4.3.1 Répartition géographique mondiale

Juniperus phoenicea est une espèce de conifère qui préfère les habitats chauds et secs. Il est largement répandu dans les régions méditerranéennes d'Afrique du Nord, du Moyen-Orient et du sud de l'Europe, où il se trouve souvent dans les collines, les montagnes et les zones côtières. (Alvarado et Vilatersana 2004). (Fig 00).

En particulier, *Juniperus phoenicea* se trouve dans les pays suivants :

- Afrique du Nord : Algérie, Égypte, Libye, Maroc et Tunisie
- Moyen-Orient : Bahreïn, Chypre, Égypte, Iran, Irak, Israël, Jordanie, Koweït, Liban, Oman, Qatar, Arabie Saoudite, Syrie, Turquie, Émirats arabes unis et Yémen
- Europe : Espagne, France, Grèce, Italie, Portugal et Sardaigne(Alvarado et Vilatersana 2004).

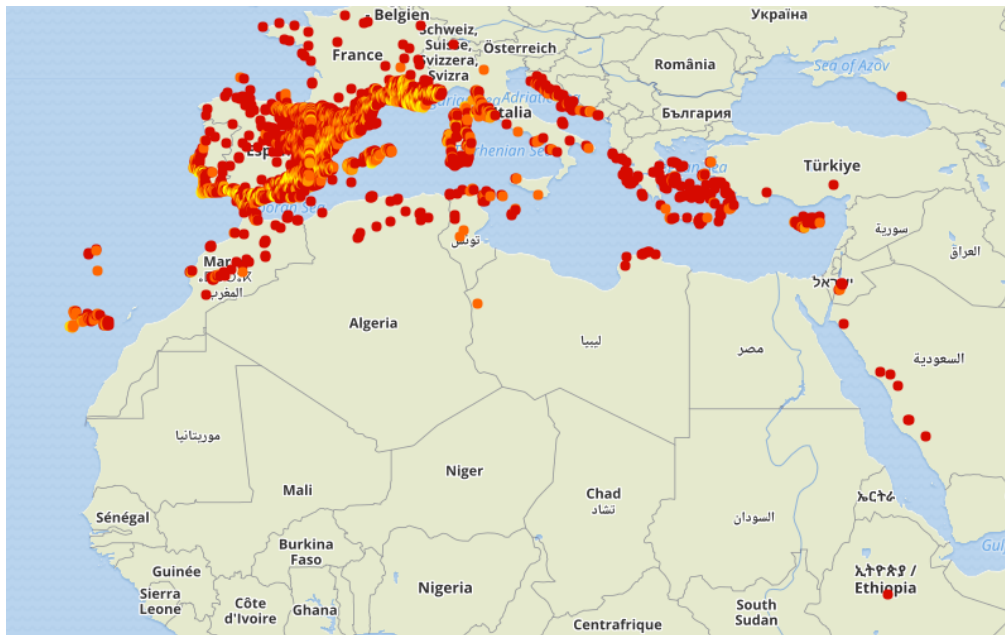


Figure N°03 :Répartition géographique mondiale de *Juniperus phoenicea* (Inventaire nationale du patrimoine naturel)

4.3.2 Répartition en Algérie

En Algérie, cette espèce est présente dans plusieurs régions, principalement dans les montagnes de l'Ouest, le littoral méditerranéen et le Sud-Ouest.

Selon une étude publiée en 2012 dans la revue "Phytotaxa" par **Boughebri et al.**, *Juniperus phoenicea* est présent dans plusieurs régions d'Algérie, notamment les montagnes de l'Ouest, où il forme souvent des peuplements purs ou mixtes avec d'autres espèces de conifères et de feuillus. Dans le littoral méditerranéen, Cette espèce est souvent associée à des communautés végétales de maquis et de garrigue. Enfin, dans le Sud-Ouest, Est présent dans les zones montagneuses et semi-arides, où il forme souvent des peuplements clairsemés et discontinus.

Une autre étude publiée en 2014 dans la revue "Annales des Sciences Forestières" par **Djazouli et al.**, a également confirmé la présence de *Juniperus phoenicea* dans les montagnes

de l'Ouest de l'Algérie, où il forme souvent des peuplements purs ou mixtes avec d'autres espèces de conifères et de feuillus.

En somme, *Juniperus phoenicea* est présent dans plusieurs régions d'Algérie, principalement dans les montagnes de l'Ouest, le littoral méditerranéen et le Sud-Ouest. Cependant, il convient de noter que la répartition exacte de cette espèce en Algérie peut varier en fonction des conditions climatiques, des sols et des autres facteurs environnementaux.

4.4. Noms vernaculaires

Cette plante a plusieurs noms qui diffèrent selon les régions et les cultures.

Tableau 04 : Noms vernaculaires de *Juniperus phoenicea*

NOM VERNACULAIRE	Arâr lahmar
NOM ARABE	Ar'ar (عرعار)
NOM ANGLAIS	Phoenician juniper Phoenician Cedar, Berry Bearing Cedar
NOM FRANÇAIS	Genévrier de Phénicie, Genévrier rouge
NOM LATIN	Jupiers phonique

4.5. Utilisations en médecine traditionnelle

Les parties utilisées en médecine traditionnelle sont les feuilles, les baies et l'huile essentielle.

Les utilisations traditionnelles de *Juniperus phoenicea* incluent :

- Traitement des maladies respiratoires, telles que la bronchite, l'asthme et la toux (**Fennane et al., 2007**).
- Traitement des troubles gastro-intestinaux, tels que les douleurs abdominales, la dysenterie et les coliques (**Said et al., 2017**).
- Utilisation comme diurétique pour traiter les infections urinaires, la rétention d'eau et l'hypertension (**Mimouni et al., 2014**).
- Utilisation comme antiseptique pour traiter les plaies et les infections cutanées (**Ksouri et al., 2010**).

4.6. Données phytochimiques de la plante

Juniperus phoenicea contient une variété de composés phytochimiques, notamment des alcaloïdes, des terpènes, des flavonoïdes, des acides phénoliques et des tanins. Les alcaloïdes, tels que la juniperine et la sabadilline, ont été identifiés dans les feuilles (**Zaouali et al., 2009**).

Les terpènes, tels que le pinène, le limonène, le myrcène et le camphène, sont également présents dans l'huile essentielle de la plante (**Sarri et al., 2011**).

Des flavonoïdes, tels que la luteoline et la quercétine, ont été identifiés dans les extraits de feuilles et de fruits de *Juniperus phoenicea* (**Khelifi et al., 2016**).

Les acides phénoliques, tels que l'acide caféique et l'acide rosmarinique, ont également été identifiés dans les extraits de la plante (**Ghouila et al., 2017**).

Enfin, les tanins ont également été identifiés dans les extraits de *Juniperus phoenicea* (**Ghouila et al., 2017**).

Ces composés phytochimiques sont responsables des propriétés médicinales de la plante, telles que ses propriétés anti-inflammatoires, antioxydantes et antibactériennes.

4.7. Données pharmacologiques

Juniperus phoenicea possède plusieurs propriétés pharmacologiques, notamment des propriétés anti-inflammatoires, antioxydantes, antimicrobiennes, antitumorales, antidiabétiques et antihypertensives.

4.7.1. Activités antioxydante et anti-inflammatoire

Les extraits de *Juniperus phoenicea* ont également montré des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires en inhibant la production de radicaux libres et de cytokines pro-inflammatoires (**Ghouila et al., 2017; Khelifi et al., 2016**). Des études ont montré que les extraits de *Juniperus phoenicea* ont des propriétés anti-inflammatoires. Une étude in vitro a montré que l'extrait éthanolique des feuilles inhibait la production de cytokines pro-inflammatoires (TNF- α , IL-1 β et IL-6) et de prostaglandine E2 (PGE2) par les macrophages, suggérant son potentiel dans le traitement de maladies inflammatoires (**Ghouila et al., 2017**). Une autre étude a montré que l'extrait aqueux des feuilles de la plante avait des effets anti-inflammatoires chez des rats souffrant d'arthrite (**Zaouali et al., 2009**).

4.7.2. Activités antibactérienne et antifongique

L'extrait de feuilles de *J phoenicea* a montré une activité antidiabétique en réduisant la glycémie chez les souris diabétiques (Al-Taher et al., 2020).

4.7.3. Activités antitumoraux

Une étude a montré que les extraits de la plante avaient des effets cytotoxiques contre des cellules cancéreuses du sein et de la prostate (Khlifi et al., 2016).

4.7.4. Activités antidiabétiques et antihypertensifs

L'extrait de feuilles de *J phoenicea* a montré une activité antidiabétique en réduisant la glycémie chez les souris diabétiques (Al-Taher et al., 2020).

4.8 Données toxicologiques

Il y a peu d'informations sur la toxicité de *Juniperus phoenicea* chez l'homme, mais plusieurs études ont été menées sur la toxicité aiguë et chronique de l'extrait de la plante chez les animaux de laboratoire. Une étude menée sur des souris a révélé qu'un extrait de

J. phoenicea à des doses élevées pouvait causer une légère toxicité hépatique aiguë. Cependant, les doses administrées étaient très élevées et ne reflètent pas les doses normales utilisées dans la médecine traditionnelle (Boussouf et al., 2013). Une autre étude a évalué la toxicité aiguë d'un extrait de *J. phoenicea* chez des rats. Les résultats ont montré que l'extrait n'avait pas provoqué de mortalité ni d'effets toxiques significatifs aux doses testées (Al-Howiriny et al., 2007). Autre étude de toxicité chronique menée sur des rats a également montré que l'administration d'un extrait de *J. phoenicea* pendant 90 jours n'a pas provoqué d'effets toxiques significatifs sur la fonction hépatique ou rénale, ni sur les niveaux de glucose ou de cholestérol dans le sang (Boussouf et al., 2013)

Cependant, il convient de noter que les extraits de plantes peuvent également présenter des risques pour la santé s'ils sont mal utilisés. Par exemple, certains extraits peuvent provoquer des interactions médicamenteuses, des effets indésirables ou des allergies. (Kumar et al., 2013).

Partie II : Les extraits des plantes

1. Introduction

Sont des préparations obtenues à partir de différentes parties des plantes, telles que les feuilles, les racines, les tiges, les fleurs ou les fruits, qui sont ensuite utilisées à des fins thérapeutiques, cosmétiques ou alimentaires. Ces extraits peuvent être obtenus par diverses méthodes d'extraction, notamment l'infusion, la décoction, la macération, la percolation, l'extraction par solvants, l'extraction assistée par ultrasons, etc. Les extraits de plantes ont une longue histoire d'utilisation dans différentes cultures à travers le monde, notamment dans la médecine traditionnelle chinoise, ayurvédique et africaine. Ces extraits sont souvent utilisés pour traiter diverses affections, telles que les troubles digestifs, les troubles du sommeil, les douleurs articulaires, les problèmes de peau, etc. **(Kumar et al., 2013)**.

De nombreuses études scientifiques ont été menées pour évaluer l'efficacité des extraits de plantes dans le traitement de différentes maladies. Par exemple, une étude publiée en 2017 dans la revue "Journal of Ethnopharmacology" a montré que l'extrait de feuilles de moringa (*Moringa oleifera*) avait des effets antidiabétiques chez les souris diabétiques. Une autre étude publiée en 2019 dans la revue "Journal of Medicinal Food" a montré que l'extrait de racine de ginseng (*Panax ginseng*) avait des effets anti-inflammatoires chez les souris atteintes de colite. **(Sharifi-Rad et al., 2018)**

2. Les Huile essentielles

Ce sont des molécules à noyau aromatique et caractère volatil offrant à la plante une odeur caractéristique et on trouve ces molécules dans les organes sécréteurs. Ces huiles Jouent un rôle de protection des plantes contre un excès de lumière et attirent les insectes pollinisateurs. Ils sont utilisés pour soigner des maladies inflammatoires telles que les allergies, eczéma, et soulagent les problèmes intestinaux. Leur utilisation est également présente dans l'industrie cosmétique et alimentaire. **(Amroune, 2018)**

2.1. Procédés d'extraction des huiles essentielles

2.1.1 La distillation à l'eau

Est une méthode d'extraction des huiles essentielles à partir de plantes aromatiques. Elle est également connue sous le nom de "distillation par entraînement à la vapeur d'eau". Le processus de distillation à l'eau consiste à chauffer de l'eau dans un récipient, puis à placer la plante

aromatique dans un autre récipient situé au-dessus de l'eau. La vapeur d'eau passe à travers la plante et entraîne les huiles essentielles, qui sont ensuite condensées et collectées dans un récipient séparé. (**Bousbia et al., 2009**)

2.1.2 La distillation à la vapeur d'eau

Est une méthode d'extraction des huiles essentielles à partir de plantes. Elle consiste à chauffer de l'eau dans une cuve, puis à faire passer de la vapeur d'eau à travers un récipient contenant les plantes. La vapeur d'eau entraîne les molécules aromatiques des plantes qui sont alors condensées dans un serpentin de refroidissement pour former l'huile essentielle. (**Li et al., 2017**)

Cette méthode de distillation est largement utilisée dans l'industrie de l'aromathérapie et de la parfumerie, car elle permet d'obtenir une huile essentielle pure et de haute qualité. La température de la vapeur d'eau peut être contrôlée pour éviter une surchauffe des plantes et une détérioration de la qualité de l'huile essentielle. (**Sasidharan et al., 2010**)

la distillation à la vapeur d'eau peut être plus efficace que d'autres méthodes d'extraction, telles que l'extraction par solvant, pour obtenir des huiles essentielles de qualité supérieure. Cependant, cette méthode nécessite des équipements spécialisés et une expertise technique pour être mise en œuvre correctement. (**Benkaci-Ali et al., 2007**)

2.1.3 L'hydrodiffusion

Est une méthode d'extraction des huiles essentielles à partir de plantes qui combine la distillation à la vapeur d'eau et l'hydrodistillation. Elle consiste à faire passer de la vapeur d'eau à travers un récipient contenant les plantes immergées dans de l'eau. La vapeur d'eau entraîne les molécules aromatiques des plantes qui sont alors condensées dans un serpentin de refroidissement pour former l'huile essentielle. (**Grosso et al., 2006**)

Cette méthode d'extraction est considérée comme une alternative à la distillation à la vapeur d'eau traditionnelle, car elle permet d'obtenir une huile essentielle de qualité supérieure en utilisant moins d'eau et moins d'énergie. De plus, elle peut être utilisée pour extraire des huiles essentielles de plantes plus fragiles qui ne supportent pas la distillation à la vapeur d'eau traditionnelle. (**Navaro et al., 2000**)

Des études ont montré que l'hydrodiffusion peut être une méthode d'extraction efficace pour obtenir des huiles essentielles de qualité supérieure. Cependant, cette méthode nécessite

également des équipements spécialisés et une expertise technique pour être mise en œuvre correctement. (Matos et al., 1993)

2.1.4. La méthode d'extraction au dioxyde de carbone (CO₂) supercritique

Est une méthode d'extraction relativement récente et coûteuse, mais elle est également considérée comme l'une des méthodes les plus efficaces pour extraire des huiles essentielles de haute qualité. (Reverchon et De Marco, 2006)

2.1.5. L'extraction par solvant

Est une méthode d'extraction couramment utilisée pour extraire des huiles essentielles à grande échelle. Cette méthode utilise un solvant, tel que l'éther de pétrole, l'hexane ou l'éthanol, pour dissoudre les composants aromatiques des plantes. Le solvant est ensuite évaporé pour obtenir l'huile essentielle pure. (Bhattacharya et Dhar, 2012)

2.2 Composition chimique des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des mélanges naturels très complexes de différentes constituantes chimiques. Ces constituants peuvent être regroupés en deux grands groupes chimiques en fonction de leurs origines biogénétiques bien distinctes, il y a le groupe des terpénoïdes et celui des composés aromatiques (Pichersky et al., 2006).

a. Terpénoïdes

Les terpénoïdes sont des composés organiques volatils qui sont souvent présents en grande quantité dans les huiles essentielles. Ils sont formés à partir de précurseurs isoprénoïdes tels que le géranyl pyrophosphate et le farnésyl pyrophosphate, qui sont synthétisés par les plantes à partir de l'acétate et de l'isopentényle pyrophosphate.

Voici quelques exemples de terpénoïdes que l'on peut retrouver dans les huiles essentielles :

1. Limonène : un monoterpène courant que l'on trouve dans les huiles essentielles de citron, d'orange, de mandarine et de pin.
2. 1,8-cinéole : un oxyde de monoterpène présent dans les huiles essentielles d'eucalyptus, de romarin et de menthe poivrée.
3. Linalol : un monoterpène alcool que l'on trouve dans les huiles essentielles de lavande, de coriandre et de basilic.

4. α -pinène et β -pinène : des monoterpènes présents dans les huiles essentielles de pin, de cèdre et de sapin.
5. Germacrène-D : un sesquiterpène présent dans les huiles essentielles de gingembre et de patchouli.
6. Caryophyllène : un sesquiterpène présent dans les huiles essentielles de poivre noir, de clou de girofle et de cannelle. **(Bakkali et al., 2008)**

b. Composés aromatiques

Les huiles essentielles sont composées de nombreux composés aromatiques, qui peuvent varier en fonction de la plante, de la partie de la plante utilisée, du lieu de culture et de la méthode d'extraction utilisée. Voici quelques exemples de composés aromatiques courants que l'on peut retrouver dans les huiles essentielles :

1. Les monoterpènes : ces composés comprennent des molécules comme le limonène, le pinène et le myrcène, que l'on trouve dans les huiles essentielles d'agrumes, de pin et de genévrier.
2. Les sesquiterpènes : ces composés comprennent des molécules comme le caryophyllène, le farnésène et l'humulène, que l'on trouve dans les huiles essentielles de poivre noir, de cannelle et de gingembre.
3. Les phénols : ces composés comprennent des molécules comme le carvacrol, le thymol et l'eugénol, que l'on trouve dans les huiles essentielles d'origan, de thym et de clou de girofle.
4. Les aldéhydes : ces composés comprennent des molécules comme le citral, le cinnamaldéhyde et le benzaldéhyde, que l'on trouve dans les huiles essentielles de citronnelle, de cannelle et d'amande amère.
5. Les cétones : ces composés comprennent des molécules comme le camphre, le menthone et la carvone, que l'on trouve dans les huiles essentielles de menthe, de romarin et de carvi.

Les composés aromatiques des huiles essentielles peuvent avoir des propriétés médicinales intéressantes, notamment des propriétés antimicrobiennes, anti-inflammatoires et antioxydantes. Cependant, il est important de prendre des précautions lors de l'utilisation des huiles essentielles, car elles peuvent être très puissantes et peuvent causer des réactions

allergiques ou des effets indésirables si elles ne sont pas utilisées correctement. **(Bakkali et al., 2008)**

2.3 Les caractéristiques des huiles essentielles

Les caractéristiques des huiles essentielles peuvent varier en fonction des plantes dont elles sont extraites et des méthodes d'extraction utilisées. Cependant, voici quelques-unes des caractéristiques courantes des huiles essentielles :

1. **Composition chimique** : Les huiles essentielles sont composées de différentes molécules telles que les terpènes, les phénols, les alcools, les aldéhydes et les cétones. La composition chimique de l'huile essentielle peut avoir une influence sur ses propriétés thérapeutiques et aromatiques.
2. **Odeur** : Les huiles essentielles ont des odeurs caractéristiques qui peuvent varier en fonction de leur composition chimique. Les odeurs peuvent être décrites comme boisées, épicées, florales, herbacées, agrumes, etc.
3. **Couleur** : Les huiles essentielles peuvent avoir des couleurs différentes, allant du transparent au jaune, vert, bleu, brun, rouge et noir.
4. **Densité** : Les huiles essentielles ont une densité différente en fonction de leur composition chimique. Certaines huiles essentielles peuvent être plus légères que l'eau, tandis que d'autres peuvent être plus lourdes.
5. **Point d'ébullition** : Les huiles essentielles ont des points d'ébullition différents en fonction de leur composition chimique. Cela peut influencer leur utilisation en aromathérapie et en parfumerie.
6. **Pouvoir rotatoire** : Certaines huiles essentielles ont un pouvoir rotatoire, ce qui signifie qu'elles peuvent faire tourner le plan de polarisation de la lumière.
7. **Indice de réfraction** : L'indice de réfraction mesure la façon dont la lumière se déplace dans l'huile essentielle. Il peut être utilisé pour identifier et caractériser les huiles essentielles. **(Bakkali et al., 2008)**

2.4. Activité biologique des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont connues pour leur activité biologique, notamment leur activité antimicrobienne, anti-inflammatoire, antioxydante et analgésique. (**Reichling et al., 2009**)

➤ 2.4.1 Activité antibactérienne

Les huiles essentielles sont des extraits concentrés de plantes qui sont utilisées depuis des siècles pour leurs propriétés thérapeutiques. De nombreuses huiles essentielles ont été étudiées pour leur activité antibactérienne et leurs effets sur les infections bactériennes.

Les mécanismes d'action des huiles essentielles antibactériennes sont variés et comprennent la perturbation de la membrane cellulaire, l'inhibition de la synthèse des protéines et la perturbation de la synthèse de l'ADN bactérien. Certaines huiles essentielles peuvent également stimuler le système immunitaire pour aider à combattre les infection. Plusieurs études ont été menées pour évaluer l'activité antibactérienne des huiles essentielles. Par exemple, une étude a montré que l'huile essentielle de tea tree avait une activité antibactérienne contre plusieurs souches de bactéries, y compris *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes* et *Escherichia coli* . Des autre étude a montré que l'huile essentielle d'origan avait une activité antibactérienne contre plusieurs souches de bactéries, y compris *Salmonella enterica*.(**Carson et al., 2006**)

➤ 2.4.2 Activité antifongique

Les huiles essentielles sont également étudiées pour leur activité antifongique, c'est-à-dire leur capacité à tuer ou à inhiber la croissance des champignons. Les huiles essentielles peuvent être utilisées pour traiter les infections fongiques telles que le pied d'athlète, la mycose des ongles, le muguet et la candidose. Les mécanismes d'action des huiles essentielles antifongiques sont similaires à ceux des huiles essentielles antibactériennes et peuvent inclure la perturbation de la membrane cellulaire fongique, l'inhibition de la synthèse des protéines fongiques et la perturbation de la synthèse de l'ADN fongique. Plusieurs études ont été menées pour évaluer l'activité antifongique des huiles essentielles. Par exemple, une étude a montré que l'huile essentielle de thym avait une activité antifongique contre *Candida albicans*, une levure responsable de la candidose . Une autre étude a montré que l'huile essentielle de clou de girofle avait une activité antifongique contre plusieurs souches de champignons, y compris *Aspergillus niger* et *Candida albicans*. (**kumar et al., 2007; Tyagi et al., 2010**)

2.5. Principales utilisations des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont utilisées pour de nombreuses applications thérapeutiques, cosmétiques et culinaires. Voici quelques-unes des principales utilisations des huiles essentielles :

1. Aromathérapie : Les huiles essentielles sont couramment utilisées en aromathérapie pour leurs propriétés thérapeutiques. Elles peuvent être utilisées pour aider à soulager le stress, l'anxiété, les maux de tête, les douleurs musculaires et articulaires, les problèmes de sommeil, les problèmes respiratoires, etc.
2. Soins de la peau : Les huiles essentielles sont souvent utilisées en cosmétique pour leurs propriétés bénéfiques pour la peau. Elles peuvent être ajoutées aux lotions, aux crèmes, aux savons, aux shampooings et aux autres produits de soin pour aider à améliorer la texture de la peau, réduire l'acné, apaiser les irritations, etc.
3. Parfumerie : Les huiles essentielles sont souvent utilisées en parfumerie pour leur parfum unique et leur longévité. Elles peuvent être utilisées pour créer des parfums, des eaux de toilette, des huiles de massage et d'autres produits parfumés.
4. Cuisine : Les huiles essentielles sont également utilisées en cuisine pour ajouter de la saveur et de l'arôme aux plats. Elles peuvent être utilisées pour aromatiser les desserts, les boissons, les marinades, les sauces et les plats principaux.
5. Entretien ménager : Les huiles essentielles sont utilisées pour fabriquer des produits de nettoyage naturels. Elles peuvent être ajoutées aux sprays nettoyants, aux détergents, aux désodorisants et aux produits de soin pour la maison. **(Buchbauer et al., 1993)**

2.6. Toxicité des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des produits naturels puissants et peuvent causer des effets indésirables s'ils sont mal utilisés. Il est important de noter que la toxicité des huiles essentielles dépend de la dose, de la voie d'administration et de la sensibilité individuelle. Voici quelques exemples de toxicité des huiles essentielles :

1. Irritation cutanée : Certaines huiles essentielles peuvent causer des irritations cutanées, des rougeurs, des démangeaisons ou des brûlures lorsqu'elles sont appliquées sur la peau. Les huiles essentielles de cannelle, d'origan et de thym sont particulièrement connues pour leur potentiel irritant.

2. Sensibilisation allergique : Certaines personnes peuvent développer une sensibilisation allergique aux huiles essentielles après une exposition répétée. Les symptômes peuvent inclure des éruptions cutanées, des démangeaisons, de l'eczéma ou des réactions respiratoires. Les huiles essentielles de bergamote, de citron et de lavande sont parmi les plus susceptibles de causer des réactions allergiques.
3. Toxicité digestive : Certaines huiles essentielles peuvent causer des troubles digestifs s'ils sont ingérés. Les symptômes peuvent inclure des nausées, des vomissements, des douleurs abdominales ou des diarrhées. Les huiles essentielles de menthe poivrée et d'eucalyptus sont particulièrement susceptibles de causer des troubles digestifs.
4. Toxicité hépatique : Certaines huiles essentielles peuvent causer des dommages au foie s'ils sont ingérés ou utilisés en grande quantité. Les symptômes peuvent inclure une augmentation des enzymes hépatiques, des douleurs abdominales, de la jaunisse ou une hépatite. Les huiles essentielles de thuya, de romarin et de menthe poivrée sont connues pour leur potentiel toxique hépatique.
5. Toxicité nerveuse : Certaines huiles essentielles peuvent causer des effets neurotoxiques s'ils sont utilisés en grande quantité. Les symptômes peuvent inclure des maux de tête, des vertiges, des convulsions ou des perturbations du système nerveux central. Les huiles essentielles de camphre, d'eucalyptus et de menthe poivrée sont particulièrement connues pour leur potentiel neurotoxique. (Tisserand et al., 2014)

2.7. Les méthodes d'analyse des huiles essentielles

Il existe plusieurs méthodes d'analyse des huiles essentielles pour en déterminer la composition chimique et les propriétés. Parmi les méthodes les plus couramment utilisées, on trouve :

1. **La chromatographie en phase gazeuse (CPG)** : c'est la méthode de référence pour l'analyse des huiles essentielles. Elle permet de séparer les différents composés volatils de l'huile et de les identifier grâce à leur temps de rétention et à leur spectre de masse.
2. **La chromatographie en phase liquide (CPL)** : cette méthode est utilisée pour les composés non volatils des huiles essentielles. Elle permet également d'identifier les composés présents dans l'huile.
3. **La spectrométrie de masse (MS)** : cette méthode est utilisée en combinaison avec la CPG ou la CPL pour identifier les différents composés des huiles essentielles.

4. **La spectroscopie infrarouge (IR)** : cette méthode est utilisée pour déterminer les groupes fonctionnels des composés présents dans les huiles essentielles.
6. **La résonance magnétique nucléaire (RMN)** : cette méthode est utilisée pour la détermination de la structure chimique des composés des huiles essentielles. (**Bakkali et al., 2008**)

Partie III : Activité antimicrobienne

1. Généralité sur l'activité antimicrobienne

Un agent antimicrobien, est un agent qui tue les micro-organismes ou inhibe leur croissance. Celui qui les tue et appelé « microbicide » et celui qui inhibe seulement leur croissance est appelé « antibiotique ». (**Klug et al., 1997**)

Les agents antimicrobiens sont des substances qui ont la capacité de combattre les micro-organismes tels que les bactéries, les virus, les champignons ou les parasites. Ils peuvent être utilisés pour prévenir ou traiter les infections chez l'homme, l'animal ou les plantes. Les agents antimicrobiens comprennent les antibiotiques, les antiviraux, les antifongiques, les antiparasitaires et d'autres types de médicaments. (**Baltz, 2005**)

2. Généralité sur les bactéries

Les bactéries sont des micro-organismes unicellulaires prokaryotes qui ont une structure cellulaire relativement simple et qui se reproduisent par division cellulaire binaire. Elles sont présentes dans tous les environnements et ont des rôles importants dans les écosystèmes, notamment en tant que décomposeurs, fixateurs d'azote et producteurs de nourriture. Certaines bactéries sont également pathogènes pour les humains, les animaux et les plantes, et peuvent causer des maladies. Les bactéries ont une grande diversité morphologique et physiologique, et sont classées en différentes catégories en fonction de leur forme, de leur structure cellulaire, de leur métabolisme et de leur mode de vie. (**Fekih, 2015**)

2.1. Bactéries à Gram négatif

Les bactéries à Gram négatif sont des micro-organismes caractérisés par leur réaction à la coloration de Gram, une technique de coloration utilisée pour différencier les bactéries en fonction de la structure de leur paroi cellulaire. Les bactéries à Gram négatif ne retiennent pas la coloration violette-bleue utilisée dans cette technique et apparaissent plutôt rose ou rouge. . (**Nikaido, 2003**)

Ces bactéries ont une paroi cellulaire composée d'une fine couche de peptidoglycane entourée d'une membrane externe contenant des lipopolysaccharides. Cette membrane externe rend les bactéries à Gram négatif plus résistantes aux antibiotiques et à d'autres substances chimiques (Fig 04) . (**Nikaido, 2003**) (

Les bactéries à Gram négatif sont largement répandues dans l'environnement et comprennent de nombreuses espèces pathogènes pour les humains et les animaux. Elles sont responsables de diverses infections, notamment des voies urinaires, respiratoires, gastro-intestinales et sanguines. (**Nikaido, 2003**)

2.2. Bactéries à Gram positive

Les bactéries à Gram positif sont des micro-organismes caractérisés par leur réaction à la coloration de Gram, une technique de coloration utilisée pour différencier les bactéries en fonction de la structure de leur paroi cellulaire. Les bactéries à Gram positif retiennent la coloration violette-bleue utilisée dans cette technique et apparaissent donc en bleu-violet. (**Sutcliffe, 2010**)

Ces bactéries ont une paroi cellulaire épaisse composée principalement de peptidoglycane, qui est entourée d'une membrane cytoplasmique. Cette paroi cellulaire épaisse rend les bactéries à Gram positif plus sensibles aux antibiotiques qui ciblent cette structure. (**Sutcliffe, 2010**) (Fig 04) .

Les bactéries Gram positives ont une couche de peptidoglycane plus épaisse dans leur paroi cellulaire par rapport aux bactéries Gram négatives. Cette couche de peptidoglycane est également plus accessible aux antibiotiques qui ciblent la paroi cellulaire, comme la pénicilline et les céphalosporines (**Nikaido, 2003**)

Les bactéries à Gram positif comprennent de nombreuses espèces bactériennes bénéfiques pour les humains et les animaux, telles que les lactobacilles présents dans la flore intestinale, ainsi que des espèces pathogènes, comme *Streptococcus pyogenes* responsable des angines ou *Staphylococcus aureus* responsable d'infections cutanées. (Sutcliffe, 2010)

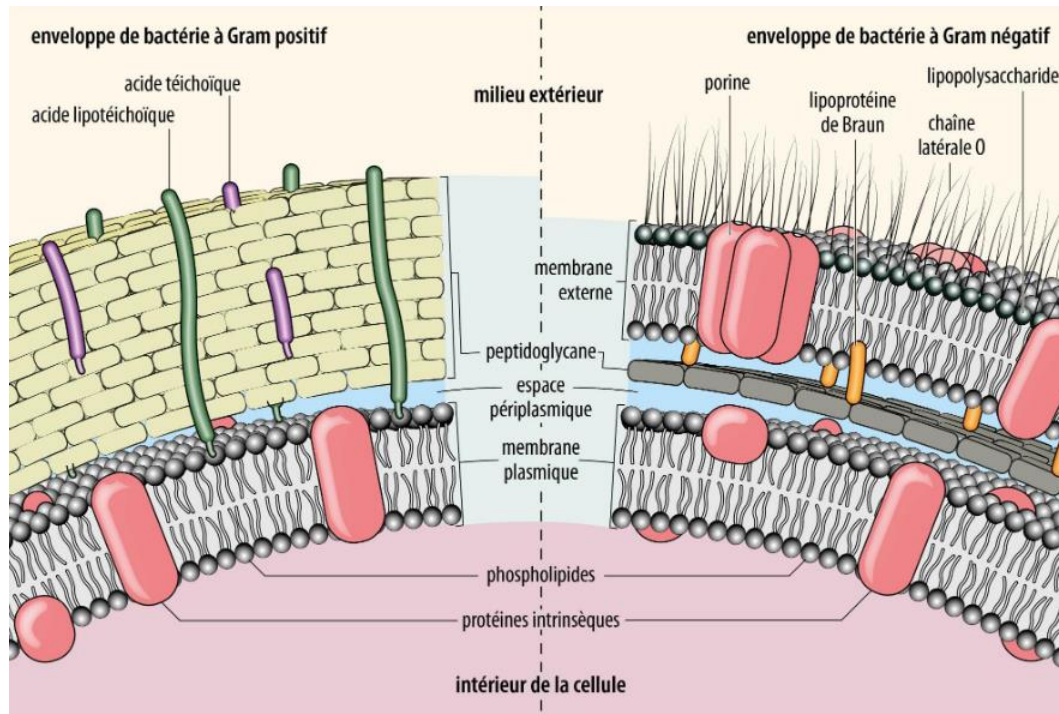


Figure N°04 : Enveloppe des bactéries à Gram positif ou négatif

3. Les méthodes d'évaluation de l'activité antibactérienne des huiles essentielles

Il existe plusieurs méthodes pour évaluer l'activité antibactérienne des huiles essentielles. Voici quelques-unes des méthodes les plus courantes :

1. Diffusion en milieu solide

Cette méthode, également appelée méthode de Kirby-Bauer, est une méthode de diffusion en gélose qui permet de mesurer la capacité des huiles essentielles à inhiber la croissance bactérienne. Des disques imbibés d'huiles essentielles sont déposés sur une plaque de Petri contenant des bactéries. La zone d'inhibition de croissance autour du disque est mesurée pour évaluer l'activité antibactérienne.

2. Dilution en série

Cette méthode consiste à diluer les huiles essentielles dans un solvant et à tester les différentes dilutions contre les bactéries en utilisant une méthode de diffusion en milieu

solide ou une méthode de microdilution en milieu liquide. Les dilutions successives permettent d'établir la concentration minimale inhibitrice (CMI) ou la concentration minimale bactéricide (CMB) de l'huile essentielle.

3. Microdilution en milieu liquide

Cette méthode utilise des microplaques contenant des puits remplis de différents niveaux de concentration d'huiles essentielles. Les bactéries sont ajoutées dans les puits et incubées. La croissance bactérienne est évaluée à la fin de l'incubation pour déterminer la concentration minimale inhibitrice (CMI) ou la concentration minimale bactéricide (CMB) de l'huile essentielle.

4. Test de biofilm :

Cette méthode est utilisée pour évaluer l'efficacité des huiles essentielles contre les biofilms bactériens. Les biofilms sont des communautés de bactéries qui se forment sur des surfaces et qui sont résistantes aux antibiotiques et aux désinfectants. Cette méthode utilise des microplaques contenant des puits remplis de biofilms bactériens et d'huiles essentielles. L'activité antimicrobienne est évaluée en mesurant l'adhésion et la croissance des bactéries sur les puits.

5. Test de cytotoxicité :

Cette méthode est utilisée pour évaluer la toxicité des huiles essentielles sur les cellules humaines ou animales. Les huiles essentielles sont ajoutées aux cellules dans des microplaques et la viabilité cellulaire est mesurée pour déterminer la concentration maximale non toxique (CMNT) de l'huile essentielle. (**Bakkali et al., 2008**).

Chapitre III : Matériel et méthodes

Chapitre III : Matériel et méthode

Objectif

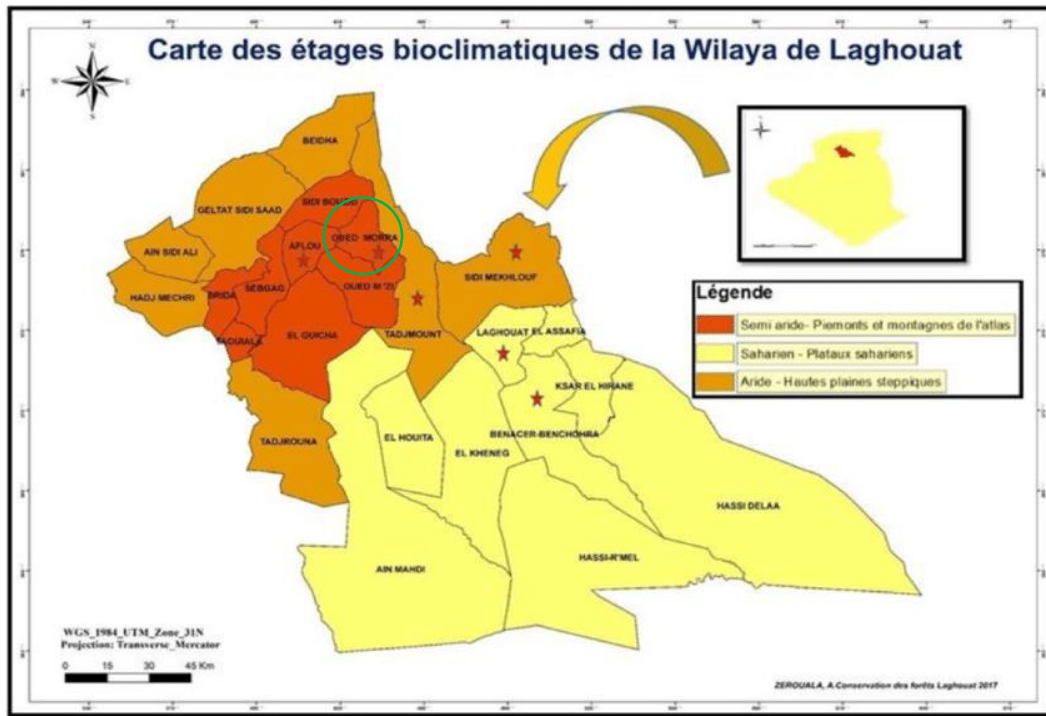
L'objectif de la présente étude est d'évaluer l'effet de l'huile essentielle de Genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*) à des différentes concentrations de 0.25%, 0.5% et 0.75% sur la charge des germes tel-que : Les bactéries lactiques, Flore aérobie mésophile totale, Les levures et moisissures et les coliformes thermotolérants dans le fromage blanc durant son stockage à 4°C, ainsi que d'évaluer la qualité sensorielle du fromage enrichi en huile de *Juniperus phoenicea* par une test pour les caractéristiques sensorielles (couleur, odeur, gout et texture) et l'acceptabilité générale des échantillons de fromage blanc supplémentés de l'extraits d'huile (0.5% et 0.75%). Les analyses microbiologiques se sont effectuées pendant 12 jours du 12 FÉVRIER jusqu'au 23 FÉVRIER 2023 au laboratoire de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université de University Amar Telidji-LAGHOUAT.

2. Matériel et méthodes utilisés

2.1. Matériel de laboratoire (voire l'annexes)

2.2. Matériel végétal

Genévrier de Phénicie récolté en septembre et octobre 2022 dans les montagnes d'Ain Ousmane dans la commune d'Oued Morra à 34°12'07.0"N et 2°19'25.9"E autour de la commune d'Aflou en Laghuate (Algérie) (Fig 05). Le matériel végétal est séché à la température ambiante (<30°C) et à l'abri de la lumière dans un endroit sec et aéré. Après séchage, le matériel végétal a été broyé en une poudre fine et la poudre a été collectée dans des sacs en papier propres pour une utilisation ultérieure dans l'extraction d'huile essentielle.



Source : conservation des forêts de la wilaya de Laghouat, modifiée (2020)

Figure N°05 : Localisation géographique d'Oued Morra entourant, le site de récolte de Genévrier de Phénicie

2.2.1. Séchage du matériel végétal

Le procédé de séchage du matériel végétal s'effectue à une température inférieure à 30°C, en évitant toute exposition à la lumière et en le conservant dans un lieu sec et ventilé. Une fois séché, le matériel est réduit en une fine poudre à l'aide d'un broyeur, puis collecté dans des sacs en papier propres en vue de son utilisation ultérieure pour l'extraction d'huile.



Figure N°06 : Matériel végétal broyée (Photo originale, 2023)

2.2.2. Extraction de l'huile essentielle L'huile essentielle a été extraite par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger (Fig 07).

Dans cette méthode d'extraction d'huile essentielle à partir de matériel végétal séché (200g) à 1500ml eau distillée pendant 4h, les échantillons sont d'abord placés dans un ballon à fond rond, et mélangés avec de l'eau distillée. Ensuite, le mélange est chauffé à ébullition pendant 4h, en veillant à ce qu'il soit à l'abri de la lumière. La vapeur qui s'échappe du ballon est ensuite refroidie dans un condenseur, ce qui permet la condensation de l'eau et de l'huile essentielle. Le condensat résultant, qui contient l'eau et l'huile essentielle, est recueilli dans une ampoule à décanter. L'huile essentielle est obtenue par simple décantation, c'est-à-dire en séparant les deux phases, à savoir l'eau et l'huile essentielle. L'huile essentielle est stockée dans des tubes en verre à une température proche de 4°C, à l'abri de la lumière, jusqu'à son utilisation ultérieure. (Mazari et al., 2010)

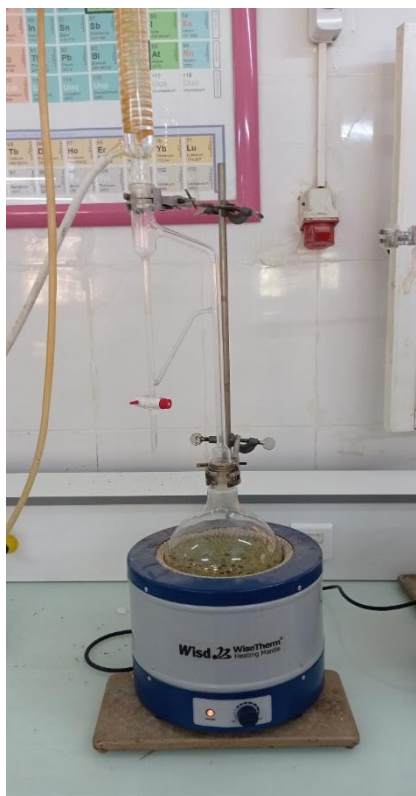


Figure N°07 : hydrodistillateur de type Clevenger (Photo originale, 2023).

2.2.3. Calcul du rendement de l'huile essentielles

Le rendement en HE de chaque échantillon correspond au rapport entre la quantité d'HE extraite et la masse de matière végétale sèche à traiter. Le rendement est exprimé en

pourcentage (%) et calculé par la formule suivante : R% : rendement en huile essentielle en %, Me : la masse d'HE en gramme (g), Mp : la masse de la matière végétale en gramme (g).

$$R (\%) = \frac{\text{la masse de l'huile essentielle}}{\text{la masse de l'échantillon}} \times 100$$

2.3. Matériel biologique

2.3.1 Le lait

Pour préparer le fromage blanc, nous avons utilisé du lait de vache pasteurisé de Laghouat .

2. 3.2. Eau physiologique

La solution d'eau physiologique à 0,9 % est un diluant isotonique couramment utilisé pour les dilutions ou les suspensions microbiennes. Elle est conçue pour préserver l'intégrité et la viabilité des microorganismes. Cette solution est constituée d'eau distillée et de chlorure de sodium (NaCl) dilué à une proportion de 9 pour 1000, soit une concentration de 0,9% de masse/volume de NaCl, équivalent à 9 g/l.

2.3.3. Gélose lactosée au désoxycholate à 0,1%

La gélose lactosée ou désoxycholate à 0,1% est un milieu sélectif utilisé pour le dénombrement des coliformes dans les produits alimentaires d'origine animale. Elle a pour fonction d'inhiber la croissance des microorganismes Gram positif grâce à la présence de désoxycholate de sodium, mais également grâce à l'action du citrate de sodium et du citrate ferrique, qui sont également des inhibiteurs efficaces. La différenciation des entérobactéries se fait par la fermentation du lactose. Les microorganismes lactose-positifs produisent de l'acidité qui se manifeste par l'apparition de colonies rouges en présence de Rouge neutre. La composition du milieu (voir les annexes)

2.3.4. Gélose PCA

La gélose PCA est un milieu de culture couramment utilisé pour le dénombrement des microorganismes aérobies, également connus sous le nom de FMAT. Il s'agit d'un milieu nutritif qui ne contient pas d'inhibiteurs, ce qui favorise la croissance de tous les microorganismes présents dans l'échantillon analysé à une température comprise entre 30-37°C. (Fig 08) La composition du milieu (voir les annexes) .



Figure N°08 : Milieu PCA (Plate Count Agar) (Photo originale, 2023).

2.3.5. Le milieu gélosé de Sabouraud

La gélose Sabouraud est un milieu d'utilisation générale, permettant la croissance et l'isolement d'une grande variété de levures et moisissures. La composition du milieu (voir les annexes)

2.3.6. La gélose MRS

La gélose MRS est utilisée pour la culture et le dénombrement des Lactobacillus dans les produits laitiers et les autres produits alimentaires ainsi que dans les produits destinés à l'alimentation animale. La composition du milieu (voir les annexes) .

2.4. Préparation des émulsions d'huiles essentielles testées

Les huiles essentielles de *J. phoenicea* ont été utilisées sous forme d'émulsion pour application en immersion. L'émulsion d'huile essentielle a été préparée en ajoutant séparément 2,5ml et 5ml et 7,5ml d'huiles *J. phoenicea* à 1000 ml d'eau distillée, respectivement (0,25%, 0,5% et 0,75%); dans lesquelles de 0,2ml Tween 20 (Merck) ont été ajoutées respectivement pour assurer la miscibilité de l'huile essentielle dans l'eau (Zhang, 2017). Les solutions ont été émulsifiées avec un homogénéisateur mécanique pendant 2 min jusqu'à obtention de mélanges homogènes avec l'utilisation immédiatement

2.5. Préparation des échantillons de fromage blanc

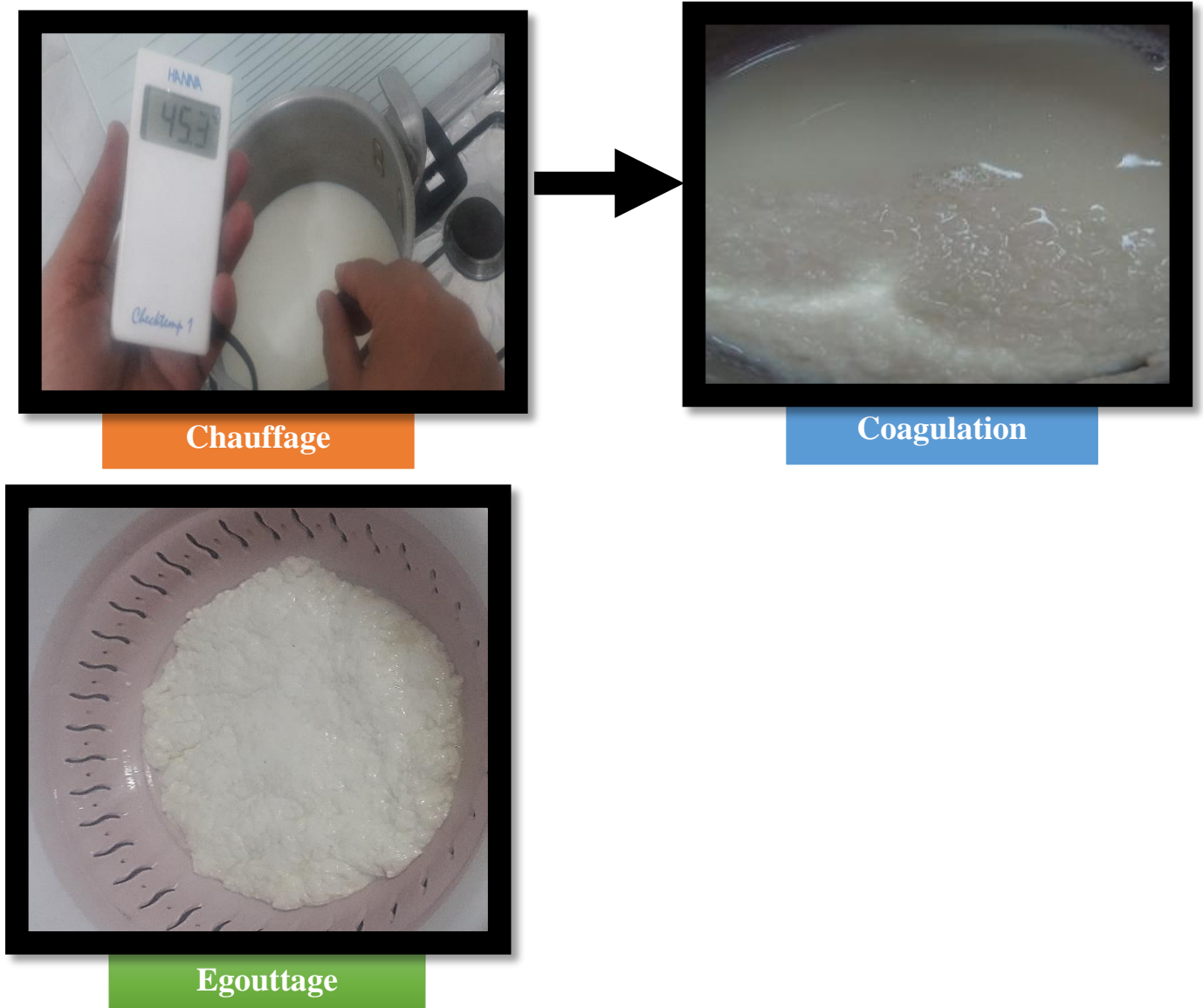


Figure N°09 : Diagramme de fabrication du fromage traditionnel « Jben » (Photo originale, 2023).

Les échantillons sont répartis en quatre lots 15 pièces (10 g) par lot . Le lot témoin est non traité aux émulsions d'huile essentielle, il est placé dans une barquette en polystyrène et recouvert d'un papier cellophane; tandis que les trois autres lots sont traités par 0.25% (m/v) , 0,5% (m/v) et 0.75% (m/v) des huiles de de *J. phoenicea*, respectivement (Fig 10).



Figure N°10 : Trempage les échantillons de fromage dans l'émulsions d'huiles essentielles (Photo originale, 2023).

Chaque échantillon a été traité par trempage dans 1000 ml d'émulsion d'huile essentielle à 0,25%, 0,5 % et à 0,75 % pendant 4 min à 25 °C, puis laissé sécher à température ambiante (environ 25°C) et enfin placé dans une barquette en polystyrène (Fig 11).



Figure N°11 : barquette en polystyrène (Photo originale, 2023).

Les quatre lots sont placés dans un réfrigérateur contenant un thermomètre (+4 °C), les prélèvements d'échantillons de fromage sont effectués le 0, 2, 4,7 et 9^{ème} jour de stockage. Toutes les analyses ont été effectuées en triple (n=3).

2.6. Préparation des solutions mère et des dilutions décimales

Pour chaque groupe n1, n2 et n3, des échantillons 10g de fromage (Fig 12) ont été prélevés chaque jour, comprenant 3 échantillons témoin , ainsi que 3 échantillon traité avec de l'huile à 0,25%, autres avec de l'huile à 0,5%, et enfin les troisième avec de l'huile à 0,75%, pour un total de 12 échantillons de fromage prélevés chaque jour.

Selon la méthode décrite par **AFNOR : NF EN ISO 6887-1 1999**, Les 12 échantillons de fromage est bien homogénéisée avec 90 mL d'eau physiologique stérile. Cette suspension est considérée comme étant la dilution mère, correspondant à une dilution de 1/10 ou (10^{-1}). En utilisant une micropipette stérile, on prélève un millilitre de la suspension mère (10^{-1}) de manière aseptique, puis on l'introduit dans un tube à essai contenant 9 mL d'eau physiologique stérile. Cela permet de créer une dilution de 10^{-2} , et on suit la même procédure pour préparer les autres dilutions de 10^{-3} , 10^{-4} et 10^{-5} . Les tubes sont soumis à une agitation à l'aide d'un Vortex.

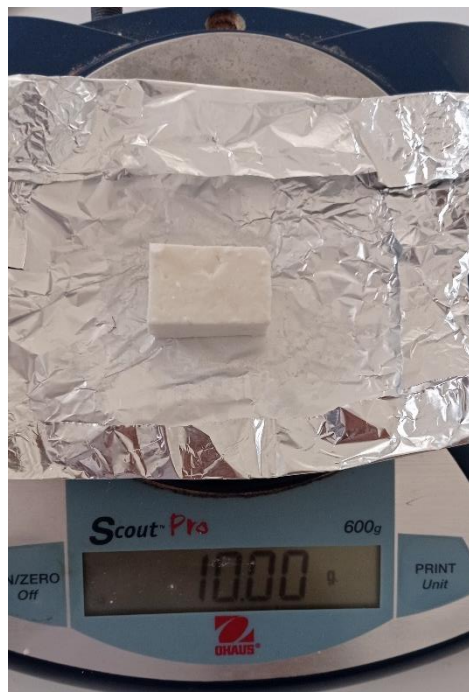


Figure N°12 : Pesage de 10g de fromage (Photo originale, 2023)

2.7. Flores dénombrées

2.7.1 Dénombrement des coliformes thermotolérants :

Verser environ 15 ml du milieu DCL , de 44 °C à 47 °C, dans chaque boîte il convient de laisser refroidir et solidifier les boîtes de Petri en les plaçant sur une surface horizontale et fraîche , une fois le milieu solidifié , étalant 0,1 ml de chaque dilution décimale en surface de la gélose , en évitant de toucher les bords de la boîte. Ensuite, les boîtes ont été incubées à 45°C pendant 48 heures \pm 2 h . Après incubation, le nombre de colonies présentes sur chaque boîte contenant entre 30 et 300 colonies a été compté se manifeste par l'apparition des colonies rouge foncé sur un fond rouge, avec un diamètre de 0,5 à 2 mm (NF V08-06).

- **Lecture :**

Les colonies caractéristiques des coliformes sont de petites colonies rouges fluorescentes ayant poussé en masse. Les premières lectures se font après 24 heures.

2.7.2. Dénombrement de la flore mésophile aérobique totale FMAT

Selon la Norme ISO 4833-2 2013 La méthode utilisée pour le dénombrement des microorganismes viables dans l'échantillon consiste en l'ensemencement en surface sur la gélose PCA. Cette méthode implique l'ajout de 0,1 mL de chaque dilution de l'échantillon sur la surface d'une boîte de Pétri contenant de la gélose PCA. Comme le milieu de culture n'est pas sélectif, tous les microorganismes aérobies ont la capacité de croître et d'être dénombrés. Les boîtes sont ensuite incubées à une température de 30°C pendant une période de 48 à 72 heures, afin de permettre la croissance des microorganismes revivifiables. Les résultats obtenus sont exprimés en UFC/g.

- **Protocole d'analyse**

- Au moins 12 ml à 15ml de gélose PCA est coulée dans des boites de pétri ;
- A l'aide d'une pipette stérile, 0,1 ml de chaque dilution est transféré à la surface d'une plaque de gélose ; L'inoculum est étalé soigneusement le plus rapidement possible à la surface de la gélose ; Les boîtes sont incubées couvercle en étuve à 30°C pendant 48-72h.

- **Lecture**

la lecture a été après 48 et 72h, on prend en considération uniquement les boites contenant entre 15 et 300 colonies. Ces derniers se présentent sous une forme lenticulaire en masse.

2.7.3. Dénombrement des bactéries lactique :

Le milieu gélose MRS a été utilisé pour la rechercher et le dénombrer les bactéries lactique , étalant 0,1 ml de chaque dilution décimale en surface de la gélose MRS, en évitant de toucher les bords de la boîte. Ensuite, les boîtes ont été incubées à 37°C pendant 24 heures. Après incubation, le nombre de colonies présentes sur chaque boîte contenant entre 30 et 300 colonies a été compté (ISO 15214).

- **Lecture**

la lecture a été après 24h, on prend en considération uniquement les boittes contenant entre 30 et 300 colonies. Ces derniers se présentent sous forme des petites colonies d'une couleur crème.

2.7.4. Dénombrement des levures ou moisissures :

Le milieu utilisé pour le dénombrement des levures et moisissures est le milieu Sabouraud L'ensemencement a été effectué par l'étalement en surface de 0.1 ml de chaque dilution décimale à la surface de la gélose sans toucher les bords de la boite. Ensuite, les boites sont incubées à l'étuve à une température de 25 °C pendant 2 à 6 jours(ISO 7954:1987).

- **Lecture**

la lecture faite après le jour 3^{ème} .

Les colonies de levures sur milieu Sabouraud sont généralement circulaires et lisses, avec une texture crémeuse.

Les colonies de moisissures sur milieu Sabouraud peuvent avoir une texture veloutée, duveteuse ou feutrée avec une apparence en relief, et leur forme peut être circulaire, irrégulière ou étalée en forme de taches, et leur diamètre peut varier en fonction de l'espèce de moisissure et des conditions de culture. La couleur des colonies de moisissures peut varier en fonction de l'espèce et des conditions de culture, allant du blanc au noir et avec des nuances de jaune, orange, rouge, rose, violet, vert ou bleu. La couleur peut également changer avec le temps en fonction de la maturation de la colonie.

2.8. Mesure de pH

La Mesuré le pH a été effectue par un ph metre de type Eutech (EUTECH Instruments, Germany). La lance de pH étanche Eutech avec capteur à pores ouverts à pointe de lance robuste est un testeur robuste et convivial idéal pour la mesure directe d'échantillons solides ou

semi-solides tels que le fromage, la viande, les fruits, le pain et d'autres échantillons similaires... La mesure du pH était répétée trois fois pour chaque groupe au cours de la période expérimentale (Fig 13).



Figure N°13 : Electrode lance de ph Eutech (**Eutech e-site**)

2.9. Calcule des charges bactériennes

Selon le JORADP N°68 du 2014, le nombre N des microorganismes présents dans l'échantillon pour essai, en tant que moyenne pondérée partir des deux dilutions successives, a été calculé à l'aide de l'équation suivante :

$$N \text{ (UFC/100mL)} = \frac{\sum C}{V (n_1 + 0,1 n_2) d} \times 100$$

Où :

$\sum C$: est la somme des colonies comptées sur toutes les boites retenues de deux dilutions successives et dont au moins une contient 15 colonies.

V : est le volume de l'inoculum appliqué à chaque boite, en millilitre.

n1 : est le nombre des boites retenues à la première dilution.

n2 : est le nombre des boites retenues à la seconde dilution.

d : est le facteur de dilution correspondant à la première dilution retenue.

2.10. Analyse sensorielle

Le test sensoriel adopté est le test de classement hédonique qui est une comparaison par classement utilisée pour mesurer l'acceptabilité des deux produits. Le test a été réalisé au niveau d'une salle choisie préalablement dans le Département des SCIENCES AGRONOMIQUES, selon les conditions et les directives de la norme (ISO 8589:1988) :

- Absence d'odeurs étrangères.
- Source d'éclairage individuel assurant un éclairage uniforme.
- La salle devrait être bien ventilée et maintenue à une température et à un niveau d'humidité confortable.
- Espace nécessaire à la réalisation d'essais sensoriels.
- Les petits morceaux de chacun des fromages à déguster sont placés dans des assiettes jetables.
- Le fromage était sorti du réfrigérateur 1 heure avant la dégustation puis coupé en petits morceaux.
- Les deux échantillons sont marqués et codés par des numéros.
- Chaque poste de dégustation est muni d'une bouteille d'eau minérale et d'un gobelet en plastique pour rincer la bouche avant et entre chacun des produits qu'ils goûtent.
- Attribuer à chaque dégustateur un questionnaire (une fiche de dégustation) (annexe).
- La qualité organoleptique évaluée concerne : l'aspect, la texture, le goût et l'odeur

Les paramètres de caractéristiques sensorielles choisis sont (couleur, odeur, goût et texture) avec l'acceptabilité générale des échantillons de Fromage blanc ajouté de l'extraits d'huile de *Juniperus phoenicea* a concentration 0.5% et 0.75%, ces paramètres ont été évalués par un jury de 20 dégustateurs selon le degré d'acceptabilité suivante: (Inacceptable) - (Mauvaise qualité) - (Acceptable)- (Bonne qualité) (Très bonne qualité).



Figure N°14 : Le processus de dégustation.

2.11. Analyses statistiques

Pour les flores dénombrées les données ont été présentées sous forme de moyenne \pm écart-type (SD). Le logiciel STATGRAPHICS Centurion XIX a été utilisé pour effectuer une analyse statistique des résultats. Une analyse de variance unidirectionnelle (ANOVA) a été utilisée selon les tests de comparaison multiple de Duncan pour déterminer les différences significatives entre les traitements, à un niveau de signification de 5 %.

Pour les tests sensoriel Les données ont été présentées sous forme de moyenne \pm écart-type . Le logiciel Excel 2013 a été utilisé pour effectuer une analyse statistique des résultats. Une analyse des moyennes a été utilisée selon le test de comparaison Test de student pour déterminer les différences significatives entre les traitements, à un niveau de signification de 5 %.

Chapitre VI : Résultat et discussion

Chapitre VI : Résultat et discussion

1. Le rendement de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*

HE extraite à partir de la plante *Juniperus phoenicea* est de couleur transparent proche de jaune clair et forte odeur de genévrier (Fig 15).

Le rendement obtenue huile essentielle est de 1,34 % et 1,31% (m/m) DE matière végétale sèche à 3 semaine et à 4 semaine respectivement.

Ce rendement d'extraction obtenu dans cette étude est nettement supérieur de celui trouver par maichaa en 2022 (1%) et même de 0,95 % obtenue par Larabi en 2021 dans le même région .Une autre étude faite par **Bekhechi et al. (2012)** sur plusieurs stations réparties le long du territoire national a montré des teneurs très variables en HE obtenue à partir *J. phoenicea*, et qui sont comme suit : à l'ouest : 0.32 – 0.89% (station de Aïn Sefra à Naâma) et 0.79 – 1.32% (station de Honaïne à Tlemcen), au centre : 0.87 – 1.52% (station de Berine à Djelfa) et à l'est : 0.59 – 1.13% (station de Fesdis à Batna).

Ces variation dans le rendement obtenue est probablement due à l'adaptation de la plante aux différents facteurs environnementaux présents dans les régions d'origine. le climat particulier de chaque région pourrait affecter la croissance et le développement de la plante, ce qui pourrait influencer la quantité de produits biosynthétisés et même la saison de récolte de la plante (**Elhouiti,2018**), De même, des facteurs géographiques tels que l'altitude et la composition du sol peuvent également jouer un rôle dans la production de produits spécifiques

par la plante. Il a été même La durée de séchage de la matière végétale une influence sur le rendement de HE (Başer, K. H. C., Buchbauer, G ; 2010) .



Figure N°15 : Extraite d'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* (Photo originale, 2023).

2. Résultats de pH : Le tableau n°05 montre les résultats de pH des fromage blanc, traité par différentes concentrations de l'huile essentielle de *J. phoenicea* et conservée pendant 216 heures (9 jours) à 4°C.

Tableau 05 : les résultats du pH de fromage blanc réfrigérer (°4) pendant 9 jours

Traitement	pH				
	Durée de conservation				
	J0 (°0)	J2 (°4)	J4 (°4)	J7 (°4)	J9 (°4)
Contrôle	6.11±0,07	6.05±0.04	5.85±0.09	5.62±0.07	5.20±0.04
Huile 0.25		6.12±0.06	6.10±0.19	6.07±0.05	5.88±0.06
Huile 0.5		6.00±0.06	5.92±0.10	5.91±0.02	5.86±0.09
Huile 0.75		6.14±0.11	6.11±0.08	5.99±0.07	6.00±0.13

Valeurs sont exprimés en moyenne ± écart (n=3).

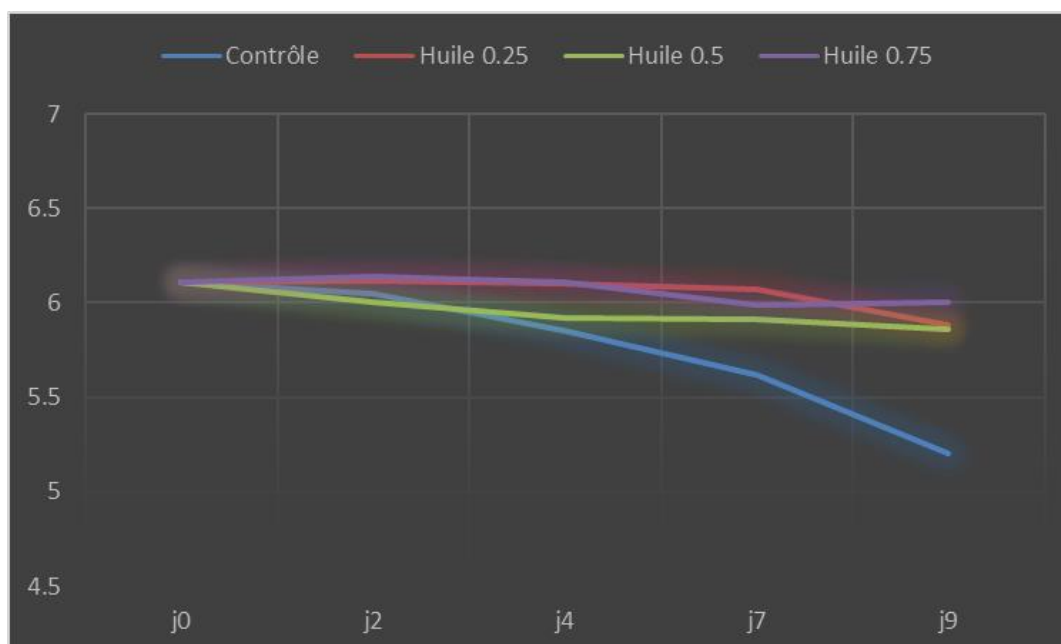


Figure N°16 : La courbe de l'évolution de pH de fromage blanc réfrigérer (°4) pendant 9 jours

Le tableau 05 montre les résultats du pH de fromage blanc réfrigérer (°4) pendant 9 jours dans les groupes de Contrôle, Huile 0.25, Huile 0.5 et Huile 0.75. Les valeurs du pH ont diminué dans le groupe de Contrôle jusqu'à ce qu'elle atteigne (5.20) par rapport aux autres groupes qui ont montré une diminution moins prononcée.

Ces diminutions indique la présence des ferment lactique active, comme l'ont souligné Marrakchi et Hamama en 1996.

L'effet du pH sur l'activité des huiles essentielles est également notable, car un pH trop bas provoque une perte d'eau plus importante à la surface du fromage. Cependant, certains auteurs ont observé un effet plus marqué des extraits de plantes lorsque le pH était bas, ce qui a été attribué à la solubilité et à la stabilité accrues de ces composés à faible pH. (**Davidson et al., 2005**)

3. Résultats des analyses bactériologiques

Les résultats de dénombrement des Coliformes termotolerantes bactéries lactique flore totale et levures et moisissures dans le fromage blanc et traité par différentes concentrations des huiles essentielles de *J. phoenicea* sont motionnés dans les tableaux suivants 06, 07, 08, et 09.

3.1. Dénombrement des Coliformes thermotolérants

Dans la présente étude, les colonies de Coliformes thermotolérants dénombrées sur milieu Gélase Désoxycholate citrate lactose sont manifeste par l'apparition des colonies rouges , et de taille moyenne (Fig 17).

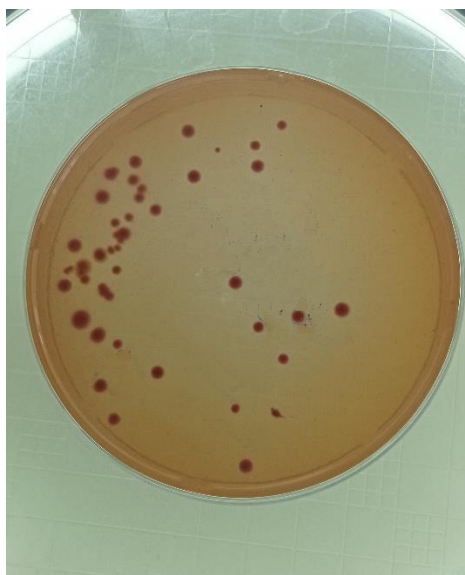


Figure N°17 : Aspect des coliformes thermotolérants sur milieu DCL (Photo originale ,2023).

Le tableau n°06 montre les résultats de dénombrement des Coliformes thermotolérants dans fromage blanc, traité par différentes concentrations de l'huile essentielle de *J. phoenicea* et conservée pendant 216 heures (9 jours) à 4°C.

Tableau 06 : Effet des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* sur la charge en coliformes thermotolérants dans le fromage blanc stockées au froid

Microorganismes	Groupes	Charge bactérienne (Log UFC/g) ^a			
		Temps de stockage			
		J2/ (4°C)	J4/ (4°C)	J7/ (4°C)	J9/ (4°C)
Coliformes thermotolérantes	Controle	5.24 ± 0.15a	6.32 ± 0.05a	6.46 ± 0.02a	6.51 ± 0.05a
	Huile 0.25	5.17 ± 0.13a	6.29 ± 0.22a	6.27 ± 0.02a	6.36 ± 0.05a
	Huile 0.5	5.22 ± 0.04a	6.14 ± 0.01a	6.25 ± 0.03b	6.19 ± 0.06b
	Huile 0.75	5.29 ± 0.16a	5.85 ± 0.1b	5.85 ± 0.11c	5.69 ± 0.06c

*Valeurs sont exprimés en moyenne ± écart (n=3); *N. B: les lettres a, b, c, d expriment les résultats de l'ANOVA, sur la même ligne les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes (p≤0.05).

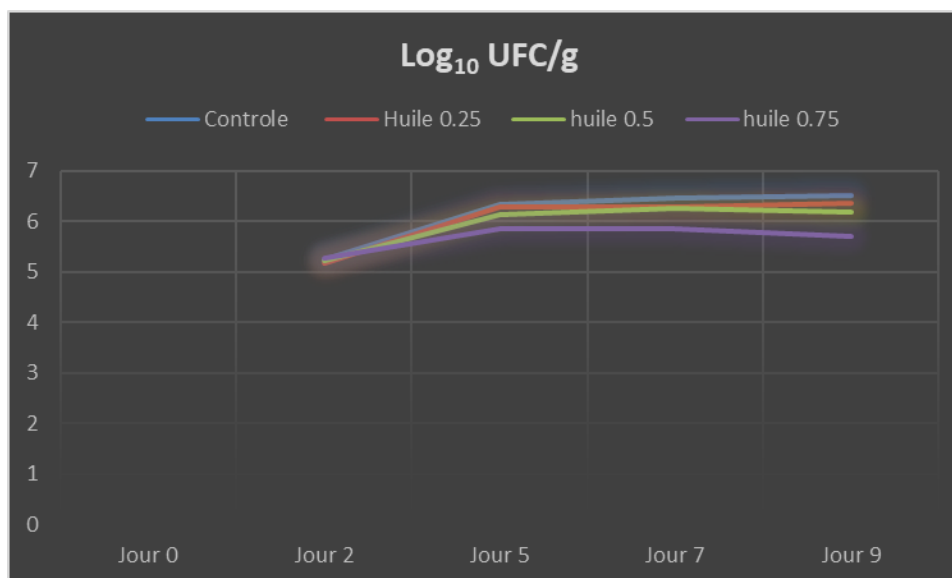


Figure N°18: La courbe de l'évolution de la charge en coliformes thermotolérants dans le fromage blanc stockées au froid

➤ Résultats de dénombrement de groupe contrôle

Le résultat à révéler une augmentation de la charge microbienne, Cette augmentation se poursuit tout au long des jours de stockage jusqu'à ce qu'elle atteigne (6,51 Log UFC/g)

➤ Résultats de dénombrement de groupe traité par huile essentielle

Le traitement avec l'HE 0.25% de *J. phoenicea* Pendant les 7 jours à une température de conservation de 4 °C, Aucun effet n'a été observé sur réduction de la charge des coliformes thermotolérants dans le fromage par rapport au contrôle et le nombres des germes calcules est proche de celui du témoin.

Le traitement par l'HE 0.5% et 0.75% de *J. phoenicea* a montré un effet effet significatif ($p < 0,05$) sur la réduction de la croissance des coliformes thermotolérants dans le fromage blanc durant la période de conservation à 4 °C, par comparaison au contrôle et par rapport au contrôle et a la concentration de traitement (0.25%).

La présence de coliformes dans le fromage est un indicateur de contamination fécale, qui peut résulter d'un manque de bonnes pratiques d'hygiène tout au long de la chaîne de production. Un nombre élevé de coliformes reflète une mauvaise hygiène lors de la

manipulation des matières premières, des surfaces de contact avec le fromage et des employés. (Mourgues et al., 1997).

Ces résultats étaient similaires aux résultats obtenus par Bouzauia et Mazouz (2013) qui ont mentionné que l'effet antibactérien de l'huile de *J. phoenicea* inhibée la croissance des coliformes thermotolérants.

Les coliformes thermotolérants sont des bactéries Gram-négatives (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* et *Enterobacter aerogenes*...) sont les plus résistan à l'effet des huiles essentielles (Boukhaloua et al., 2022). Ils ont été inhibés à partir de la concentration de 0,5% (v/v). les Gram négatifs possèdent une membrane externe composée de chaînes de lipopolysaccharides(LPS). La membrane externe fonctionne comme une barrière de perméabilité efficace qui peut exclure les macromolécules comme les bactériocines et les substances hydrophobes tels que ceux présents dans les huiles essentielles (Alakomiet al., 2000).

3.2. Dénombrement des les bactéries lactique

Des petites colonies d'une couleur crème observé à la surface de la gélose MRS après la période d'incubation (Fig 18).

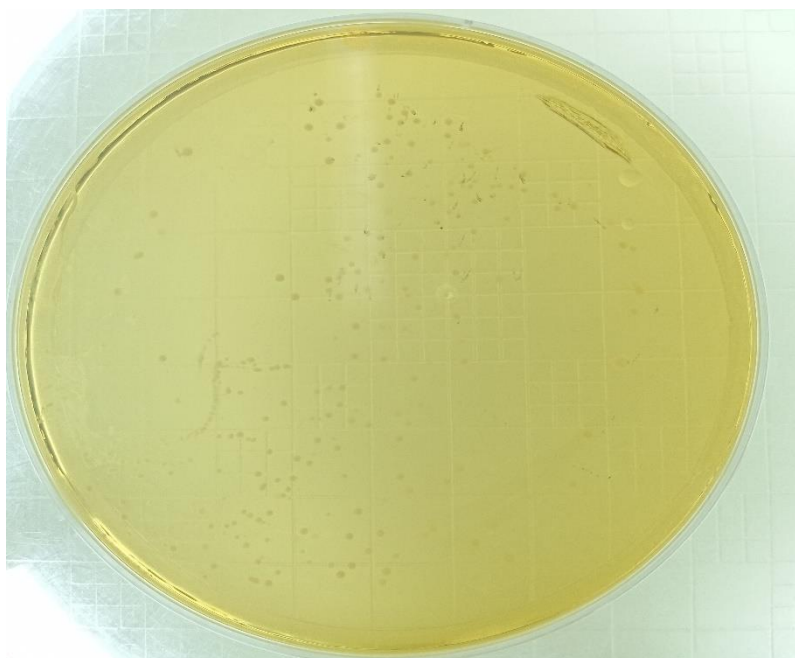


Figure N°19 : Aspect des bactéries lactique sur milieu MRS (Photo originale ,2023)

Les bactéries lactiques sont des micro-organismes clés dans la production de fromage, car elles sont responsables de la fermentation lactique qui transforme le lactose en acide lactique,

ce qui aide à coaguler le lait et donne au fromage son goût et sa texture caractéristiques. Différentes espèces de bactéries lactiques sont utilisées dans la production de fromage, notamment *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, et *Leuconostoc*. (Fox., 2017)

Le tableau n°07 montre les résultats de dénombrement des bactéries lactique dans fromage blanc, traité par différentes concentrations de l'huile essentielle de *J. phoenicea* et conservée pendant 216 heures (9 jours) à 4°C.

Tableau 07 : Effet des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* sur la charge en bactéries lactique dans le fromage blanc stockées au froid.

Microorganismes	Groupes	Charge bactérienne (Log UFC/g) ^a				
		Temps de stockage				
		J0/ (4°C)	J2/ (4°C)	J4/ (4°C)	J7/ (4°C)	J9/ (4°C)
Bactéries lactique	Controle	6.45 ± 0.05a	6.43 ± 0.09a	6.49 ± 0.09a	6.50 ± 0.07a	6.51 ± 0.03a
	Huile 0.25	6.39 ± 0.11ab	6.24 ± 0.09ab	6.34 ± 0.06ab	6.23 ± 0.03b	6.14 ± 0.22b
	Huile 0.5	6.22 ± 0.18b	6.2 ± 0.13b	6.23 ± 0.18b	6.04 ± 0.21bc	5.86 ± 0.34bc
	Huile 0.75	6.18 ± 0.07b	6.04 ± 0.09b	5.97 ± 0.21b	5.83 ± 0.27c	5.61 ± 0.13c

*Valeurs sont exprimés en moyenne ± écart (n=3); *N. B: les lettres a, b, c, d expriment les résultats de l'ANOVA, sur la même ligne les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes (p≤0.05).

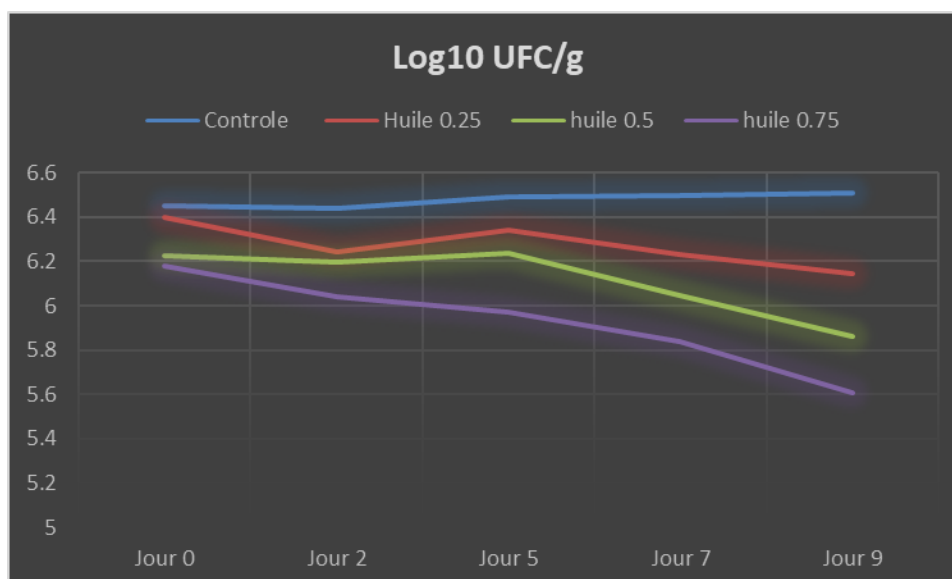


Figure N°20 : La courbe de l'évolution de la charge des bactéries lactique dans le fromage blanc stockées au froid.

➤ **Résultats de dénombrement de groupe contrôle**

Au premier jour, la charge initiale des bactéries lactique dans le groupe contrôle (6.45 Log UFC/g) 5 et 7 jour en remarquent une augmentation de la charge microbienne , Cette augmentation se poursuit tout au long des jours de stockage jusqu'à ce qu'elle atteigne (6,51 Log UFC/g).

➤ **Résultats de dénombrement de groupe traité par huile essentielle**

Tous les échantillons de fromage traités avec de l'HE de *J. phoenicea* ont montré une réduction de la charge des bactéries lactique par rapport au contrôle Pendant tous les jours de conservation.

Les résultats portant sur l'effet de deux concentrations d'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* (HE), à savoir 0,5% et 0,75%, sur la croissance des bactéries lactiques lors du stockage du fromage à 4°C, ont démontré une réduction significative ($p < 0,05$) de la croissance bactérienne par comparaison à le contrôle et le concentration de traitement de 0,25%.

Nos résultats sont cohérents avec une précédente étude ((Djoukeng et al., 2005)) révélant que les huiles essentielles sont plus actives contre les bactéries Gram-positives (*Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Listeria*, *Bacillus* et *Clostridium*) que contre les Gram-négatives (*Escherichia*, *Salmonella*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*).

Les bactéries lactique Gram-positives (*Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Lactococcus* et *Leuconostoc*) et sont les plus sensible à l'effet des huiles essentielles (**Boukhaloua et al., 2022**), il ont été inhibés à partir de la concentration de 0,25% (m/v).

L'organisation architecturale de la paroi cellulaire des bactéries Gram positives est moins complexe que celle des bactéries Gram négatives. Cette différence structurale les rend plus sensibles à l'action des huiles essentielles la sensibilité des micro-organismes aux extraits végétaux peut varier en fonction de ce facteur(**Kalemba et Kunicka, 2003**)

3.3. Dénombrement des Flores totale aérobie mésophile (FTAM)

Après 72h d'incubation à 30°C, les colonies bactériennes apparaissent sur la surface de la gélose plate count agar ou PCA. Les colonies ont de couleur jaune. Leur taille varie de 1mm à 4mm de diamètre (Fig 21).



Figure N°21 : Aspect des Flores totale aérobie mésophile sur milieu PCA (**Photo originale ,2023**).

La présence de la flore mésophile aérobie total est un critère pour évaluer la qualité hygiénique et sanitaire du fromage. En plus est un indicateur de la présence de germes responsables de la détérioration de l'aliment. Un nombre élevé de micro-organismes aérobies mésophiles indique que le fromage est de mauvaise qualité microbiologique, ce qui peut affecter sa durée de conservation et présenter un risque pour la sécurité alimentaire des consommateurs (**Renard., 2014**)

Le tableau n°08 montre les résultats de dénombrement des Flores totale aérobie mésophile dans fromage blanc, traité par différentes concentrations de l'huile essentielle de *J. phoenicea* et conservée pendant 216 heures (9 jours) à 4°C

Tableau 08 : Effet des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* sur la charge en flore totale dans le fromage blanc stockées au froid

Microorganismes	Groupes	Charge bactérienne (Log UFC/g) ^a				
		Temps de stockage				
		J0/ (4°C)	J2/ (4°C)	J4/ (4°C)	J7/ (4°C)	J9/ (4°C)
Flore totale	Controle	6.46 ± 0.08a	6.39 ± 0.1a	6.48 ± 0.06a	6.47 ± 0.11a	6.56 ± 0.02a
	Huile 0.25	6.46± 0.02a	6.33 ± 0.12a	6.42 ±0.03a	6.46 ± 0.09a	6.45 ± 0.05a
	Huile 0.5	6.44 ± 0.1a	6.41 ± 0.1a	6.45 ±0.07ab	6.33 ±0.02ab	6.24 ± 0.09b
	Huile 0.75	6.35± 0.08a	6.35 ± 0.07a	6.31± 0.04b	6.27 ± 0.13b	6.11± 0.07c

*Valeurs sont exprimés en moyenne ± écart (n=3); *N. B: les lettres a, b, c, expriment les résultats de l'ANOVA, sur la même ligne les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes (p≤0.05).

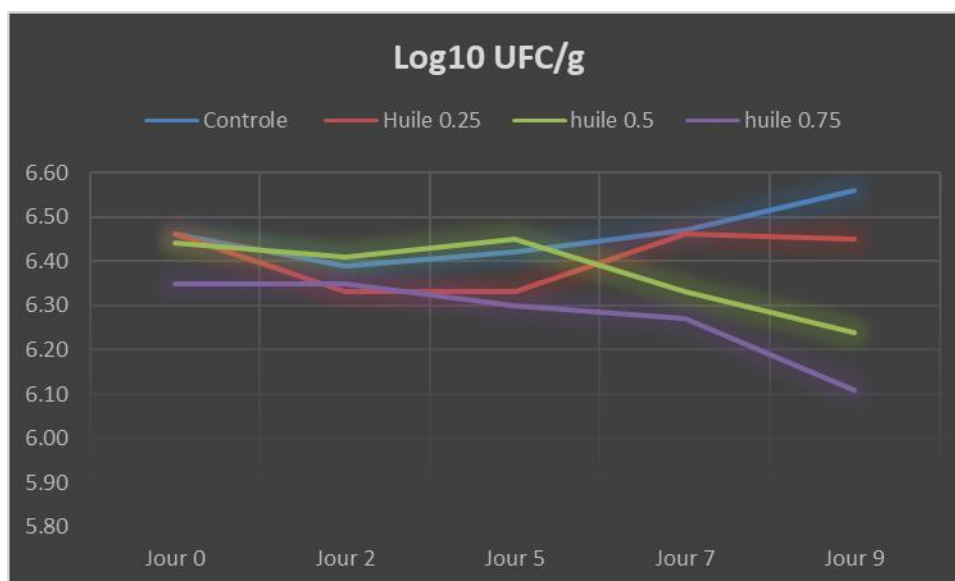


Figure N°22 : La courbe de l'évolution de la charge en flore totale dans le fromage blanc stockées au froid.

➤ **Résultats de dénombrement de groupe contrôle**

Au premier jour, la charge initiale des Flores totale aérobie mésophile dans le groupe témoin (6,46 Log UFC/g) une augmentation se poursuit tout au long des jours de stockage jusqu'à ce qu'elle atteigne (6,56 Log UFC/g)

➤ **Résultats de dénombrement de groupe traité par huile essentielle**

Jusqu'au neuvième jour les échantillons de fromage traités avec une concentration d'huile de 0,25 % n'ont présenté aucune différence significative par rapport aux échantillons de contrôle. En revanche, La charge microbienne des échantillons traités avec des concentrations d'huile de 0,5 % (6,24 Log UFC/g) et de 0,75 % (6,11 Log UFC/g) a montré un effet significatif ($p < 0,05$) sur la flore totale aérobie mésophile par comparaison au contrôle (6,56 Log UFC/g) . Ces résultats indiquent que les concentrations d'huile les plus élevées ont un effet plus important sur la croissance des flore totale dans le fromage blanc lors de la période de conservation à 4 °C.

Des résultats similaires ont été obtenus par Benyagoub (2022), qui ont constaté des effets significatifs de l'huile de *J. phoenicea* sur l'inhibition de la FMAT pendant le stockage ont rapporté que l'utilisation de l'huile de *J. phoenicea* réduisait de manière significative ($p < 0,05$) le nombre de la FMAT et prolongeait la durée de conservation de la fromage par rapport au lot témoin. Ont mentionné que le traitement de fromage par l'huile de *J. phoenicea*, produisait une

prolongation significative de la durée de conservation des produits de fromage en inhibant la croissance de la FMAT.

3.4. Dénombrement des levures et moisissures

Après l'incubation à 25°C, les colonies bactériennes apparaissent sur la surface de la gélose. Sabouraud Des colonies circulaires et lisses, avec une texture crémeuse ont de couleur crème . Elles peuvent varier en taille de quelques millimètres de diamètre(Fig 23).

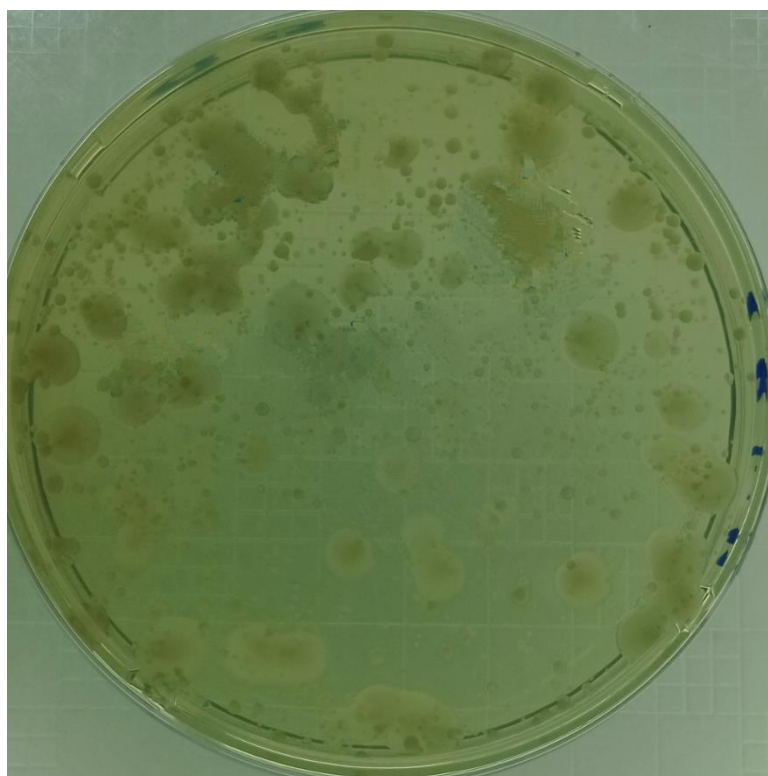


Figure N°23 : Aspect des levures et moisissures sur milieu MRS (Photo originale ,2023).

Les levures et moisissures peuvent être responsables de l'altération du fromage si elles sont présentes en quantités excessives ou si elles produisent des métabolites indésirables. Certaines espèces de levures et moisissures sont plus susceptibles de causer des problèmes d'altération du fromage que d'autres, notamment celles qui produisent des gaz, des colorations non désirées, des odeurs désagréables ou des saveurs amères. (Fox., 2017)

Le tableau n°09 montre les résultats de dénombrement des levures et moisissures dans fromage blanc, traité par différentes concentrations de l'huile essentielle de *J. phoenicea* et conservée pendant 216 heures (9 jours) à 4°C.

Tableau 09 : Effet des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* sur la charge en levures et moisissures dans le fromage blanc stockées au froid

Microorganismes	Groupes	Charge bactérienne (Log UFC/g) ^a				
		Temps de stockage				
		J0/ (4°C)	J2/ (4°C)	J4/ (4°C)	J7/ (4°C)	J9/ (4°C)
Levures et moisissures	Controle	5.32 ± 0.03a	5.35 ± 0.08a	5.34 ± 0.09a	5.37 ± 0.05a	5.4 ± 0.05a
	Huile 0.25	5.21 ± 0.07a	5.28 ± 0.07a	5.31 ± 0.06a	5.31 ± 0.07a	5.32 ± 0.03a
	Huile 0.5	5.29 ± 0.08ab	5.23 ± 0.03ab	5.30 ± 0.05a	5.14 ± 0.12b	5.02 ± 0.07b
	Huile 0.75	5.18 ± 0.02b	5.12 ± 0.11b	5.1 ± 0.09b	4.86 ± 0.11c	4.83 ± 0.1c

*Valeurs sont exprimés en moyenne ± écart (n=3); *N. B: les lettres a, b, c, d expriment les résultats de l'ANOVA, sur la même ligne les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes (p≤0.05).

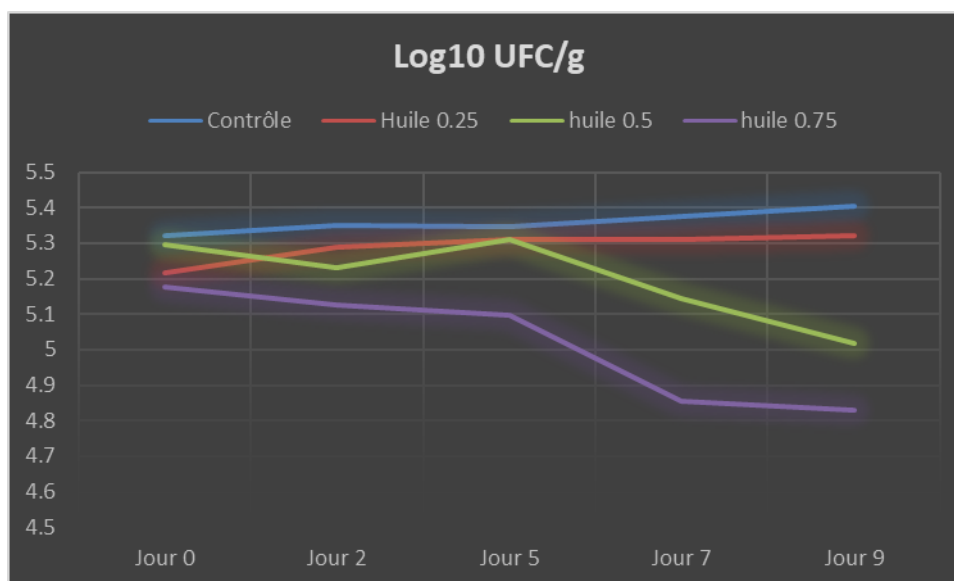


Figure N°24 : La courbe de l'évolution de la charge en levures et moisissures dans le fromage blanc stockées au froid

➤ **Résultats de dénombrement de groupe contrôle**

Au premier jour, la charge initiale calculée des levures et moisissures dans le groupe contrôle est de (5.32 Log UFC/g), ce chiffre ne cesse pas de s'augmenter tout au long des jours de stockage jusqu'à ce qu'elle atteigne (5,4 Log UFC/g)

➤ **Résultats de dénombrement de groupe traité par huile essentielle**

Les résultats ont montré qu'il n'y avait aucune différence significative entre les échantillons de fromage traités avec une concentration d'huile de 0,25 % et les échantillons contrôle.

En revanche, une concentration d'huile de 0,5 % et de 0,75 % a montré un effet significatif ($p \leq 0.05$) sur la croissance de levures et moisissures dans le fromage blanc lors de la période de conservation à 4 °C par rapporte le contrôle. Ces résultats suggèrent que des concentrations d'huile plus élevées (0.5% et 0.75%) ont un effet plus important sur l'inhibition de la croissance de levures et moisissures dans le fromage blanc.

Les résultats ont en outre montré que l'huile essentielles de *J. phoenicea* présentait des propriétés antifongiques contre les levures et moisissures (*Penicillium*, *Aspergillus* et *Debaryomyces*) ce qui est en accord avec les résultats de recherche de **Mazari et al., (2010)**.

D'après nos données, il n'y a pas eu de réponse uniforme entre les différentes souches bactériennes testées vis-à-vis des huiles essentielles (HE). Ces résultats indiquent que les micro-organismes peuvent présenter des niveaux de sensibilité différents aux substances antimicrobiennes présentes dans les HE. Selon **Boukhaloua et al., (2022)** cette différence de sensibilité peut être expliquée par les variations dans la composition de la paroi cellulaires.

Sur la base des résultats ci-dessus, il pourrait être déduit que l'activité antimicrobienne de *J. phoenicea* était peut-être liée à la présence des composés phénoliques dans ce plante et plus spécifiquement le composé l' α -pinène. (**Ramdani et al., 2013 ; Maraia et al., 2013 ; Mazari et al., 2010**).

Ces composés peuvent perturber la membrane cellulaire des bactéries et des champignons, Perturbation de la force motrice de proton, fuite d'électron et la coagulation du contenu protéique des cellules, Cela peut induire un changement de conformation de la membrane, une perturbation chémo-osmotique et une fuite d'ions (K⁺), Les HE peuvent aussi inhiber la synthèse de l'ADN, l'ARN, des protéines et des polysaccharides, provoquant leur mort. (**Mahboubi et al., 2014**)

Les activités antimicrobiennes ont été principalement expliquées par les terpènes C¹⁰ et C¹⁵ avec des cycles aromatiques et des groupes hydroxyle phénoliques capables de former des liaisons hydrogène avec les sites actifs des enzymes cibles, bien que d'autres terpènes actifs, ainsi que des alcools, des aldéhydes et des esters puissent contribuer à ensemble de l'effet des huiles essentielles (**Belletti et al., 2004**).

Cette huile essentielle contient également des composés phénoliques tels que l'acide caféique et l'acide férulique, qui ont des propriétés antioxydantes et antimicrobiennes. Ces composés peuvent également perturber la membrane cellulaire et provoquer la mort des micro-organismes. (**Khelifi et al., 2011**)

Des études ont montré que l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* peut inhiber l'activité de certaines enzymes bactériennes et fongiques, ce qui peut également contribuer à son activité antimicrobienne. (**Khelifi et al., 2011 ; Mahboubi et al., 2014 ; Tornuk et al., 2016**)

L'activité antimicrobienne des huiles essentielles peut être influencée par des facteurs tels que la composition chimique, la concentration, le type de micro-organisme cible, le pH du milieu, la température et le temps de contact (**Ait Said et al., 2015**).

Étant donné que le fromage est un aliment riche en protéines et en lipides, les concentrations de composés actifs nécessaires pour atteindre un certain degré d'inhibition microbiologique peuvent éventuellement être plus élevés que ceux testés in vitro (CALO et al., 2015 ; Gamariello et al., 2008). Dans la présente étude, le traitement par 0.5% et 0.75% (m/m) de l'HE de *J. phoenicea* a montré un effet très remarquable sur la réduction de la croissance des tous micro-organisme dans le fromage blanc durant la période de conservation à 4 °C par rapport au témoin.

4. Les résultats de l'analyse sensorielle

Après le processus d'analyse sensorielle du Fromage blanc additionner d'extrait l'HE de *J. phoenicea*, les resultats de 20 fiches de classme hédonique, sur les parametres de caractéristiques sensorielle de couleur, gout, odeur de l'extrait, et texture avec l'acceptabilité générale. Les résultats obtenus est résumé dans le Tableau 10 .

Tableau 10 : Les résultats de l'analyse sensorielle de l'étude.

	Couleur	Flaveur (gout)	Texture	Odeur de l'extrait	Acceptabilité générale
590 (Fomage blanc 5 ml/L de l'extrait)	5.75 ± 1.59a	5.75 ± 2.07a	5.35 ± 1.84a	5.9 ± 1.88a	5.75 ± 2.12a
172 (Fomage blanc 7.5 ml/L de l'extrait)	6.8 ± 1.47b	5.35 ± 2.18a	4.8 ± 2.55a	5.6 ± 2.41a	4.55 ± 2.46b

*Valeurs sont exprimés en moyenne ± écart (n=20); *N. B: les lettres a, b, expriment les résultats de le test de student, sur la même ligne les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes

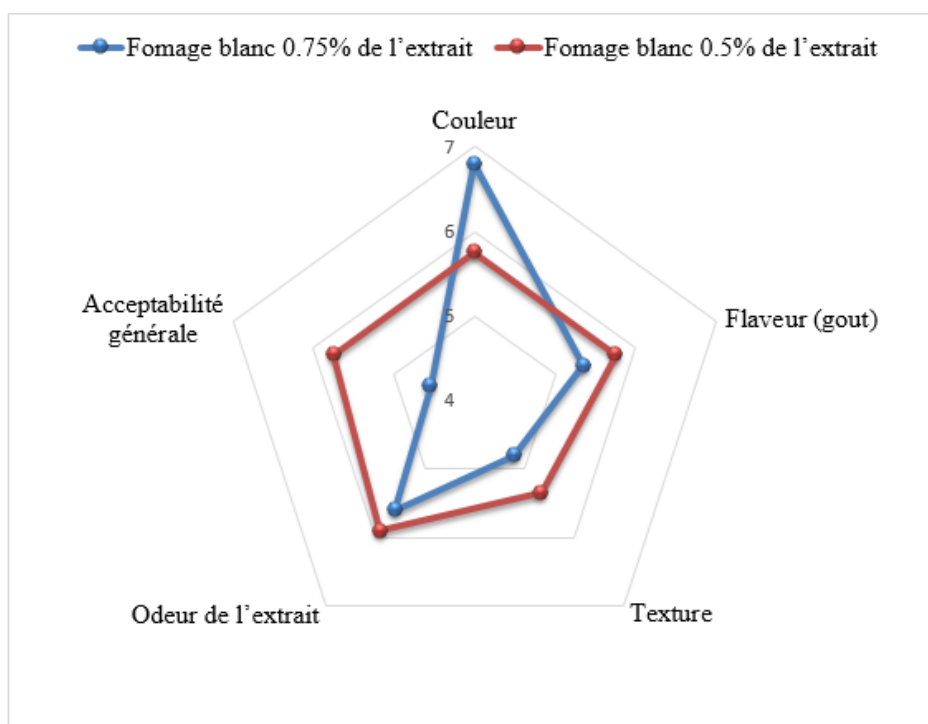


Figure N°25 : Les résultats de l'analyse sensorielle de l'étude.

On peut conclure que la concentration de 0.75% a obtenu la meilleure appréciation (6.8) de la part des dégustateurs en ce qui concerne la couleur. De plus, aucune différence significative n'a été observée entre les deux concentrations en termes de caractéristiques sensorielles telles que le goût, l'odeur de l'extrait et la texture.

Cependant, il est important de noter que la concentration de 0.5% a obtenu une appréciation d'acceptabilité générale plus élevée (5.75) de la part des dégustateurs par rapport à la concentration de 0.75% (4.55) avec un différence significative ($p \leq 0.05$) .

Cette constatation suggère que bien que la concentration de 0.75% a été préférée en ce qui concerne la couleur, la concentration de 0.5% a été perçue comme plus acceptable dans l'ensemble.

Dans l'étude de **Shahbazi et Shavisi (2019)**, les propriétés sensorielles des échantillons de yaourt traités avec différents pourcentages d'extrait d'origan (0%, 0,1%, 0,75% et 1,5%) ont été évaluées. Les résultats ont indiqué que le pourcentage le plus bas d'extrait a conduit aux meilleurs résultats en termes des paramètres sensoriels étudiés.

Ghalem et Benattouche (2013) ont évalué l'efficacité de l'ajout de l'extrait de *R. officinalis* à différentes concentrations (0,14 g/L, 0,21 g/L, 0,29 g/L et 0,36 g/L) sur les propriétés sensorielles du yaourt. Les dégustateurs ont manifesté les appréciations les plus agréables pour

la saveur, le goût et la texture des yaourts contenant 0,14 g/L d'extrait, indiquant qu'une augmentation de la concentration d'extrait avait un effet négatif. Nos résultats concordent avec ceux études

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

Notre étude actuelle a été menée sur l'espèce *Juniperus phoenicea* qui appartient à la famille des *Cupressacées*. Cette famille est l'une des plus importantes de la flore algérienne et est largement utilisée par les thérapeutes traditionnels.

L'extraction d'huile essentielle de *J. phoenicea* à partir de matériel végétal sec après trois et quatre semaines était de 1,34 % et 1,31 % (p/p), respectivement. L'huile essentielle a été extraite par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger .

Le travail que nous avons effectué consistait à évaluer de l'activité antibactérienne de la plante *J. phoenicea* à différentes concentrations de 0,25%, 0,5% et 0,75% (v/v) sur la charge microbienne des germes tels que les bactéries lactiques, la flore aérobie mésophile totale , levures et moisissures, et coliformes thermotolérants dans le fromage blanc pendant la conservation à 4°C.

Cette étude démontre que les concentrations d'huile de *J. phoenicea* de 0,5 % et 0,75 % (v/v) ont un effet significatif sur la réduction de la croissance des charges moyennes de bactéries lactiques, de flore aérobie mésophile totale, de levures et de moisissures, ainsi que des coliformes thermotolérants par rapport aux échantillons témoins non traités, avec une différence significative ($P < 0,05$). En ce qui concerne la concentration de 0,25 % (v/v), ce traitement a un effet notable uniquement sur la réduction de la croissance des bactéries lactiques dans le fromage blanc pendant la période de conservation à 4°C, par rapport aux échantillons témoins.

Les résultats ont montré l'utilité des plantes médicinales et la possibilité d'utiliser les huiles essentielles dans la lutte contre les bactéries intraitables, d'autant plus qu'à ce jour le développement de bactéries n'a pas fait la preuve de sa résistance vis-à-vis des huiles essentielles, surtout le genévrier qui est très largement présent dans les milieux steppiques et ses huiles sont assez efficace en faibles doses.

Cette étude mettent en évidence l'importance de prendre en compte la concentration des extraits de plantes lors de leur ajout aux produits laitiers, car cela peut avoir un impact significatif sur les propriétés sensorielles des produits finaux. Il est crucial de déterminer la concentration optimale d'extrait afin d'obtenir les meilleures caractéristiques sensorielles tout en préservant la qualité globale du produit.

La combinaison de plusieurs agents antimicrobiens peut ainsi être envisagée, cela vise à réduire leur concentration lors de leur incorporation dans divers produits principalement les produits alimentaires, ceci permettra de réduire leur incidence défavorable sur la qualité (sensorielle ou visuelle) du produit traité, ainsi que leur coût.

Enfin, les résultats ont mis en évidence l'efficacité des plantes médicinales et des huiles essentielles du genévrier dans la lutte contre les bactéries et les levures et moisissures, qui est largement présent dans les milieux steppiques . Jusqu'à présent, les bactéries n'ont pas montré de résistance aux huiles essentielles. En outre, ces résultats ouvrent la voie à de nouvelles perspectives de recherche :

- Analyse approfondie de la composition chimique de l'huile essentielle de *J. Phoenicea* pour identifier les composés responsables de son activité.
- Évaluer l'innocuité et la sécurité des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* pour une utilisation dans l'industrie alimentaire, notamment en termes de toxicité, d'impact sur la santé humaine.
- Comparaison de l'effet antimicrobienne entre l'extrait éthanolique et l'extrait des huiles essentielles de *J. phoenicea* .

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **A. Savadogo, AS. Traore, (2011)** La flore microbienne et les propriétés fonctionnelles des yaourts et laits fermentés.
- **A., Jay-Allemand C., Macheix J.J., (2005).** Composés phénoliques des végétaux un exemple des métabolites secondaires d'importance économique. Presses polytechniques et universitaires romandes pp 121-216.
- **Abi azar R. ;(2007).**Complication des protéines laitières par les extraits de gousses vertes de caroubier Propriétés technologiques des coagulums obtenus. 196p. thèse doctorat. Agroparistech
- **Abid. Z, (2015)** Étude de l'activité antimicrobienne des souches de bactéries lactiques isolées d'un produit laitier traditionnel Algérien (Jben) .
- **Ait Said, L., Gómez-Gracia, B., Pérez-Alfonso, C. O., & Berrueta, L. A. (2015).** Chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activities of essential oils from different wild Moroccan Juniperus species. Journal of the Science of Food and Agriculture, 95(9), 1873-1882.
- **Akrout, A. (2004)** "Etude des huiles essentielles de quelques plantes pastorales de la région de Matmata (Tunisie)." Cahiers Options Méditerranéennes 62: 289-292.
- **Alakomi H-L., Skytta E., Saarela M., Mattila-Sandholm T., Latva-Kala K., Helander I-M. (2000).** Lactic Acid Permeabilizes Gram-Negative Bacteria by Disrupting the Outer Membrane. Applied and environmental microbiology. 66(5), 2001-2005.
- **Al-Howiriny, T. A., Al-Sohaibani, M. O., Al-Said, M. S., & Al-Yahya, M. A. (2007).** Elucidation of the anti-inflammatory, anti-pyretic, and analgesic activities of the essential oil isolated from Juniperus phoenicea. Journal of Medicinal Food, 10(4), 685-690.
- **Al-Taher, A. Y., Abdel-Wahhab, K. G., Attia, W. E., & Mohamed, N. A. (2020).** Antidiabetic potential of Juniperus phoenicea L. in alloxan-induced diabetic rats. Journal of Ethnopharmacology, 258, 112871.
- **Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008).** Biological effects of essential oils--a review. Food and Chemical Toxicology, 46(2), 446-475.

Références bibliographiques

- **Baltz, R.H. (2005).** Antimicrobial agents: Antibacterials and antifungals. *Nature Reviews Drug Discovery*, 4(8), 643-656.
- **Belletti, N., M. Ndagihimana, C. Sisto, M. Guerzoni, R. Lanciotti and F. Gardini, 2004.** Evaluation of the Antimicrobial Activity of Citrus Essences on *Saccharomyces Cerevisiae*. *J. Agric. Food Chem.*, 52: 6932–6938
- **Ben Abdallah, K., Ghouila, H., Dhaouadi, H., & Ksouri, R. (2017).** Antidiabetic, antioxidant and antihypertensive effects of *Juniperus phoenicea* L. aerial part extracts in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of ethnopharmacology*, 202, 296-305.
- **Benkaci-Ali, F., Baaliouamer, A., & Meklati, B. Y. (2007).** Comparison of Moroccan coriander and cumin seeds extracts obtained by hydrodistillation and microwave-assisted hydrodistillation. *Journal of Essential Oil Research*, 19(1), 86-90.
- **Benkerroum N., and Tamime A.Y., (2004).** Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (lben, jben, smen) to small industrial scale. *Food Microbiol*, 21, 399- 413.
- **Bhattacharya, S., & Dhar, P. (2012).** Extraction of essential oils using different solvents. *International Journal of Research in Pharmacy and Chemistry*, 2(1), 232-237.
- **Borges M., Lacerda R., Correia J., Melo T., Fe 2022.** Potential Antibacterial Action of α -Pinene
- **Botineau, M. (2015).** La phytothérapie se soigne par les plantes. Éditions Elsevier Masson.
- **Boughebri, R., Benslama, M., Gharzouli, R., & Meddour-Sahar, O. (2012).** The genus *Juniperus* L. (Cupressaceae) in Algeria: a taxonomic review. *Phytotaxa*, 72(1), 1-25.
- **Boukhaloua A.H.A., Berrayah M., Bennabi F., Ayache A., Abdeldjebar F., 2022.** Antibacterial activity and identification by GC/MS of the chemical composition of essential oils of *Juniperus phoenicea* and *Juniperus oxycedrus* L. from Western Algeria: Tiaret province
- **Bourgeois C.M., Mescle J.F. Zucca J., (1996).** *Microbiologie alimentaire : aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Techniques et documentation* Lavoisier. Paris

Références bibliographiques

- **Bousbia, N., Vian, M. A., Ferhat, M. A., Meklati, B. Y., & Chemat, F. (2009).** A comparative study of microwave-assisted hydrodistillation and hydrodistillation methods for the extraction of essential oils from Algerian cypress (*Cupressus sempervirens* L.).
- **Boussouf, L., Bouyahya, A., Et-Touys, A., Dakka, N., Bakri, Y., & Abrini, J. (2013).** Sub-chronic toxicity study of essential oil of *Juniperus phoenicea* L. *Journal of Materials and Environmental Science*, 4(3), 329-333.
- **Boustal, D., Ennabili, A. (2011)-** L'Institut national des plantes médicinales et aromatiques au service du développement de la phytothérapie au Maroc, 297-303p.
- **Bouzaouia, N et Mazouz, S. (2018).** Évaluation de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* L sur quelques bactéries (Coliformesstaphylocoques) de contamination du lait cru (Vache-Chèvre). Mémoire de master. P64.
- **Brada M., Bezzina K., Marlier M., 2007.** Variabilité de la composition chimique des huiles essentielles de *Mentha rotundifolia* du Nord de l'Algérie. *J. Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 11(1), 3-7
- **Buchbauer, G., Jirovetz, L., Jäger, W., Plank, C., & Dietrich, H. (1993).** Fragrance compounds and essential oils with sedative effects upon inhalation. *Journal of pharmaceutical sciences*, 82(6), 660-664.
- **Carson C. F.,1 K. A. Hammer, T. V. Riley, (2006)** *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree) Oil: a Review of Antimicrobial and Other Medicinal Properties
- **Cassan, D. M., Figueredo, C. J., & González, M. (2009).** Atlas de plantas y animales útiles de la región de San Rafael, Mendoza. Universidad Nacional de Cuyo.
- **Clifford, M.N. (2000).** Chlorogenic acids and other cinnamates - nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7), 1033-1043.
- **Colette-Keller, (2004).** Les plantes médicinales. ALS (séance du 25 Avril 2004). P 58.
- **Daayf, F., & Vincenzo, L. (2008).** Récent Advances in Polyphenol Research. Ed Blackwell Publishing .USA, 2-22-23-68-74-233
- **Davidson M P., Sofos J N., Brnaen A.L. (2005).** Antimicrobials in food. 3rd ed. *Food science and technology*, 143.

Références bibliographiques

- **Dillon J.M et Berthier A.M. (1997).** Le fromage dans l'alimentation. In: ECK A. et GILLIS. Le fromage. Ed. Lavoisier, p. 713-724.
- **Djahra AB.** Cours Phytochimie II 2^{ème} Année Master. Université Echahid
- **Djazouli, Z., Boughebri, R., & Benslama, M. (2014).** Étude dendrologique et anatomique des *Juniperus phoenicea* L. dans les montagnes de l'Ouest de l'Algérie. Annales des Sciences Forestières, 71(3), 333-341.
- **Djoughri K. Madani S.(2015).** Etude microbiologique d'un produit laitier fermenté traditionnel (J'ben) : isolement et identification des bactéries lactiques. Mémoire de master. Université Kasdi Merbah. Ouargla.
- **Djoukeng JD, Mansour EA, Tabacchi R, Tapondjou AL, Bouda H, Lontsi D. 2005.** Antibacterial triterpenes from *Syzygium guineense* (Myrtaceae). J Ethnopharmacol 101:283–6
- **Dorman, (2000).** Antimicrobial agents from plants: antimicrobial activity of plant volatils oils. Journal of Applied Microbiology. 88: 308-316.
- **E. Benyagoub 2022** Monitoring Some Physicochemical and Bacteriological Parameters and Sensory Analysis of *Juniperus phoenicea* L. Leaves-supplemented Goat Milk: A South-western Algerian Traditional Flavored and Fermented Product
- **Eck A., Gillis J.C., (1997).** Le Fromage, De la science à l'assurance-qualité ; 3e éd- Paris,
- **F.N. Munada (2010)** Identification de polyphenols, Evaluation de leur activite antioxydante et etude de leurs proprietes biologiques
- **EL Marrakchi, A., Hamama A. (1996).** Aspects hygiéniques du fromage frais de chèvre : perspectives d'amélioration de la qualité
- **Fekih, (2005).** Propriétés chimiques et biologiques des huiles essentielles de trois espèces du genre Pinus poussant en Algérie [thèse].Tlemcen : Université Abou Bekr Belkaid. 2015.
- **Fennane, M., Ibn Tattou, M., & Mathez, J. (2007).** Flore pratique du Maroc: Manuel de détermination des plantes les plus courantes (Vol. 2). Rabat, Maroc: Travaux de l'Institut scientifique.
- Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., Cogan, T. M., & Guinee, T. P. (Eds.). (2017). Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology: Major Cheese Groups (Vol. 1). Elsevier.

Références bibliographiques

- **G. Williamson (2017)** The role of polyphenols in modern nutrition
- **G. Mazza MONACO** nature encyclopedia
- **Gelais ST-D.Tirrard-coller P., Belanger G., Draapeau R., Couture R.,(2002).**Le fromage In Science et technologies du lait transformation du lait par Vignola Carole L. presse internationale polytechnique. 349-413pp
- **Ghalem B.R., Benattouche Z. (2013)** Microbiological, physicochemical and sensory quality aspect of yughurt enriched with Rosmarinus officinalis. Africal Journal of Biotecgnology 12(2): 192- 198.
- **Ghanmi M., Satrani B., Chaouch A., Aafi A., El Abid A., Farah A., 2007.** Composition chimique et activité antimicrobienne de l'essence de térébenthine du pin maritime (Pinus pinaster) et du pin d'Alep (Pinus halepensis) du Maroc. Acta Bot. Gallica, 154(2), 293- 300.
- **Ghouila, H., Ben Abdallah, K., Dhaouadi, H., & Ksouri, R. (2017).** Phytochemical study, antioxidant and antibacterial activities of Juniperus phoenicea L. leaves and stems. Journal of Taibah University for Science, 11(3), 462-469.
- **Graiday P., (1978).** Détermination de l'activité enzymatique d'extraits coagulants d'origine animale. Revue du Technicien du lait,83,5-47.
- **Grosso, C., & Coelho, J. A. (2006).** Supercritical fluid extraction of essential oils: a review. Journal of Essential Oil Research, 18(6), 581-606.
- **Hamla, Hacen Belgroune, Khadidja, Medjoudj, Hacène (2019)** Fabrication et suivi des paramètres physico-chimiques et microbiologiques de Jben et Klila fabriqués à partir du lait de vache et de chèvre
- **Hassan D., and Monier-Dilhan S., (2003).** 'Valorisation des signes de qualité dans l'agroalimentaire : exemple des fromages à pâte persillée. In Séminaire DADP / recherches pour et sur le développement régional,269-277.
- **Hopkins, W.G. (2003).** Physiologie végétale .Ed De Boeck .Bruxelles .France, 268 - 283.Juven B. J., Kanner, J., Schved, F., and Weisslowicz, H. 1994. Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. J. Appl. Bacteriol. 76:626–631.

Références bibliographiques

- **J.-J. Macheix, A. Fleuriet & C. Jay-Allemand, (2005)** - Les composés phénoliques des végétaux. Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Presses polytechniques et universitaires romandes, collection biologie, Lausanne
- **Kalemba D., Kunicka A., (2003).** Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Curr. Med. Chem*,10,813-829 p
- **Khelifi, D., Sghaier, R. M., Amouri, S., Laouini, D., Hamdi, M., & Bouajila, J. (2016).** Chemical composition, antioxidant and anticancer activities of the essential oils of three Tunisian Phoenician Juniperus. *Industrial Crops and Products*, 94, 542-552.
- **Khelifi, D., Sghaier, R. M., Amouri, S., Laouini, D., Hamdi, N., & Bouajila, J. (2011).** Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of Juniperus phoenicea L. grown in Tunisia. *Lipids in Health and Disease*, 10(1), 1-6.
- **Ksouri, R., Megdiche, W., Falleh, H., Trabelsi, N., & Boulaaba, M. (2010).** Antioxidant and antimicrobial activities of the edible medicinal halophyte Tamarix gallica L. and related polyphenolic constituents. *Food and Chemical Toxicology*, 48(10), 2785-2791.
- **Kumar D, Kumar S, Prasad AK, Saxena AK. (2007)** Eugenol and its synthetic derivatives as potential antifungal agents. *Phytochemistry*.;68(16-18):2236-2240. doi:10.1016/j.phytochem.2007.05.034
- **Kumar, S., Kumar, V., & Prakash, O. (2013).** Antimicrobial activity of plant extracts and phytochemicals on antibiotic-resistant bacteria. *Indian Journal of Microbiology*, 53(2), 158-163.
- **Larousse (2001)** encyclopédie des plantes médicinales : 2eme édition ; Londres : Dorling Kindersley Limited ;. Les phénols ; P.14. Les tanins ; P.14. Les flavonoïdes ; P.14. Les alcaloïdes ; P.16. Les anthocyanes ; P.15. Les anthraquinones ; P.15. Les coumarines ; P.15. Les glucosides cardiaques ; P.15. Les vitamines. ; P.16. Les minéraux ; P.16. Les substances amères ; P.16 .les glucosinolates ; P.16. les vitamines ; P.16.Opuntia ; p.241 .Grenadier ; p.258.
- **Li, Q., Chen, X., Li, Y., Li, Y., Li, H., & Liu, X. (2017).** Comparison of steam distillation and solvent extraction methods for essential oil from Chinese medicine plant. *Natural Product Research*, 31(6), 642-646.

Références bibliographiques

- **M.J. Klug (1997)** The Microbial World revue Microbiology and Molecular Biology Reviews.
- **Mahaut M., Jeantet R., Brule G. and Schuck P., (2000).** Les produits industriels laitiers. Tec and Doc, Paris, France,41.
- **Mahaut M., Jeantet R., et Brule G., (2005).** Initiation à la technologie fromagère. Tec & Doc, Paris, France,1-21.
- **Mahboubi, M., & Kazempour, N. (2014).** The antimicrobial activity of *Juniperus phoenicea* L. (Cupressaceae) essential oil and its mode of action. Journal of Traditional and Complementary Medicine, 4(1), 54-59.
- **Manach C., Scalbert A., Morand C., Jiménez L., 2004.** Polyphenols: food sources and bioavailability. American Journal of Clinical Nutrition 79:727 - 747.
- **Matos, M. F., Matos, F. J. A., Machado, M. I. L., & Craveiro, A. A. (1993).** Chemical composition of the essential oil of *Ocimum americanum* L. grown in the Northeast region of Brazil. Journal of Essential Oil Research, 5(4), 429-430.
- **Mazari k., Bendimerad N.B.H., Bekhechi C., Fernandez X., 2022.** Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils isolated from Algerian *Juniperus phoenicea* L. and *Cupressus sempervirens* L.
- **Mimouni, M., Taleb, M., Lahfa, F., & Didi, O. (2014).** Ethnobotanical survey of medicinal plants used by the people of the Algerian Saoura. Journal of Ethnopharmacology, 155(1), 123-143.
- **Moncef , Hayette Merzougui et Amel Lazli (2021)** Etude ethnobotanique du Pistachier lentisque *Pistacia lentiscus* L. dans la wilaya d'El Tarf (Nordest algérien) - Ethnobotanical study of *Pistacia lentiscus* L. in El Tarf region (Northeastern Algeria)
- **Navarro-Silva, A. M., Figueiredo, A. C., Barroso, J. G., Pedro, L. G., & Deans, S. G. (2000).** Essential oils from hairy root cultures and from fruits and leaves of *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. Journal of Essential Oil Research, 12(2), 247-252.
- **Nikaido, H. (2003).** Molecular basis of bacterial outer membrane permeability revisited. Microbiology and molecular biology reviews, 67(4), 593-656.
- **Nouani, A, Dako E, Morsli A, Belhamiche N, Belbraouet S, Bellal MM et Dadie A (2009).** Characterization of the purified coaguland extracts derived from artichoke flowers (*Cynara scolymus*) and from the fig tree latex (*Ficus carica*) in light of their use

Références bibliographiques

- in the Manufacture of traditional cheeses in Algeria. *International Journal of Food Technology*. 7, 20-25.
- **Pichersky E., Noel J.P and Dudareva N.,(2006)** Biosynthesis of plants volatils: nature's diversity and ingenuity. *Science*,311,808–811.
 - **Quezel, P., & Gast, M. (1998).** Vegetation and flora of the Mediterranean basin. Cambridge University Press.
 - **R. Mourgues, L. Vassal, J. Auclair, G. Mocquot, J. Vandeweghe., (1997).** Origine et développement des bactéries coliformes dans les fromages à pâte molle
 - **Ramdani M., Lograda T., Silini H., Zeraib A., Chalard P., Figueredo G., Bouchaala M. and Zerrar S., 2013.** Antibacterial activity of essential oils of *Juniperus phoenicea* from eastern Algeria. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 3, 022-028
 - **Ramet J.P., (1993).** La Technologie des Fromages au Lait de Dromadaire (*Camelus dromedarius*). Etude FAO, production et santé animale,113, Rome.
 - **Ramet J.P., (2006).** Les Agents De La Transformation Du Lait ; in : « Le fromage » éd. Eck et Gillis. Technique et Documentation, 3ème éd., Lavoisier, Paris,891
 - **Rawlings N.D. Tolle D.P., and Barret A.J., (2004).** MEROPS: the peptidase database. *Nucleic Acid Res* 32, Database issue, D160-D164. <http://www.merops.sanger.ac.uk>.
 - **Reichling, J., Schnitzler, P., Suschke, U., & Saller, R. (2009).** Essential oils of aromatic plants with antibacterial, antifungal, antiviral, and cytotoxic properties – an overview. *Forschende Komplementärmedizin*, 16(2), 79-90.
 - **Renard J., 2014 .** À propos du lait cru. Direction générale opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement du Service public de Wallonie. 15 p.
 - **Reverchon, E., & De Marco, I. (2006).** Supercritical fluid extraction and fractionation of natural matter. *Journal of Supercritical Fluids*, 38(2), 146-166.
 - **Robert W. Hutkins (2006)** Microbiology and Technology of Fermented Foods
 - **S. AMROUNE., (2006).** Phytothérapie et plantes médicinales, Mémoire de fin d'études Pour l'obtention du diplôme master, Université des Frères Mentouri Constantine.

Références bibliographiques

- **Said, O., Fulder, S., Khalil, K., & Azaizeh, H. (2017).** Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in Israel, the Golan Heights and the West Bank region. *Journal of Ethnopharmacology*, 159, 43-50.
- **Sarri, M., Koukoulitsa, C., Lazari, D., & Kokkini, S. (2011).** Composition and antimicrobial activity of the essential oil of leaves and berries of *Juniperus phoenicea* subsp. *phoenicea* from Greece. *Natural product research*, 25(6), 567-575.
- **Sasidharan, S., Chen, Y., Saravanan, D., Sundram, K. M., Yoga Latha, L., & Sairam, K. (2010).** Extraction, isolation and characterization of bioactive compounds from plants' extracts. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 7(3), 135-150.
- **Sauvion, N., Calatayud, P.A., Thiery, D., Marion-Poll, F. (2013).** Interactions insectes-plantes Ed IRD, Quae. Institut de recherche pour le développement .Marseille. France, 218-220.
- **Scriban R., (1999).** *Biotechnologie*. 5e édition. Tec et Doc. Lavoisier. Paris
- **Shahbazi Y., Shavisi N. (2019)** Effects of Oregano Methanolic Extract on the Chemical, Microbial, and Sensory Properties of Yogurt. *J Nutrition Fasting Health*. 7(3): 138-145.
- **Sharifi-Rad, M., Fokou, P. V. T., Sharopov, F., Martorell, M., Ademiluyi, A. O., Rajkovic, J., ... & Salehi, B. (2018).** Antiulcer agents: from plant extracts to phytochemicals in healing promotion. *Molecules*, 23(7), 1751.
- **Sharifi-Rad, M., Fokou, P. V. T., Sharopov, F., Martorell, M., Ademiluyi, A. O., Rajkovic, J., ... & Salehi, B. (2018).** Antiulcer agents: from plant extracts to phytochemicals in healing promotion. *Molecules*, 23(7), 1751.
- **Sulaiman, G. M., Hussain, S. A., Marzoog, T. R., & Wahab, S. A. (2014)**
- **Suresh, S., & Prithiviraj, E. (2016).** Medicinal plant extracts and their potential role in combating gastrointestinal tract disorders—A review. *Journal of Herbal Medicine*, 6(4), 205-231.
- **Sutcliffe, I. C. (2010).** A phylum level perspective on bacterial cell envelope architecture. *Trends in microbiology*, 18(10), 464-470.

Références bibliographiques

- **T. M. Scozzafava, M. C. T. Rossi-Bergmann, L. B. Paciencia, J. M. Van Den Berg, and J. C. Machado-Santelli, (2019)** "Flavonoids and Their Anti-Inflammatory and Anticancer Properties,"
- **Tchamba C.N. (2007).** Caractérisation de la flore lactique des laits fermentés artisanaux au Sénégal: cas de la zone des Niayes. Thèse de doctorat. Université Cheikh ANTA DIOP de Dakar. Pp16.
- **Tisserand, R., & Young, R. (2014).** Essential oil safety: a guide for health care professionals. Elsevier Health Sciences.
- **Tornuk, F., Cömert, E. D., Ozen, B., & Özkalp, B. (2016).** Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activities of juniper berry (*Juniperus phoenicea* L.) essential oil fractions. *Journal of Essential Oil Research*, 28(3), 227-238
- **Tyagi AK, Malik A. (2010)** Antimicrobial potential and chemical composition of *Mentha piperita* oil in liquid and vapour phase against food spoilage microorganisms. *Food Chem Toxicol.*;48(2):608-613. doi:10.1016/j.fct.2009.11.048
- **Vila, M., Alvarado, E., & Vilatersana, R. (2004).** *Juniperus phoenicea* L. (Cupressaceae), a new alien species naturalised in northeastern Catalonia (Spain). *Collectanea Botanica*, 23, 75-78.
- **Wu, Q. Q., Wang, Y., Sen, S., Wang, J. P., Sarsaiya, S., Lu, S. S., & Chen, J. (2019).** Herbal extracts and phytochemicals targeting Nrf2: potential therapeutic agents for COPD. *Current Medicinal Chemistry*, 26(16), 2987-3011.
- **Zaouali, Y., Bouzaine, T., Boussaid, M., & Romdhane, M. (2009).** Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from the leaves of Tunisian *juniperus phoenicea* L. *Journal of Essential Oil Research*, 21(4), 355-358.
- **Zergoune F. (2015).** La sélection des souches des bactéries lactiques protéolytiques isolées à partir d'un produit laitier fermenté artisanale à basse de lait de vache « j'ben ». Mémoire de master. Université Kasdi Merbah. Ouargla

Résumé

Résumé

la présente étude est d'évaluer l'effet de l'huile essentielle de Genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*) à des différentes concentrations de 0,25%, 0,5% et 0,75% (v/v) sur la charge des germes tel-que : Les bactéries lactiques, Flore aérobie mésophile totale, Les levures et moisissures et les coliformes thermotolérants dans le fromage blanc durant son stockage à 4°C. Le rendement en huile essentielle de *J. phoenicea* provenant pour matière végétale sèche à 3 et à 4 semaine est de 1,34 % et 1,31% (m/m) respectivement.

Les résultats ont montré que les échantillons de fromage blanc traités avec des concentrations 0,5% et 0,75% (v/v) d'huile de *J. phoenicea* avaient des charges moyennes de Les bactéries lactiques, Flore aérobie mésophile totale, Les levures et moisissures et les coliformes thermotolérants significativement ($P < 0,05$) plus faibles que les échantillons témoins (non traités). En ce qui concerne la concentration 0,25% (v/v), Ce traitement a exercé un effet remarquable juste sur la réduction de la croissance des bactéries lactiques dans le fromage blanc durant la période de conservation à 4 °C, par rapport au témoin. L'utilisation de ces huiles testées a augmenté la durée de vie des échantillons de fromage blanc.

Les données des résultats de test sensorielle ont révélé que le pourcentage le plus bas d'extrait d'huile essentielle a entraîné les meilleurs scores en ce qui concerne les paramètres sensoriels examinés.

Cette étude est d'un grand intérêt pour l'industrie agroalimentaire, car elle souligne les bénéfices potentiels de l'utilisation de l'huile essentielle de *J. phoenicea* comme agent antimicrobien naturel dans la conservation de fromages.

Mots clés : *Juniperus phoenicea*, Huile essentielle, pH, germes d'altération, analyse sensorielle, Fromage blanc

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effect of *Juniperus phoenicea* essential oil at different concentrations of 0.25%, 0.5%, and 0.75% (v/v) on the microbial germs such as lactic acid bacteria, total mesophilic aerobic flora, yeast and molds, and thermotolerant coliforms in white cheese during storage at 4°C. The yield of *J. phoenicea* essential oil from dry plant material after three and four weeks was 1.34% and 1.31% (w/w), respectively.

The results showed that samples of white cheese treated with 0.5% and 0.75% (v/v) concentrations of *J. phoenicea* oil had significantly ($P < 0.05$) lower average loads of lactic acid bacteria, total mesophilic aerobic flora, yeast and molds, and thermotolerant coliforms compared to untreated control samples. As for the 0.25% (v/v) concentration, this treatment had a remarkable effect on reducing the growth of lactic acid bacteria in white cheese during the storage period at 4°C compared to the control. The use of these tested oils increased the white cheese samples by days more than untreated samples.

The data from the sensory test results revealed that the lowest percentage of essential oil extract led to the best scores in terms of the examined sensory parameters.

This study is of great interest for the food industry, as it highlights the potential benefits of using the essential oil of *J. phoenicea* as a natural antimicrobial agent in the preservation of cheeses.

Keywords: *Juniperus phoenicea*, essential oil, ph, spoilage germs, sensory analysis, white cheese.

تهدف الدراسة الحالية إلى تقييم تأثير زيت العرعر الفينيقي العطري (*Juniperus phoenicea*) بتركيزات مختلفة من 0.25% و 0.5% و 0.75% (حجم / حجم) على تواجد الجراثيم مثل: بكتيريا حمض اللاكتيك ، المجموع النباتات الهوائية المتوسطة ، والخمائر و الفطريات والقولونيات المقاومة للحرارة في الجبن الابيض أثناء التخزين عند 4 درجات مئوية. محصول الزيت العطري من نبات *J. phoenicea* من المادة النباتية الجافة في 3 أسابيع و 4 أسابيع هو 1.34% و 1.31% (م / م) على التوالي.

أظهرت النتائج أن عينات الجبن الابيض المعالجة بتركيزات 0.5% و 0.75% (حجم / حجم) من زيت *J. phoenicea* كان متوسط حمولاتها من بكتيريا حمض اللاكتيك ، والنباتات الهوائية الكلية ، والخمائر و الفطريات ، والقولونيات المقاومة للحرارة معنوياً ($P < 0.05$) أقل من عينات التحكم (غير المعالجة). فيما يتعلق بتركيز 0.25% (حجم / حجم) ، كان لهذا العلاج تأثير ملحوظ فقط على الحد من نمو بكتيريا حمض اللاكتيك في الجبن الابيض خلال فترة التخزين عند 4 درجات مئوية ، مقارنة بعينات التحكم. أدى استخدام هذه الزيوت المختبرة إلى زيادة عمر عينات الجبن الابيض أيام أكثر من العينات غير المعالجة.

أظهرت بيانات نتائج اختبارات الاستشعار أن النسبة الأدنى لاستخراج زيت العطر أدت إلى أفضل النتائج فيما يتعلق بالمعايير الحسية المدروسة.

هذه الدراسة ذات أهمية كبيرة لصناعة الأغذية ، لأنها تسلط الضوء على الفوائد المحتملة لاستخدام الزيت العطري من *J. phoenicea* كعامل طبيعي مضاد للميكروبات في الحفاظ على الجبن.

الكلمات المفتاحية : *Juniperus phoenicea* ، زيت عطري ، ph ، الجراثيم المفسدة، التحليل الحسي، الجبن الابيض

Annexes

Matériel de laboratoire

Il s'agit du matériel classique d'analyse microbiologique, il comprend :

- matériel de pesée: balance de précision ;
- matériel de stérilisation: four pasteur, bec bunsen, autoclave ;
- verrerie: Béchers, pipettes pasteur, étaleurs, éprouvettes, flacons, tubes à vis ;
- barreau magnétique, agitateur magnétique chauffant ;
- couteaux, pinces, ciseaux, papier aluminium ;
- étuves, agitateur vortex ;
- portoirs, embouts, boîtes porte-embouts, micropipettes, boîtes de pétri ;
- milieux de culture, diluants et réactifs : plate count agar, gélose lactosée au désoxycholate, gélose MRS, gélosé de Sabouraud, eau physiologique, éthanol ;

La composition du milieu gélose lactosée au désoxycholate à 0,1%

-Peptone pepsique de viande	10,0 g
- Lactose.....	10,0 g
- Désoxycholate de sodium.....	1,0 g
- Chlorure de sodium.....	5,0 g
- Phosphate dipotassique.....	2,0 g
- Citrate ferrique ammoniacal.....	.1,0 g
- Citrate de sodium.....	.1,0 g
- Rouge neutre	0,03 g
- Agar agar bactériologique.....	.15,0 g

La composition de milieu Sabouraud

Le milieu composé du Peptone , glucose et agar.

La composition de milieu PCA

- Peptone de caséine	5,00 g
- Extrait de levure	2,50 g

- Glucose 1 g

- Agar 15

La composition de milieu MRS

Ce milieu composé par la peptone, le glucose et les sels de manganèse et de magnésium apportent les éléments nutritifs indispensables à la croissance des lactobacilles. Et le Tween 80, mélange d'esters oléiques, est une source d'acides gras nécessaires à la croissance de ces germes, également le phosphate dipotassique contribue à stabiliser le pH au cours de la croissance bactérienne. Le citrate d'ammonium et l'acétate de sodium constituent les substances inhibitrices du développement de la plupart des contaminants tels que les streptocoques et les moisissures.

FICHE DE CLASSEMENT HÉDONIQUE D'UN FROMAGE BLANC

Produit: Fromage Blanc

Nom : -----Date : -----

Veillez évaluer deux échantillons de fromage blanc, dans l'ordre suivant : **590** **172**

Indiquer le degré d'acceptabilité que vous procure chaque échantillon en insérant le code de chaque échantillon dans la case appropriée.

Note Paramètre	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Couleur									
Flaveur (gout)									
Texture									
Odeur de l'extrait									
Acceptabilité générale									

9 : Très bonne qualité,

8-7 : Bonne qualité,

6-5 : Acceptable,

4-3 : Mauvaise qualité,

2-1 : Inacceptable.

Observations :