

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques



Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences alimentaires

Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

Intitulé

Essai d'amélioration de la qualité nutritionnelle et organoleptique d'un jus de fruit par ajout d'huiles essentielles

Présenté par : BENBOUZID Adel

SAAD ESSAOUD Chouaib.

Devant le jury:

Président: M^{me} SLIMANI O MAA Université de Bordj-Bou-Arréridj

Encadrant: M.BEN YUCEF N MCB Université de Bordj-Bou-Arréridj

Examineur : M.ALILI D MCB Université de Bordj-Bou-Arréridj

Année universitaire : 2018/2019

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout Puissant, de nous avoir armés de courage, patience et santé pour mener à terme ce modeste travail.

Nous tenons à présenter nos vifs remerciements à notre encadrant: Nabil ben youcef qui nous a encadré, encouragé et guidé tout au long ce travail.

Nous remercions chaleureusement les membres du jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptent d'évaluer notre projet.

Nous remercions également M MAKHOUKH, SABRINA, ingénieurs en labo, pour leur encadrement, leurs générosité dans la réalisation du projet, et leur confiance au sein du laboratoire ainsi que tout l'équipe du laboratoire T3.

Nos sincères remerciements à M MAKHOUKH, responsable de laboratoire T3, qui nous a vivement éclairé et conseillés pour réaliser ce travail et de nous avoir accueilli dans son équipe.

Nous remercions également nos enseignants et le reste de l'équipe pédagogique d'avoir contribué à notre formation et de nous avoir conseillés au cours de notre cursus.

Nous remercions particulièrement nos parents, pour leurs soutiens incondtionnels tout au long de ces longues années d'études.

Enfin, à l'ensemble de la promotion des MASTER en qualité des produits et sécurité alimentaire.

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

Adel & choaib

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail :

À la mémoire de Ami Nacir que Dieu l'accueille en son vaste paradis.

À ma mère et mon père qui m'ont soutenu et aider tout au long de mon parcours et sans eux je ne serais pas où j'en suis, ainsi que ma grande mère, mes oncles, mes tantes et toute la famille BEN Bouzid.

À mes sœurs : HALIMA son mari BRAHIM et ces fils. Wafa son mari TAYEB et toute sa famille, qui ont toujours été là pour moi.

À mes frères : Khalifa, MOULOUD, HAMZA, BOUMEDIENE, et le chère RADOUANE.

À mon binôme CHOAIB avec qui j'ai travaillé durant cette année.

À toutes la promotion CQSA 2019.

À tous mes amis de l'université de BBA.

À tous mes amis que je n'ai pas cités où qu'ils se trouvent.

DIEU MERCI

ADEL

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail :

Ma Mère qui a veillé mes nuits et qui a tout fait pour me voir un jour réussir.

Mon Père, qui a sacrifié sa jeunesse et qui n'a jamais su dire non pour subvenir à mes besoins au cours de mes études et ma formation.

Mes chères frères El hacen et Elhoucine , mes très chère sœurs Fouzia , Maria , Sana et Abir.

Ma femme Amina et mon chère fils Abd el hamid Omar.

Ma famille « Saad saoud » pour leur aide.

Je profite de cet occasion pour le dédié encore à mes amies Med Zine,

Nassim,Soufiane , saad, Adel, Toufik, yacine, walid,mourad, ait hamoudawalid,

Housseem, et Lamri

En fin je dédié ce modeste travail à ma promotion.

DIEU MERCI

Chouaib

ملخص

قمنا في هذه الدراسة بتثمين القشور البرتقالية عن طريق استخراج الزيوت العطرية من اللحاء الطازج بواسطة التعرية المائية. الهدف من هذا العمل هو تحديد فعالية إضافة الزيت العطري على جودة عصير البرتقال وللتحقق من إمكانية استبدال المواد الحافظة الاصطناعية بهذه الجزيئات النشطة بيولوجيا.

تمت دراسة المؤشرات المختلفة بما في ذلك الرقم الهيدروجيني ومؤشر كلود ومؤشر التسمير والبريكس وحموضة المعايرة. وقد لوحظت فروق غير مؤثرة في درجة البريكس وحموضة المعايرة، بينما تم تسجيل تغييرات كبيرة في قيم مؤشر درجة الحموضة ومؤشر كلود.

أظهر التحليل الحسي أن جرعات عالية من أجل 1 ملغ من الزيت العطري لكل لتر من العصير سوف تعدل مكونات الجودة الحسية لصالح تحسين المنتج. الكلمات الرئيسية الزيوت الأساسية. قشور البرتقال. تعرية مائية

Abstract

In the present study we are interested in the valorization of orange peels by extracting essential oil from fresh barks by hydrodistillation.

The objective of this work is to determine the effectiveness of the addition of the essential oil on the organoleptic and sensory quality of orange juice and to investigate the possibility of replacing synthetic preservatives with these bioactive molecules.

Various parameters including pH, cloude index, browning index, brix and titratable acidity were studied.

Non-significant differences in ° Brix and titratable acidity (TA) were observed, while significant changes in the values of the pH browning index and Claud index were recorded. Sensory analysis has shown that high doses of the order 1 mg of HE / liter of juice will modify the components of the organoleptic quality in favor of an improvement of the product.

Key words: essential oils, orange peels, hydrodistillation

Résumé

Dans la présente étude nous nous sommes intéressées à la valorisation des écorces de l'orange en extraire de l'huile essentielle à partir des écorces fraîches par hydrodistillation.

L'objectif de se travail est de déterminer l'efficacité de l'ajout de l'huile essentielle sur la qualité organoleptique et sensorielle de jus d'orange et d'investiguer sur la possibilité de remplacer les conservateurs de synthèse par ces molécules bioactives.

Différents paramètres dont le pH, l'indice de cloude, l'indice de brunissement, le brix et l'acidité titrable ont été étudiés.

Des différences non significatives en ° Brix et l'acidité titrable (TA) ont été observées, tandis que des changements importants dans les valeurs de l'indice de brunissement de pH et d'indice de Claud ont été enregistrés. L'analyse sensorielle a montré que les doses élevées de l'ordre 1 mg d'HE/litre de jus modifiera les composantes de la qualité organoleptique en faveur d'une amélioration du produit.

Mots clés : huiles essentielles, écorces de l'orange, hydrodistillation

Liste des tableaux

Tableau I: Exemples de la diversité d'applications des huiles essentielles (Grysole, 2005).....	17
Tableau II : Analyse sensorielle des jus.....	29

Liste des figures

Figure 1 : préparation des échantillons.....	19
Figure 2 :l'hydrodistillation par Clevenger (Photographie Originale).....	20
Figure 3 : extraction du jus et dosage des échantillons.....	20
Figure 4 : Evolution du pH du jus d'orange au cours de la période de stockage.	25
Figure 5 : Evolution de l'acidité titrable du jus d'orange à différentes doses d'huiles essentielles pendant la période de conservation.	26
Figure 6 : Evolution de l'indice de Claud à différentes doses d'huile essentielle.....	27
Figure 7 : Evolution du °Brix du jus d'orange au cours du temps à différentes doses d'huile essentielle.	28
Figure 8 : Evolution de l'indice de brunissement du jus d'orange au cours du temps à différentes doses d'huile essentielle.	29

Liste des abréviations

HE : huiles essentielles.

ml : millilitre.

Co₂ ; dioxyde de Carbone

ATP : ADENOSINE THREE PHOSPHATE

IgM : immunoglobuline M.

IgA : immunoglobuline A.

UV : ultra violet.

g : gramme.

j : jours.

nm: nanomètre.

nm: minute.

AFNOR : agence française de normalisation.

SOMMAIRE

SOMMAIRE

Sommaire

introduction	
I. Les huiles essentielles.....	3
I.1 Historique, définition, caractéristique et localisation	3
I.2. Composition chimique	3
I.3. Conditions de conservation et de stockage	6
I.4. Réglementation	6
I.5. La toxicité des huiles essentielles	7
I.6. Modes d'extraction	8
I. 7. Propriétés physico-chimiques.....	9
I.8. Principales propriétés des huiles essentielles	9
I.9. Principales utilisation des huiles essentielles	15
II. Matériel et méthodes	19
II.1. Préparation des échantillons.....	19
II.2 Analyses physicochimiques des échantillons.....	21
III. Evaluation sensorielle	23
III.1.test de dégustation	23
III. Résultats et discussion.....	25
III.1. Effet de l'addition d'huiles essentielles sur les indices physico-chimiques d'un jus d'orange.....	25
III.2. Effet de l'addition d'huile essentielle à un jus d'orange sur ses qualités organoléptiques.....	29
Conclusion et perspective.....	33
Références bibliographiques	35



INTRODUCTION

Introduction

De nos jours, la tendance à l'utilisation des produits naturels issus des plantes est en pleine croissance face au souci des effets secondaires des composés synthétiques qui peuvent être nocifs à la santé humaine et à l'environnement. L'application de ces derniers dans différents secteurs industriels (agroalimentaire, insecticide, parfumerie, cosmétique) peut causer des effets Mutagènes, cancérigènes et toxiques sur la santé humaine et augmenter le taux de pollution dans la nature. De ce fait, la réflexion s'est développée auprès des industriels visant à diminuer leurs utilisations, avoir recours aux composés aromatiques naturels des plantes et à envisager divers procédés d'extraction pertinents.

Les huiles essentielles et les arômes constituent dans ce contexte la majeure partie des composés aromatiques naturels qui sont aujourd'hui de plus en plus utilisés dans différents domaines tel que l'agro-alimentaire, de part leurs faculté de préserver les qualités nutritionnelles des aliments, comparativement aux traitements thermiques qui provoquent sans doute une diminution de la valeur nutritionnelle des fruits traités. .

Notre travail s'intègre dans le cadre du développement des procédés de conservation des aliments, essentiellement les jus de fruits dont l'activité de l'eau est très élevée. Il consiste à préparer un jus d'orange pure et naturel en remplaçant l'arome artificielle ainsi que le conservateur par les huiles essentielles extrait des écorces du fruit lui-même afin de mieux valoriser les sous produits de l'extraction du jus des citrus et de mettre à la disposition du consommateur un produit de qualité..

Le manuscrit sera organisé comme suit : une synthèse bibliographique présentant l'état de l'art sur la thématique, suivi d'une description du matériel et des méthodes utilisés dans la présente étude, ainsi que les résultats obtenus et leurs discussions et nous terminons par une conclusion générale.

Chapitre I

Généralités sur les huiles essentielles

Généralités sur les huiles essentielles

I. Les huiles essentielles

I.1 Historique, définition, caractéristique et localisation

Le terme huile essentielle ou «essences» remonte au XVI^e siècle, ou ils doivent leur nom à leur inflammabilité. De nombreux auteurs ont tenté de donner une définition des huiles essentielles. L'Agence Française de Normalisation (AFNOR) définit les huiles essentielles suivant la norme (NF T 75-006) comme étant: " le produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par distillation à la vapeur, par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe de Citrus, ou par distillation "à sec". L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des moyens physiques (AFNOR, 2000).

Les huiles essentielles sont solubles dans l'alcool, l'éther et les huiles fixes mais insolubles dans l'eau. Ces huiles volatiles sont généralement liquides et incolores à la température ambiante. Ils ont une odeur caractéristique, et ont une densité inférieure à l'unité, à l'exception de quelques cas (cannelle, saffran et vétiver) qui ont un indice de réfraction et une activité optique très élevés. Les huiles volatiles contenues dans les herbes sont responsables des différentes odeurs émises par les plantes. Ils sont largement utilisés dans l'industrie cosmétique, la parfumerie et l'aromathérapie.

De plus, les huiles essentielles ont également des activités antifongiques ou insecticides et dissuasives. Toutes les parties des plantes aromatiques peuvent contenir des huiles essentielles comme suit:

- ❖ Les fleurs, bien sûr, comprenant: l'orange, le rose, la lavande et le bouton floral (clou de girofle) ou les bractées (ylang-ylang),
- ❖ Les feuilles, le plus souvent comprenant: l'eucalyptus, la menthe, le thym, le laurier, la sarriette, la sauge, les aiguilles de pin et les organes souterrains d'arbres, par exemple les racines (vétiver)
- ❖ Rhizomes (gingembre, drapeau sucré),
- ❖ Graines (carvi, coriandre),
- ❖ Fruits, y compris: fenouil, anis, citrus épicarps,
- ❖ Bois et écorce, y compris: cannelle, bois de santal, bois de rose.

I.2. Composition chimique

Comme toute substance, les huiles essentielles se caractérisent par une composition chimique analysable et très variable. Le nombre de composants isolés est d'environ des milliers et il en reste beaucoup à découvrir (Bacis, 1999). Ces constituants appartiennent, de façon quasi exclusive, à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes :

(i) le groupe des terpénoïdes (les composés terpéniques), et (ii) le groupe des composés aromatiques dérivés du phenylpropane, beaucoup moins fréquents. Elles peuvent également renfermer divers produits issus du processus de dégradation mettant en jeu des constituants non volatils (**Bruneton, 1999**).

I.2.1. Les composés terpéniques

Les terpènes constituent une famille de composés largement répandus dans le règne végétal. Leur particularité structurale la plus importante est la présence dans leur squelette une unité isoprénique à 5 atomes de carbone (C_5H_8) reconnue par **Wallach dès 1887 in Lamarti et al. (1994)**. Cet isoprène est à la base du concept de la «règle isoprénique» énoncée en **1953 par Ruzicka in Lamarti et al. (1994)**. Cette règle considère le diphosphate d'isopentényle (IPP), désigné sous le nom d'isoprène actif comme le véritable précurseur de la molécule terpénique. Les systèmes enzymatiques responsables de cette conversion (IPP en composés terpéniques dans les trois compartiments: cytoplasmes, mitochondries et plastes) sont hydrosolubles ou membranaires. Ces derniers permettent l'élongation de la chaîne isoprénique conduisant à tout l'éventail des composés terpéniques à 10, 15, 20 et 30 atomes de carbones (**Lamarti et al., 1994**). Seuls les terpènes dont la masse moléculaire est relativement faible (mono – et sesquiterpènes) sont rencontrés dans les huiles essentielles (**Bruneton, 1999**) et leur confère un caractère volatil et est à la base de leurs propriétés olfactives (**Pibiri, 2006**).

Il convient de souligner que la synthèse des terpènes n'est pas propre aux végétaux. Le squalène, ainsi que son nom l'indique est un terpène abondant chez les requins. Des sesquiterpènes et des diterpènes se rencontrent également chez les spongiaires et les coelentérés (**Guignard, 2000**).

I.2.1.1. Les monoterpènes

Les composés monoterpéniques sont constitués de deux unités d'isoprène, leur formule chimique brute est $C_{10}H_{16}$ (**Rahal, 2004**). Ces composés peuvent être: monoterpènes acycliques (myrcène, ocimènes), monoterpènes monocycliques (α - et γ -terpinène, p-cymène) et aux monoterpènes bicycliques (pinènes, Δ^3 -carène, camphène, sabinène). Selon **Bruneton (1999)**, la réactivité des cations intermédiaires justifie l'existence de nombreuses molécules caractérisées par différentes fonctions: alcools, cétones, esters, aldéhydes, éthers, peroxydes, phénols. Les terpènes sont constitués d'un mélange d'hydrocarbures et de composés oxygénés dérivés de ces hydrocarbures. Dans certaines huiles essentielles, les hydrocarbures prédominent (ex. l'essence de Térébenthine) dans d'autres, la majeure partie de l'essence est constituée de composés oxygénés. Il est à noter que l'odeur et le goût des huiles essentielles

sont donnés par ces composés oxygénés. Parmi ces composés oxygénés, on note d'alcools (géraniol, linalol), d'esters (acétate de linalyle), d'aldéhydes (menthone, camphre, thuyone), les cétones, les éthers, les phénols et les peroxydes (**Paris et Hurabielle, 1981; Svoboda et Hampson, 1999**).

I.2.1.2. Les sesquiterpènes

Ils comportent trois unités d'isoprène, leur formule est C₁₅H₂₄ soit une fois et demie (sesqui) la molécule des terpènes (**Belaiche, 1979**). Ils présentent une grande variété dans les structures conduisant à un nombre élevé de possibilités, ce qui a retardé l'élucidation de leurs structures (**Rahal, 2004**). Les sesquiterpènes peuvent être également, comme les monoterpènes, acycliques (farnésol), monocycliques (humulène, α -zingibèrene) ou polycycliques (matricine, artéannuine, β ,artémisinine). Ils renferment aussi des fonctions comme alcools (farnésol, carotol, β -santalol, patchoulol), cétones (nootkatone, cis-longipinane-2.7-dione, β -vétivone), aldéhydes (sinensals), esters (acétate de cédryle) (**Bruneton, 1999 ; Laouer, 2004**).

I.1.2.1.3. Les composés aromatiques dérivés du phenylpropane

Les huiles essentielles renferment aussi des composés aromatiques dérivés du phénylpropane (C₆-C₃), mais qui sont beaucoup moins fréquents que les terpènes et dont la biogenèse est totalement différente (**Paris et Hurabielle, 1981**). **Bruneton (1999)** considère que ces composés sont très souvent des allyl- et propenyl phénols, parfois des aldéhydes, caractéristiques de certaines huiles essentielles d'Apiacées (Anis, Fenouil: anéthole, anisaldehyde, méthyl-chavicol=estragole. Persil : apiole) mais aussi de celles du Girofle (eugénol), de la Muscade (safrol, eugénol), de l'Estragon (eugénol), du Basilic (eugénol), de l'Acore (asarones) ou des Cannelles (cinnamaldéhyde eugénol safrol). On peut également selon le même auteur, rencontrer dans les huiles essentielles des composés en C₆-C₁ comme la vanilline (assez fréquente) ou comme l'anthranilate de méthyle. Les lactones dérivées des cinnamiques (par exemple les coumarines) étant, au moins pour les plus simples d'entre elles, entraînaibles par la vapeur d'eau, elles seront également présentes dans certaines huiles essentielles.

I.1.2.1.4. Les composés d'origines diverses

Ce sont des produits résultant de la transformation de molécules non volatiles entraînaibles par la vapeur d'eau. Il s'agit de composés issus de la dégradation d'acides gras, de terpènes. D'autres composés azotés ou soufrés peuvent subsister mais sont rares. Enfin, il

n'est pas rare de trouver dans les concrètes des produits de masses moléculaires plus importantes non entraînaibles à la vapeur d'eau, mais extractibles par les solvants : homologues des phénylpropanes, diterpènes, etc... (**Bruneton, 1999**) signale que le composé soufré le plus rencontré est l'allyl-isothiocyanate issu de la dégradation d'un glucoside sinigroside qui se trouve dans les graines de moutarde noire. Ce composé est incolore, fluide et de saveur piquante. Certaines plantes aromatiques produisent des huiles essentielles dont les composés terpéniques renfermant l'élément nitrogène. Parmi ces composés on cite l'indole, qui se trouve dans l'huile essentielle de citron et des fleurs de jasmin.

I.3. Conditions de conservation et de stockage

Les huiles essentielles de bonne qualité peuvent se conserver plusieurs années sous certaines conditions, jusque cinq ans pour les H.E. chémotypées par exemple. Seules les essences de *Citrus* se gardent un peu moins longtemps (trois ans).

Les huiles essentielles sont volatiles, il ne faut donc pas oublier de bien fermer les flacons. Stockage à l'abri de la chaleur et de la lumière. Il est préférable de les conserver dans un flacon en aluminium ou en verre teinté (brun, vert, ou bleu) et de les garder à l'abri de la lumière à une température ambiante jusque vingt degrés.

Dans certains cas, un antioxydant approprié peut être ajouté à l'huile essentielle. Dans ce cas, cet additif est à mentionner lors de la vente ou l'utilisation de l'huile essentielle.

Il existe des normes spécifiques sur l'emballage, le conditionnement et le stockage des HE (**norme AFNOR NF T 75-001, 1996**) ainsi que sur le marquage des récipients contenant des HE (**norme NF 75-002, 1996**).

I.4. Réglementation

L'Afssaps a publié des « **Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles** »

De celles-ci il en ressort que les médicaments à base d'huiles essentielles n'ont pas de réglementation spécifique mais doivent être conformes à la réglementation des médicaments à base de plantes.

« Les médicaments à base de plantes sont des médicaments dont les principes actifs sont exclusivement des drogues végétales et/ou des préparations à base de drogue(s) végétale(s) »

Certaines huiles essentielles ne peuvent être vendues en l'état et le Code de la Santé Publique précise dans l'article **L.4211-1 6°** que « la vente au détail et toute dispensation des huiles essentielles dont la liste est fixée par décret, ainsi que leurs dilutions et préparations ne constituant ni des produits cosmétiques, ni des produits à usage ménager, ni des denrées ou boissons alimentaires appartiennent au monopôle pharmaceutique. ».

Il existe seize huiles essentielles ne pouvant être vendues que par les pharmaciens du fait de leur toxicité comme les huiles essentielles d'armoise ou d'absinthe. (**RAYNAUD, 2006**)

I.5. La toxicité des huiles essentielles

Les huiles essentielles ne sont pas des produits qui peuvent être utilisés sans risque. Comme tous les produits naturels: "ce n'est pas parce que c'est naturel que c'est sans danger pour l'organisme". Cet aspect des huiles essentielles est d'autant plus important que leur utilisation, de plus en plus populaire, tend à se généraliser avec l'émergence de nouvelles pratiques thérapeutiques telle que l'aromathérapie.

Certaines huiles essentielles sont dangereuses lorsqu'elles sont appliquées sur la peau en raison de leur pouvoir irritant (huiles riches en thymol ou en carvacrol), allergène (huiles riches en cinnamaldéhyde (**Smith et al. 2000**)) ou phototoxique (huiles de *citrus* contenant des furocoumarines (**Naganuma et al., 1985**)). D'autres huiles essentielles ont un effet neurotoxique. Les cétones comme l' α -thujone sont particulièrement toxiques pour le tissu nerveux (**Franchomme et al., 1990**). Il existe aussi quelques huiles essentielles dont certains composés sont capables d'induire la formation de cancers (**Homburger et al., 1968**). C'est le cas par exemple de dérivés d'allylbenzènes ou de propénylbenzènes comme le safrole (*Sassafras*), l'estragole (*Artemisia dracunculus*), la β -asarone (*Acorus calamus*) et le méthyl-eugénol. Des chercheurs ont mis en évidence l'activité hépatocarcinogénique de ces composés chez les rongeurs (**Wiseman et al., 1987**). Le safrole et l'estragole, par exemple, sont métabolisés par les microsomes au niveau du foie des rats et des souris en dérivés hydroxylés puis en esters sulfuriques électrophiles qui eux sont capables d'interagir avec les acides nucléiques et les protéines (**Kim et al., 1999**). Toutefois, ces résultats sont controversés car il existe des différences chez l'homme dans le processus de métabolisation de ces composés. Le safrole, par exemple, est métabolisé chez l'humain en dihydroxysafrole et trihydroxysafrole non cancérigènes (**Franchomme et al. 1990**). De plus, tout dépend de la dose administrée lors des expériences et bien souvent la dose absorbée par l'animal est loin de correspondre à celle qu'un homme est susceptible d'ingérer par jour (**Guba, 2001**).

I.6. Modes d'extraction

I.6.1. Hydrodistillation

L'appareil utilisé pour cette méthode est de type Clevenger. Il est constitué d'une chauffe ballon, d'une colonne de condensation de la vapeur (réfrigérant) et d'un collecteur en verre qui reçoit les extraits de la distillation. L'huile essentielle obtenue est conservée au réfrigérateur dans un flacon en verre brun fermé hermétiquement et à l'ombre (**Fadil et al., 2015**).

I.6.2. Entraînement à la vapeur d'eau

L'extraction par entraînement à la vapeur d'eau est un type de vapeur distillation, qui est seulement différente dans le chemin d'entrée de la vapeur dans le récipient de still. Cette méthode est utilisée lorsque le matériel végétal a été séché. Pour ce procédé, la vapeur est appliquée à partir du haut du matériel végétal. Ce processus peut également être exploité sous basse pression ou sous vide et réduit la température de la vapeur à moins 100°C (**Tongnuanchan et Benjakul, 2014**).

I.6.3. Expression ou pressage à froid

Le procédé est utilisé uniquement pour l'obtention des huiles essentielles contenues dans les zestes d'agrumes. Il s'agit d'un processus physique dans lequel les glandes à huile essentielle de la peau du fruit sont percées, broyées ou concassées mécaniquement afin de libérer l'essence. Cette méthode est économiquement plus rentable que l'hydrodistillation et permet d'éviter d'éventuelles dégradations thermiques (**Venturini, 2012**).

I. 6.4. Extraction par les solvants

Les solvants les plus utilisés sous réserve de législations restrictives particulières sont les hydrocarbures aliphatiques (éther de pétrole, hexane, propane), les solvants halogénés (dérivés chlorés, et fluorés du méthane et de l'éthane) et l'éthanol. L'inconvénient majeur de l'extraction par les solvants est leur manque de sélectivité et aussi la toxicité des solvants (**Bruneton, 1999**).

I. 6.5. L'extraction par solvant assistée par micro-ondes

C'est une technique par solvant assistée par microondes en vue d'une analyse chromatographique. Ce procédé consistait à irradier par micro-ondes de la matière, végétale

ou non, broyée au préalable en présence d'un solvant absorbant fortement les microondes (méthanol) pour l'extraction de composés polaires ou bien en présence d'un solvant n'absorbant pas les micro-ondes (hexane) pour l'extraction de composés apolaires. Cette technique se présentait comme beaucoup plus efficace qu'une méthode conventionnelle et permettait de réduire les temps d'extraction et donc les dépenses en énergie (**Chemat et Lucchesi, 2005**).

I. 6.6. Extraction par le CO₂ à l'état supercritique

Ce procédé est basé sur le fait que le CO₂ dans des conditions dites critiques (fortes pressions) présente un pouvoir de dissolution accru vis-à-vis de divers composés tels que les HE, les arômes et les colorants (**Mayer, 1989**). L'avantage de cette technique est de minimiser les risques de dégradation thermiques. (**Venturini, 2012**).

I. 7. Propriétés physico-chimiques

D'après **Bruneton (2009)**, les principales propriétés physico-chimiques des HE sont :

- ❖ Généralement liquide à température ambiante.
- ❖ Volatiles et très rarement colorées.
- ❖ Leur densité est en générale inférieur à celle de l'eau.
- ❖ Leur indice de réfraction élevé.
- ❖ Sont solubles dans les solvants organiques usuels mais très peu soluble dans l'eau.

I.8. Principales propriétés des huiles essentielles

I.8.1. Propriétés thérapeutiques des huiles essentielles

A) Action anti-bactérienne:

C'est probablement la propriété la plus reconnue pour la plupart des huiles essentielles du point de vue thérapeutique. Observée et étudiée depuis plusieurs dizaines d'années, par de nombreux chercheurs, un grand nombre d'huiles essentielles ont déjà été testées sur un large éventail de bactéries différentes (Gram+ type "coque" aussi bien que Gram- du genre *Escherichia coli*). Vous trouverez dans les références décrites dans ce site (Références) la liste des huiles essentielles testées et les résultats obtenus sur un grand nombre de bactéries différentes (**Debauche, 2008 ; Franchomme et al., 2001**).

Les mécanismes d'action anti bactérien des huiles essentielles sont relativement bien connus. Une des possibilités d'action est la génération de lésions irréversibles sur la

membrane des cellules bactériennes qui induisent des pertes de matière (cytoplasmique), pertes de sel, perte de substrats énergétiques (glucose, ATP), amenant directement à la lyse de la bactérie (cytolyse) et donc à sa mort. Une autre possibilité d'action est l'inhibition de la production par les bactéries des toxines responsables du déclenchement des processus infectieux (**Debauche,2008**).

B) Action anti-fongique:

Les "fongi" regroupent ce qui est appelé plus communément les champignons et levures dont le membre le plus connu est la levure "*Candid albicans*" responsable de beaucoup de nos mycoses, muguet ou candidoses vaginales. Ce sont des organismes unicellulaires pourvus d'un noyau (eucaryotes) au contraire des bactéries (procaryotes). De manières générales, les huiles essentielles contenant des dérivés phenoliques sont particulièrement actives sur ces organismes, mais d'autres huiles n'en contenant pas sont aussi reconnue comme très actives sur un grand nombre de levure, comme le Tea Tree (*Melaleuca alternifolia*), le lemongrass, le palmarosa.

Les modes d'actions antifongiques sont assez semblables à ceux décrits pour les bactéries. Cependant, il faut y ajouter 2 phénomènes supplémentaires inhibant l'action des levures: l'établissement d'un gradient de pH et le blocage de la production d'énergie des levures ("phénomène de respiration").

C) Action anti-viral:

Tous les virus sont des parasites par nécessité (pour sa survie) de nos cellules. Un virus ne sait pas se reproduire par lui-même et a besoin d'une cellule hôte. Lorsqu'il se propage dans l'organisme le virus peut s'entourer d'une membrane semblable à la membrane de la cellule hôte, ce qui le rend indétectable par le système immunitaire de l'organisme infecté et inattaquable par les médicaments connus à ce jours.

Pourtant, certaines huiles essentielles possèdent l'étonnante capacité de se fixer à la membrane externe des virus, de la détruire et donc de mettre à nu les particules virales, qui, se dévoilant ainsi face au système de défense du corps, sont immédiatement détruites. Dans la littérature (**Debauche,2008**) les différents essais décrits montrent qu'à des concentrations entre 1% et 0.1%, les huiles essentielles testées sont capables de détruire les particules virales en culture, ce que ne peuvent parvenir à faire la drogue synthétique fabriquée jusqu'à maintenant.

D) Action anti-parasitaire:

L'action des huiles essentielles est reconnue sur les 2 grands types de parasites:

Les parasites externes: Les huiles essentielles sont redoutables d'efficacité envers les parasites externes. Leur mode d'action est double: certaines molécules aromatiques détruisent les parasites en "brûlant" leur système respiratoire (dérivés phénoliques et oxydes terpéniques) et d'autres (phénols méthylethers, les cétones terpéniques ou les lactones sésquiterpéniques, etc...) agissent en générant une paralysie des parasites suivie de leur mort. En fait, leur mécanisme d'action est très similaires à celles des drogues chimiques disponibles

Actuellement, mis à part qu'elles n'induisent que peu de toxicité et d'effets secondaires. Pour en savoir plus sur les huiles conseillées (**Debauche.2008**).

Les parasites internes: Deux ou trois familles de molécules aromatiques présentes dans certaines huiles essentielles sont capables d'avoir une activité vermifuge ou vermicide: les aldéhydes aromatiques, les phénols aromatiques et les cétones terpéniques, auxquels il faut ajouter un oxyde terpénique particulier, l'ascaridol. Ces molécules sont très puissantes et sont également dotées d'une toxicité certaine pour l'animal (Attention aux chats!!) comme pour l'homme

Il est donc extrêmement important de bien équilibrer les doses d'huiles essentielles ingérées, ainsi que la durée du traitement.

E) Action immunostimulante:

Relativement peu de recherche on été effectuées sur ce sujet, mais le peu qui a été fait montre qu'il est indéniable que certaines huiles essentielles induisent une stimulation plus ou moins importante du système immunitaire. Des molécules comme le terpinène-1,4-ol, l'alpha-terpineol, le geraniol ou le linalol sont capables d'augmenter la teneur en immunoglobulines de type IgM et IgA dans le sang, le type IgA étant spécialement destiné à combattre les infections digestives et celles associées aux muqueuses. En pratique on se rend compte que les huiles essentielles antivirales sont presque systématiquement immunostimulantes.

F) Action anti-inflammatoire:

L'inflammation est un processus complexe initié soit par un foyer infectieux, soit par un traumatisme (articulaire, musculaire, circulatoire, etc...). Le premier type d'inflammation peut être enrayé par l'élimination de la cause de l'inflammation, c'est-à-dire l'agent infectieux. Ce type d'action va diminuer la réaction immunitaire et donc réduire la réaction inflammatoire. Ce type d'action est appelé "immuno-modulante". D'autres huiles essentielles

agissent directement sur les foyers inflammatoires par transfert de charges électroniques. Par exemple, dans le cas de foyers inflammatoires chauds dans lesquels se trouvent un surplus de charges "positives", certaines molécules appelées "négativantes" vont céder des charges négatives afin de compenser l'excès de charges positives présentes et diminuer ainsi l'inflammation. Il s'agit dans ce cas des huiles essentielles contenant des esters terpéniques, des sesquiterpènes ou des aldéhydes terpéniques. Un dernier mode d'action anti-inflammatoire peut s'expliquer dans certains cas par la possibilité de certaines huiles essentielles de générer un échauffement local (hyperthémie). Cette dernière action accélère localement l'apport de flux sanguin et l'arrivée des globules blancs et des leucocytes, ce qui conduit ainsi à une réduction de l'inflammation. Ce mode d'action est celui des aldéhydes terpéniques.

En outre, un effet anti-inflammatoire peut également être généré grâce à certains monoterpènes cycliques activant certaines glandes endocrines comme les glandes surrénales (axe hypophyso-cortico-surrénalien). Ces produits, présents entre autre dans les huiles essentielles de pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) et d'épinette noire (*Picea mariana*), sont reconnus cortisone-like, notamment car ils sont reconnus comme "activateur" des glandes surrénales, en particulier des glandes à l'origine de la production des glucocorticoïdes comme le cortisol, la cortisone et la corticostérone (**Marieb,1993**). La sur-production de ces anti-inflammatoires stéroïdiens par les glandes surrénales seront ainsi à l'origine des effets anti-inflammatoire, Tonique et neurotonique (amélioration du métabolisme énergétique), généré par ces mono terpènes cycliques, mais également à l'origine des effets secondaires qui pourraient apparaître lors d'une utilisation trop fréquentes de ces huiles (acidité gastriques, réduction de l'activité immunitaire, décalcification, réduction de la masse musculaire, ...etc.(**Cohen et al.,2008**).

G) Action antalgique et antispasmodique:

Quelques huiles essentielles parviennent à calmer les spasmes et à lutter contre la douleur en utilisant divers mécanismes:

- Action musculotrope et neurotrope directe: certaines molécules aromatiques (les phénols méthyl-ethers) interagissent avec la transduction du message nerveux et le bloque, soit au niveau de la plaque motrice (jonction neuro-musculaire), soit plus en amont, en inhibant les courants d'ions sodium qui servent à la propagation du message nerveux.
- Action "contre-irritante froide": c'est "l'effet glaçon", ou l'arrêt de la douleur provoqué par un refroidissement brusque qui crée une sorte d'anesthésie par le froid. Les huiles essentielles

de menthes (menthe des champs et menthe poivrée) sont particulièrement indiquées pour cette fonction.

- Action "contre-irritante chaude": c'est la stratégie inverse, on privilégie le chauffage pour accélérer la circulation sanguine par un effet vaso-dilatateur et faciliter l'évacuation des toxines à l'origine de la douleur. C'est le mode d'action des huiles essentielles de clou de girofle ou de gaulthérie couchée par exemple.

H) Action calmante et sédative:

Certaines huiles essentielles montrent d'excellentes activités déstressantes, relaxantes, voir sédative naturelles. Les mécanismes à l'origine des ces effets ne sont actuellement pas très bien connus, mais elles agissent très probablement directement au niveau du système nerveux central (SNC), probablement par un phénomène de transfert de charge (idem certains effets anti-inflammatoires). Les aldéhydes terpéniques sont les plus aptes à exercer ce type d'effet calmant à transfert de charge (cf. les citrals du *Lippia citriodora* - *Verveine citronnée*), de même que les esters terpéniques (*Chamaemelum nobile* - camomille romaine).

Les esters aromatiques agissent en suivant un autres processus, en interférant dans le contrôle du système nerveux autonome (SNA), soit en agissant sur le système "sympathique", responsable de la mise en éveil du corps, soit par le système "parasymphatique", gérant la mise en sommeil et la récupération de l'organisme. Le but d'une action relaxante sera donc soit de stimuler le système parasymphatique, soit de réprimer le système sympathique, soit enfin de combiner les 2 effets. Dans les composants calmant le système sympathique, on trouve beaucoup d'esters (par exemple l'acétate de linalyle dans la lavande vrai (*lavandula augustifolia*) et le lavandin super (*lavandula hybrida super*) et les esters nitrés de l'essence de mandarine (*citrus reticulata*). Parmi les composants activant le système parasymphatique, il faut mettre en avant l'huile essentielle de la Marjolaine des jardins (*origanum majorana*) qui a probablement le plus d'impact sur la mise en repos de l'organisme.

Enfin, les alcools monterpéniques jouent un rôle d'équilibrage du système nerveux. Globalement positivantes, ces molécules sont modulantes nerveuses, agissantes comme stimulantes ou calmantes en fonction de l'état de l'individu. C'est le cas du terpinène-1,4-ol et le linalol (lavande vrai) qui sont préconisés en massage pour faciliter l'endormissement et mieux gérer les problèmes d'insomnie.

I) Action mucolytique, bronchodilatatrice, expectorante:

L'action mucolytique connues de certaines huiles essentielles provient exclusivement de 2 familles de molécules: les cétones terpéniques et les lactones sesquiterpéniques. Parmi

les molécules les plus connues, on trouve l'allantolactone présent dans l'huile essentielle d'Inule odorante (*Inula graveolens*), la pipéritone dans l'huile essentielle d'Eucalyptus mentholé (*eucalyptus dives*) ou la cryptone dans l'huile essentielle d'Eucalyptus à cryptone (*eucalyptus polybractea*). Ces molécules allient puissance d'action et sécurité d'emploi et évitent ainsi d'utiliser des huiles essentielles certes puissantes au niveau mucolytique (sauge officinale, thuja communis, hysope officinale, ...), mais également très toxiques (neurotoxique).

En ce qui concerne les effets bronchodilatateurs et expectorants, la molécule la plus connue est certainement l'eucalyptol ou 1,8-cinéol. On le trouve en forte concentration dans un grand nombre d'huiles essentielles (*Eucalyptus radié*, myrte verte, Ravintsare, Romarin à cinéol, hysope couchée, ...).

I.8.2. Mécanismes de l'action antimicrobienne des huiles essentielles

Les mécanismes par lesquels les huiles essentielles exercent leur activité antibactérienne sont incomplètement compris, mais il y a un certain nombre de mécanismes proposés (**Holley et Patel, 2005**). L'action des huiles essentielles sur le développement des micro-organismes peut être expliquée par l'altération de la perméabilité membranaire des germes en perturbant les systèmes de transport ionique, le transport des électrons et la production d'énergie (**Sikkema et al., 1995 ; Chami, 2005 ; Oussalah et al., 2006 ; Souza et al., 2006**).

Smith-Palmer et al. (2001) ont montré que les bactéries à Gram positif sont plus sensibles à l'effet des huiles essentielles que les bactéries à Gram négatif qui se caractérisent par une membrane externe imperméable. Selon **Cristiani et al. (2007)**, cette imperméabilité est due à la richesse de cette membrane en lipo-polysaccharides la rendant plus hydrophile, ce qui empêche les terpènes hydrophobes d'y adhérer.

D'autres études ont été effectuées sur la relation entre la présence de citral (mélange des isomères néral et géraniol) dans le zeste des fruits des agrumes et l'inhibition de *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum* et *Geotrichum candidum* qui sont les principales moisissures responsables de la contamination des *Citrus* (**Wuryatmo et al., 2003**). Cette inhibition est due à la présence d'un groupement carbonyle adjacent aux carbones α et β dans les aldéhydes insaturés α et β ; néral et géraniol ; ceci polarise positivement le carbone β et l'aldéhyde peut agir en tant qu'agent d'alkylation direct capable de lier les groupes nucléophiles cellulaires (**Cosentino et al. 1999**).

I.9. Principales utilisation des huiles essentielles

Les plantes aromatiques et leurs huiles essentielles, peuvent avoir d'intéressantes applications dans différents secteurs à savoir :

I. 9.1. En pharmacutique

Le lecteur découvrira plus loin les propriétés pharmacologiques de quelques huiles essentielles utilisés en thérapeutique. Ce sont principalement les propriétés antiseptiques et antifongiques qui sont reconnues par les autorités sanitaires (**kaloustian et Minaglou, 2012**). Elles sont très efficaces sur les germes résistants aux antibiotiques, ce qui leur donne une place parmi les moyens thérapeutiques de désinfection. Elles sont utilisées dans le traitement des affections bactériennes et fongiques de la cavité buccal et les soins dentaire (**Bekhechi et Abdelouahid, 2010**).

Souvent, les huiles essentielles sont rajoutées dans la formulation des spécialités pharmaceutiques, pour masquer le mauvais gout des médicaments et pour donner un caractère plus agréable à la consommation (**kaloustian et Minaglou, 2012**).

I.9.2. En parfumerie

C'est le principal débouché des huiles essentielles. La cosmétologie et le secteur des produits d'hygiène sont aussi consommateurs même si le cout élevé des produits naturels conduit à privilégier parfois les produits synthétiques. Elles sont intégrées dans des analgésiques pour la peau, les produits solaires ainsi que de nombreux produits d'ambiance comme les liquides pour pots-pourris (**Couderc, 2001**).

I.9.3. Utilisation en agro-alimentaire

Les études qui ont été réalisées jusqu'à maintenant, montrent que les H.E peuvent être appliquées à tous les aliments (**Tableau 01**). Ainsi, les H.E d'origan, de thym, de cannelle ou de coriandre sont efficaces pour les viandes, les volailles, les charcuteries et les légumes; l' H.E. de menthe pour les produits frais (salades, yaourts...); les H.E. à base de carvacrol ou de citral pour les poissons; les H.E. de thym, de noix de muscade ou de gingembre pour les céréales (plus particulièrement celles riches en carvacrol pour le riz); et les H.E. à base de carvacrol ou de cinnamaldéhyde pour les fruits (**Caillet et Lacroix, 2007**).

Les huiles essentielles. sont aussi utilisées pour apporter de la saveur et un arôme raffiné au café, au thé, aux vins et aux liqueurs distillées (**Caillet et Lacroix, 2007**).

Les études de **Caillet et Lacroix (2007)** ont montré que l'incorporation d' H.E. dans la viande hachée du boeuf a contribué au maintien de la qualité microbiologique et à la réduction de l'oxydation des gras au-delà de sa durée normale d'entreposage. Ils ont aussi démontré que l'utilisation des H.E. pouvait augmenter la sensibilité des bactéries à différents procédés de conservation des aliments (chauffage, pasteurisation, atmosphère modifiée). Selon la bactérie et le procédé utilisé, la sensibilisation augmente de 2 à 10 fois. Par exemple, M.E. mélangée à des carottes hachées, emballées sous air ou sous atmosphère modifiée (AM ou MAP en anglais: Modified Atmospheres Packaging) permet de multiplier par trois la sensibilité de *Listeria sp*, de même que pour de la viande hachée emballée sous les mêmes conditions, une augmentation très significative de la sensibilité d'*E. Coli* (2.5 fois) et de *Salmonelle* (4.5 fois) est constatée en présence d' H.E. Aussi, M.E. combinée à un chauffage doux (55 °C pendant 1 minute) a permis d'inhiber totalement *Salmonelle*, alors qu'en absence d'huile, un chauffage de plus d'une heure était nécessaire pour arriver au même résultat, cependant, le seuil d'efficacité des huiles essentielles les plus efficaces étant très bas, souvent inférieurs à 0.1%, leur ajout en très faibles quantités n'altère pas les qualités organoleptiques de l'aliment.

Des investigations ont été effectuées pour évaluer l'efficacité de quatre H.E. de plantes:

Laurier, clou de girofle, cannelle et thym en tant que conservateurs normaux. L'effet des H.E. aux concentrations de 0,1 de 0,5 et de 1 % a été étudié en fromage à pâte molle à faible teneur en matière grasse et à matière grasse naturelle contre *Listeria monocytogenes* et *Salmonella enteritidis* à 4°C et à 10°C respectivement, sur une période de 14 jours. Ils ont conclu que les H.E. des plantes choisies agissent comme inhibiteurs potentiels contre *L. monocytogenes* et *S. enteritidis* dans ce produit alimentaire (**Boubric et Boussad, 2007**).

Les traitements du pâté tout préparé de foie de porc avec le romarin retardent la croissance de *Listeria monocytogenes*. Par contre, *Aeromonas hydrophila* et *Listeria monocytogenes* ont été inhibées sur la viande cuite (poitrine de poulet) par des extraits d'eugénol et de piment (**Boubric et Boussad, 2007**).

Tableau I: Exemples de la diversité d'applications des huiles essentielles (Grysole, 2005).

Huiles essentielles	Parfumerie	Alimentation	Médecine
Basilic	Parfum	Arôme pour sauces et condiments	Antispasmodique régulateur du système nerveux
citronnelle	Arôme pour savons, désinfectant, éloigne insectes	Arôme pour boisson et sucreries	
eucalyptus		Arôme pour boissons, sucreries, crèmes glacées	Anti-inflammatoire
Géranium	parfum	Arôme pour sucreries, chewing-gum	Anti-spasmodique, relaxant
Lemongrass			Vasodilatateur, sédatif
Menth poivrée	Saveur pour dentifrice	Saveur pour liqueurs, glaces, chewing-gum, chocolat	Antalgique, anesthésique, tonique, stimulant du système nerveux
Menthe verte		Saveur pour boissons, sucreries, crèmes glacées	Saveur pour les sirops par exemple

Chapitre II

Matériel et Méthodes

Matériel et Méthodes

II. Matériel et méthodes

II.1. Préparation des échantillons

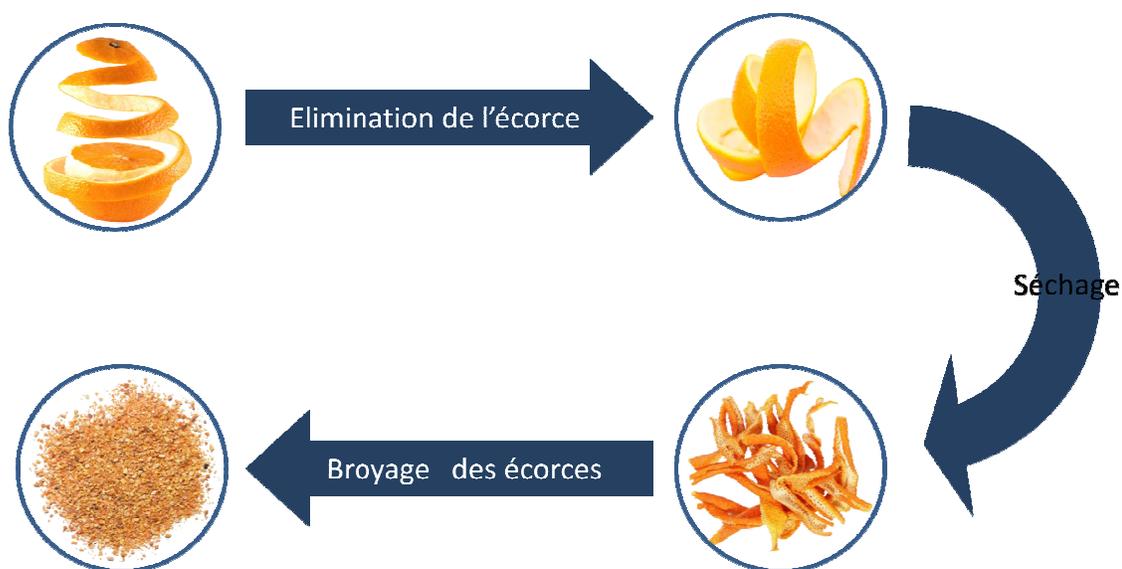


Figure 1 : préparation des échantillons

La présente étude a pour objectif de tester la possibilité d'utiliser l'huile essentielle de l'orange comme succédané des conservateurs chimiques et d'évaluer ainsi d'éventuelles modifications des caractéristiques organoleptiques des jus préparés

A cet effet, nous avons réalisé des extractions d'huiles essentielles d'oranges frais (*citrus sinensis*) achetés auprès d'un fournisseur de fruits local (ville de Bordj-Bou-Arréridj-Algérie). Les oranges ont été pressés à l'aide d'un extracteur de jus d'agrumes de table à usage domestique en prenant soin de préserver la pelure intacte. Le jus a été immédiatement filtré sur un filtre à double couche afin d'éliminer la pulpe.

La pelure ainsi récupérée a servie pour l'extraction d'huile essentielle par hydro-distillation en utilisant le dispositif Clevenger.

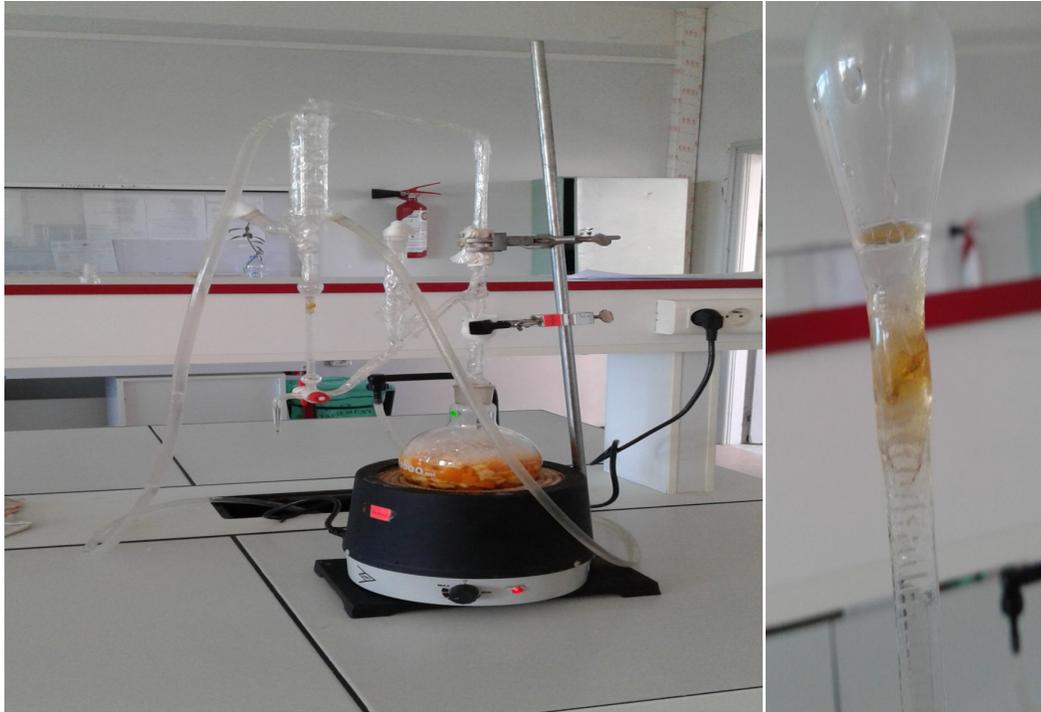


Figure 2 : l'hydrodistillation par Clevenger (Photographie Originale).

Sept flacons stériles en polypropylène de 250ml ont été remplis de jus préalablement extrait et filtré, auxquels nous avons rajouté des volumes de 0,125ml, 0,25ml 0,5ml, 0,75ml et 1ml d'extrait d'huiles essentielles, plus un témoin abiotique et un échantillon de référence préparé avec du benzoate de sodium comme référence, ce dernier a été préparé suivant les concentrations employées par l'industrie des boissons (**Cruess et Richert, 1929**).

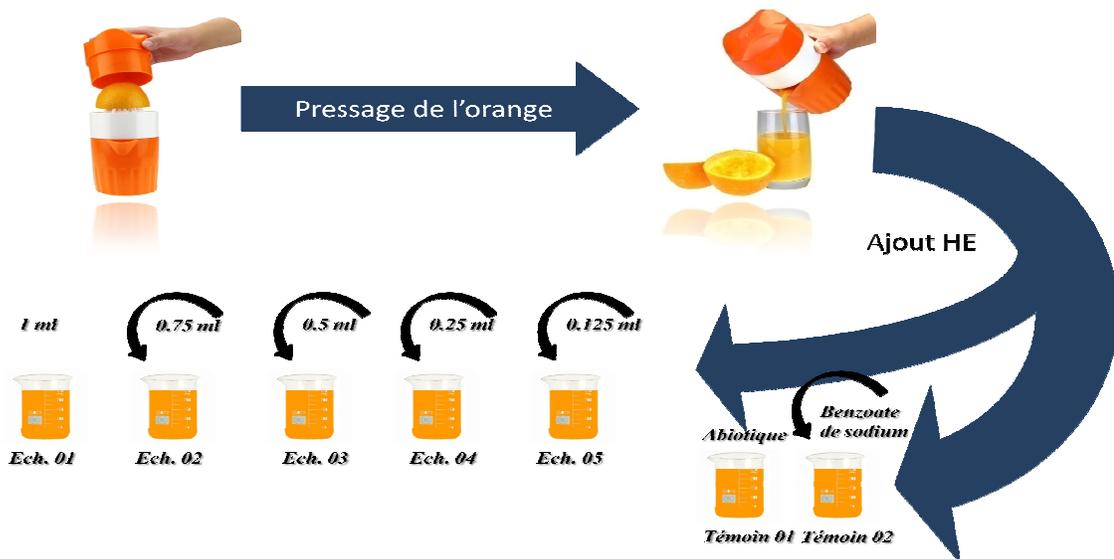


Figure 3 : extraction du jus et dosage des échantillons.

Matériel et méthodes

Les échantillons ainsi préparés ont été maintenus dans des conditions d'obscurité et de réfrigération à +4-6°C pendant 30 jours et les jus ont été analysés après : 1, 2, 3, 7, 12, 14, 21 et 24 jours à partir de la date d'incorporation d'huile essentielle.

II.2 Analyses physicochimiques des échantillons

Les analyses physico-chimiques de jus sujet à la présente étude ont porté essentiellement sur la détermination du pH, de l'acidité titrable, de l'indice de cloud, de l'indice de réfraction ainsi que l'indice de brunissement. Les mesures ont été réalisées en triplicata et les moyennes ainsi que les écarts types ont été calculés.

II.2.1. Détermination du pH

Le pH des échantillons de jus d'orange préparés à base d'huiles essentielles et ceux servant de contrôle a été mesuré en utilisant un pH-mètre digitale préalablement étalonné (WTW 730 INOLAB) avec des solutions étalons à pH7 et pH4 à la température ambiante (20°C) sur un volume de 10mL agité par un agitateur magnétique.

II.2.2. Détermination de l'acidité titrable

Des échantillons de 20 ml ont été placés dans une bêche de 250ml et 80 ml d'eau distillée ont été ajoutés. La solution ainsi préparée a été titrée avec une solution standard de NaOH 0,1 N (Sigma-aldrich, Dublin, Irlande) jusqu'au point de virage du changement de couleur de la phénolphthaléine (pH 8,2 ±0,1). Le volume de NaOH a été converti en grammes d'acide citrique pour 100 ml de jus (**Redd et al., 1986**), et l'acidité titrable a été calculé en utilisant la formule suivante :

$$TA = \frac{[V \times 0.1 \text{ N NaOH} \times 0.067 \times 100]}{m}$$

Où V est le volume de NaOH et m est la masse de jus d'orange (g).

II.2.3. Indice de Cloud

Un trouble dans du jus d'orange est hautement souhaité, tandis que un jus claire est considéré de moindre qualité. Le trouble contribue en grande partie à la couleur, à la saveur, à la turbidité et à l'arôme du jus d'orange. **Baker et Cameron (1999)** ; **Scott et al. (1965)** ont

Matériel et méthodes

suggéré que la fraction de jus d'orange avec les plus fines particules constituant le trouble avait une composition assez différente du reste du jus.

Des échantillons de jus d'orange (5 ml) ont été centrifugés à l'aide d'une centrifugeuse (SIGMA 3-30KS) à 756g pendant 10 min à la température de laboratoire ($20,0 \pm 0,5$ °C). l'indice de Cloud a été déterminé par mesure de l'absorbance à 660 nm à l'aide d'un spectrophotomètre (Unicam UV – Vis 1800 Shimadzu) avec de l'eau distillée servant de blanc (versteeg *et al.*, 1980).

II.2.4. Détermination du degré Brix (°Brix)

L'échelle de Brix sert à mesurer en degrés Brix (°B ou °Bx) la fraction du saccharose dans un liquide, c'est-à-dire le pourcentage en matière sèche soluble. Plus le °Brix est élevé, plus l'échantillon est sucré.

Les solides solubles ont été mesurés à l'aide d'un réfractomètre (Abbé 60, Bellingham Stanley Ltd.). L'indice de réfraction a été enregistré et converti en ° Brix. Les mesures ont été effectuées à $20,0 \pm 0,5$ °C.

La mesure de l'indice de réfraction consiste à déposer sur le prisme du réfractomètre une goutte de l'échantillon à analyser et basculer la plaquette couvre échantillon (petite plaque en plastique qui sert à étaler la gouttelette sur le prisme), puis orienter l'appareil vers la lumière pour faire la lecture du résultat ou un trait horizontal doit apparaître de façon très nette.

Le prisme du réfractomètre doit être nettoyé avec une solution d'eau distillée après chaque analyse.

II.2.5. Indice de brunissement (BI)

Le brunissement non enzymatique, ou brunissement par oxydation, est un processus chimique qui produit une couleur brune sur les aliments sans l'activité d'enzymes. Les mélanines et d'autres produits chimiques sont responsables de la couleur brune. Les deux principales formes brunissement non enzymatique sont la caramélisation et réaction de Maillard

L'indice de brunissement a été mesuré en utilisant la méthode de **Meydav et al. (1977)**. Un échantillon de 10 ml de jus d'orange a été centrifugé pendant 10 min à 756 g à l'aide d'une centrifugeuse (Sigma 1A, AGB Scientific Ltd., Dublin, Irlande). Cinq millilitres d'alcool éthylique (95%, Sigma-Aldrich, Dublin, Irlande) ont été ajoutés à 5 ml de surnageant obtenu après la première centrifugation et le mélange a été re-centrifugé de nouveau aux

Matériel et méthodes

mêmes conditions décrites précédemment. La lecture de l'absorbance du nouveau surnageant a été réalisée à 420 nm à l'aide d'un spectrophotomètre (Unicam UV – Vis 1800 Shimatzu)

III. Evaluation sensorielle

III.1.test de dégustation

L'analyse sensorielle a été réalisée par dégustation. Le choix des individus ayant participés à la dégustation (30 individus) était aléatoire sans visé une catégorie bien définie dont un questionnaire a été attribué à chaque un d'entre-eux (voir annexe).

La couleur, le goût, la flaveur, la saveur et l'aspect ont été évalués sur la base d'une échelle hédonique de neuf points.

Chapitre III

Résultats et discussion

Résultats et discussion

III. Résultats et discussion

III.1. Effet de l'addition d'huiles essentielles sur les indices physico-chimiques d'un jus d'orange

III.1.1. Effet sur le pH.

Le suivi du pH du jus auquel nous avons rajouté différentes doses d'huiles essentielles du fruit lui-même a montré une baisse du pH à partir du septième jour, et ceci quelque soit la dose d'huile essentielle employée ou de conservateur chimique. (figure 4). La différence enregistrée entre les échantillons traités et le contrôle abiotique est attribué probablement à la dégradation des molécules rajoutées libérant ainsi des protons H^+ dans le milieu.

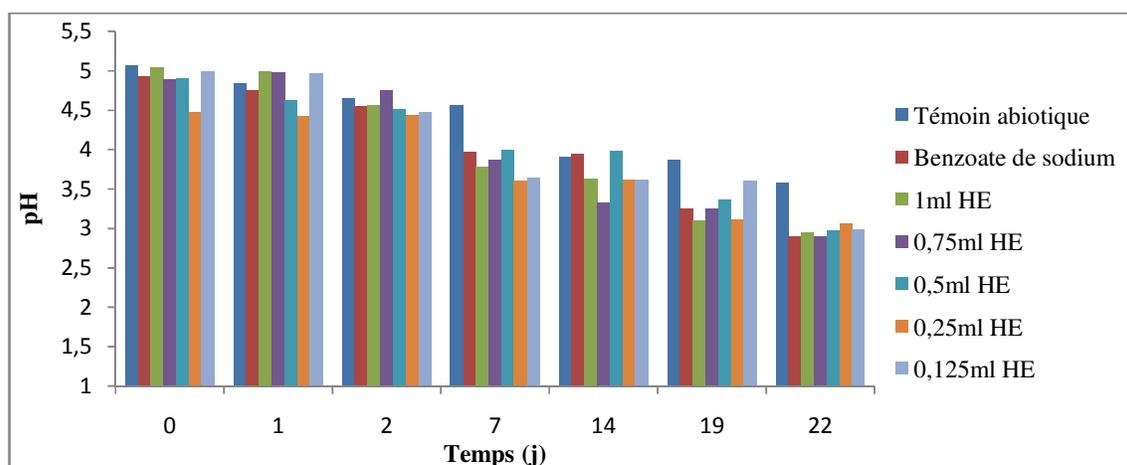


Figure 4 : Evolution du pH du jus d'orange au cours de la période de stockage.

La mesure du pH est l'un des paramètres les plus importants dans le contrôle de la qualité de toute denrée alimentaire. En outre, le pH est important lors de l'utilisation des régulateurs d'acidité (acide citrique ou autres) en tant qu'agents de conservation (Amiot *et al.*, 2002).

III.1.2. Effet sur l'acidité titrable

L'acidité titrable (TA) est une mesure de l'acidité totale en tant que valeur approximative. Cela signifie que l'acidité titrable donne la somme des protons libres et des acides non dissociés dans une solution. Mais, il s'agit d'une approximation de l'acidité totale

Résultats et discussion

car elle ne permet pas de mesurer toutes les espèces acides de la solution (l'acidité totale est une mesure plus précise). Pour le jus sujet à la présente étude, l'acidité titrable au moment de l'extraction du jus était de 1.03 g d'acide citrique/ 100mL de jus. En effet, cette acidité avait légèrement augmentée après l'addition des huiles essentielles, qui peuvent contenir des acides organiques contribuent ainsi à l'augmentation de l'acidité titrable (Figure 4).

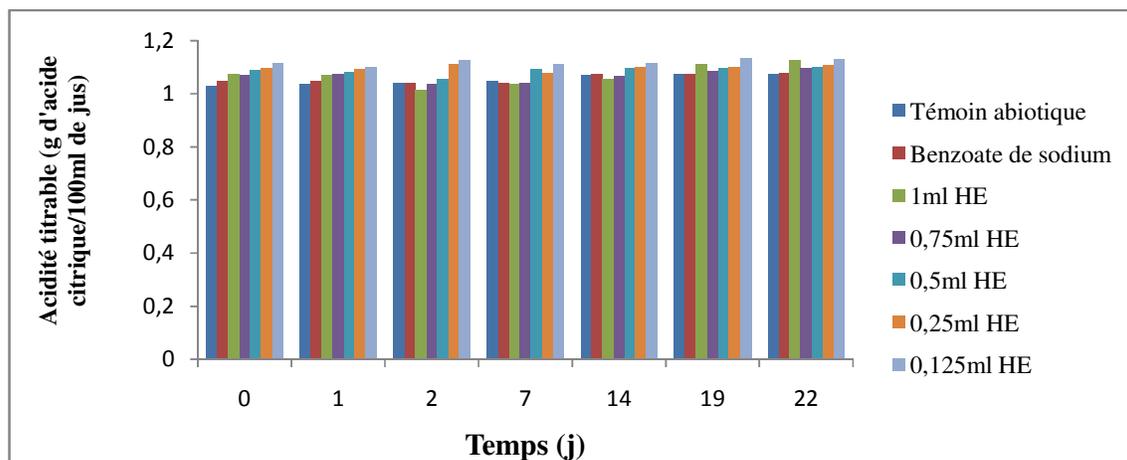


Figure 5: Evolution de l'acidité titrable du jus d'orange à différentes doses d'huiles essentielles pendant la période de conservation.

L'analyse de la figure (5), nous a permis de constater que l'addition d'huiles essentielles n'a aucun effet sur l'acidité titrable du jus d'orange. Des résultats similaires ont été rapportés pour des jus d'orange pasteurisés à l'aide d'un procédé à haute pression hydrostatique (**Bull et al., 2004**).

III.1.3. Effet sur l'indice de Cloud

L'addition d'huile essentielle au jus d'orange a provoqué une augmentation significative de l'indice de Cloud (figure 6). Les valeurs de cet indice étaient de 0,28, 0,36, 0,29, 0,39, 0,31, 0,33 et 0,37 pour le contrôle abiotique, benzoate de sodium, 1ml d'HE, 0,75ml HE, 0,5mlHE, 0,25mlHE et 0,125mlHE respectivement. Après 22 jours de stockage à 4-6°C les valeurs de l'indice de Cloud ont connus une nette augmentation à une dose d'huile essentielle de 0,75ml d'HE/ litre de jus.

L'indic de Cloud est lié à une suspension de particules composée de protéines, pectines, lipides, cellulose et hémicellulose et autres composants microscopiques (**Baker et Cameron, 1999 ; Klavons et Bennett, 1991**). il a été rapporté qu'un degré d'estérification

Résultats et discussion

de la pectine <36% est nécessaire pour qu'il y est une diminution de l'indice de Cloud (Baker, 1979).

Il a été rapporté que l'inactivation de la méthyl-pectine estérase (PME) est nécessaire pour que les valeurs de l'indice de Cloud soient stables. Dans la présente étude, l'augmentation des indices de Cloud indique que la PME n'a pas été inactivée par un ajout d'huile essentielle.

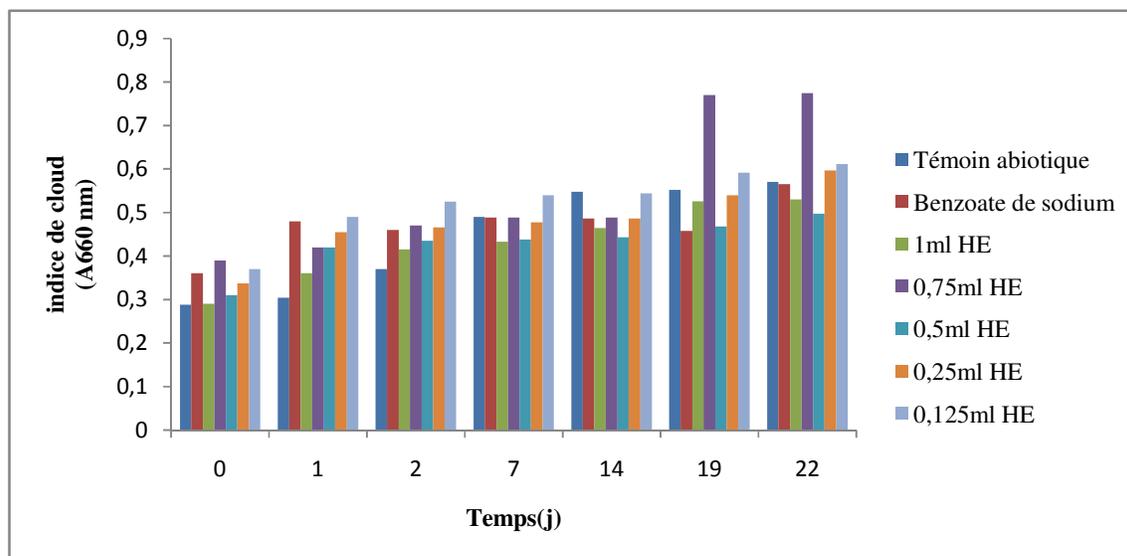


Figure 6 : Evolution de l'indice de Cloud à différentes doses d'huile essentielle.

III.1.4. Effet sur le degré Brix

L'effet de l'ajout d'huile essentielle de l'orangé sur le °Brix a été étudié et les résultats sont illustrés sur la figure (7).

A partir du graphique ci-dessous, nous remarquons que la teneur en sucre exprimée en ° Brix reste stable pendant toute la période de stockage. En effet, l'addition d'huile essentielle n'a aucun effet sur le taux de sucre dans le jus, de part sa composition de nature non glucidique.

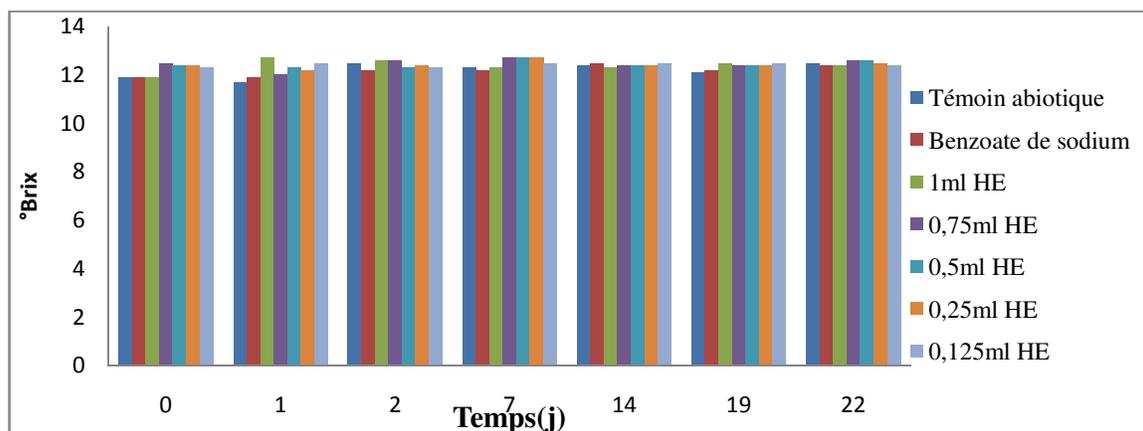


Figure 7 : Evolution du °Brix du jus d’orange au cours du temps à différentes doses d’huile essentielle.

D’après la littérature, l’évolution des teneurs en sucres pendant le stockage restait stable dans le jus conservé 14 semaines à des températures comprises entre 4 et 45°C.

III.1.5. Effet de l’addition d’huiles essentielles sur l’indice de brunissement d’un jus d’orange

L’indice de brunissement est l’un des paramètres indiquant le brunissement non enzymatique d’un jus d’orange. Les résultats illustrés sur la figure (8) ont montré que le brunissement non enzymatique a été ralenti suite à l’addition au jus du benzoate de sodium et d’huiles essentielles surtout à une dose de 1 ml d’HE/litre de jus à partir du septième jour de stockage.

Résultats et discussion

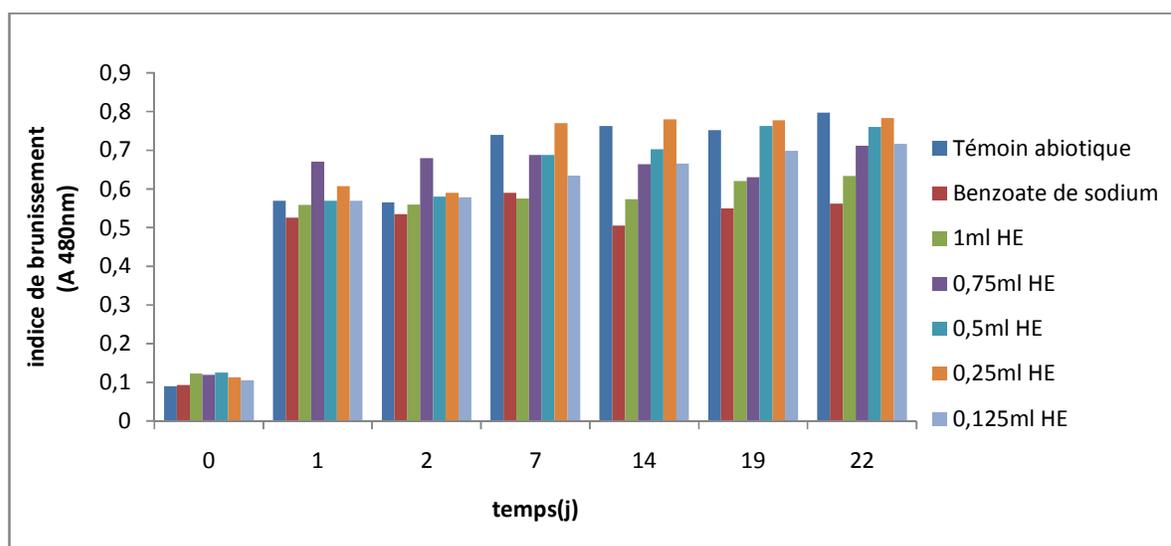


Figure8 : Evolution de l'indice de brunissement du jus d'orange au cours du temps à différentes doses d'huile essentielle.

III.2. Effet de l'addition d'huile essentielle à un jus d'orange sur ses qualités organoléptiques.

L'exploitation des questionnaires récupérés de chez les personnes ayant contribué à la réalisation de ce test nous a permis de tracer le tableauII.

Tableau II : Analyse sensorielle des jus.

Echantillon	Qualités organoléptiques	Note 09/10		Note 07/10		Note 06/10		Note 05/10	
		Note	%	Note	%	Note	%	Note	%
Témoin abiotique	Gout	13	43.3	10	33.33	7	23.33	0	0
	Odeur	13	43,3	14	46,66	3	10	0	0
	Couleur	13	43.3	15	50	2	6.66	0	0
	Aspect	14	46.66	12	40	4	13.33	0	0
	Saveur	7	23.33	17	56.66	6	20	0	0
	Flaveur	8	26.66	16	53.33	6	20	0	0
Benzoate de sodium	Gout	8	26.66	16	53.33	6	20	0	0
	Odeur	8	26.66	17	56.66	4	13.33	1	3.33
	Couleur	9	30	11	36.66	9	30	1	3.33

Résultats et discussion

	Aspect	6	20	14	46.66	10	33.33	0	0
	Saveur	7	23.33	12	40	11	36.66	0	0
	Flaveur	6	20	16	53.33	8	26.66	0	0
HE à 1ml d'extrait /l de jus	Gout	10	33.33	18	60	2	6.66	0	0
	Odeur	13	43.33	16	53.33	1	3.33	0	0
	Couleur	16	53.33	10	33.33	4	13.33	0	0
	Aspect	13	43.33	15	50	2	6.66	0	0
	Saveur	9	30	15	50	6	20	0	0
	Flaveur	14	46.66	9	30	7	23.33	0	0
HE à 0,75ml d'extrait /l de jus	Gout	14	46.66	9	30	7	23.33	0	0
	Odeur	14	46.66	11	36.66	5	16.66	0	0
	Couleur	15	50	9	30	6	20	0	0
	Aspect	15	50	7	23.33	8	26.66	0	0
	Saveur	17	56.66	9	30	4	13.33	0	0
	Flaveur	14	46.66	12	40	4	13.33	0	0
HE à 0,5ml d'extrait /l de jus	Gout	6	20	16	53.33	6	20	2	6.66
	Odeur	6	20	9	30	15	50	0	0
	Couleur	9	30	10	33.33	11	36.66	0	0
	Aspect	4	13.33	17	56.66	9	30	0	0
	Saveur	5	16.66	15	50	10	33.33	0	0
	Flaveur	3	10	10	33.33	17	56.66	0	0
HE à 0,25ml d'extrait /l de jus	Gout	4	13.33	10	33.33	12	40	4	13.33
	Odeur	4	13.33	10	33.33	14	46.66	2	6.66
	Couleur	9	30	8	26.66	10	33.33	3	10
	Aspect	6	20	10	33.33	14	46.66	0	0
	Saveur	7	23.33	9	30	7	23.33	7	23.33
	Flaveur	3	10	13	43.33	12	40	2	6.66
HE à 0,125ml d'extrait /l de jus	Gout	4	13.33	8	26.66	11	36.66	7	23.33
	Odeur	5	16.66	9	30	11	36.66	5	16.66
	Couleur	4	13.33	11	36.66	12	40	3	10
	Aspect	3	10	9	30	14	46.66	4	13.33
	Saveur	7	23.33	9	30	7	23.33	7	23.33
	Flaveur	8	26.66	12	40	7	23.33	3	10

Résultats et discussion

L'analyse du tableau ci-dessus nous a permis de tirer les observations suivantes :
L'incorporation de l'huile essentielle dans le jus d'orange, pour des concentrations de 0,125ml et 0,25ml, n'entraîne aucune différence significative de point de vue aromatisation, et donnent des produits classés indifféremment avec le témoin. Seul le taux d'incorporation de l'huile essentielle de 1ml et 0.75ml a marqué significativement le produit par rapport au témoin, dont elle a entraîné des modifications d'odeur et d'arôme toute en gardant les caractéristiques de la texture, de la couleur et du goût.



Conclusion

Conclusion et perspectives

L'effet de l'ajout des huiles essentielles sur la qualité organoleptique et sensorielle d'un jus d'orange fraîchement pressé et conservée à une température positive entre 4 et 6°C ont été étudiés.

Ce travail avait pour objectif de réaliser la fabrication d'un nouveau produit naturel qui est un jus de fruits naturel additionné d'huile essentielle des écorces de l'orange elle-même, suivi par mesure de quelques paramètres physico-chimiques : °Brix, pH, acidité titrable, indice de brunissement et l'indice de Cloud

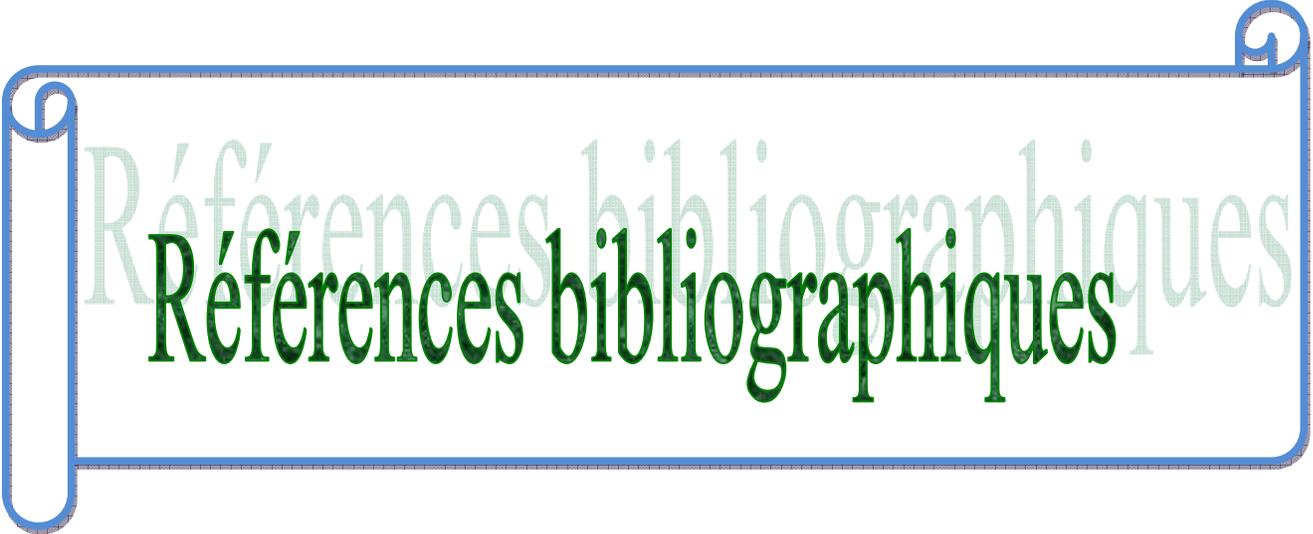
Des différences non significatives en ° Brix et l'acidité titrable (TA) ont été enregistrées. Cependant, des changements importants dans les valeurs de l'indice de brunissement du pH et de l'indice de Cloud ont été observés

Les résultats des analyses sensorielles montrent que l'incorporation de l'huile essentielle dans le jus d'orange, pour des concentrations de 0,125ml et 0,25ml, n'entraîne aucune différence significative de point de vue aromatisation, et donnent des produits classés indifféremment avec le témoin. Seul le taux d'incorporation de l'huile essentielle de 1ml et 0.75ml a marqué significativement le produit par rapport au témoin, dont elle a entraîné des modifications d'odeur et d'arôme tout en gardant les caractéristiques de la texture, de la couleur et du goût

D'après l'ensemble de ces résultats, nous pouvons conclure que l'HE de l'écorce de l'orange semble être plus approprié comme agent aromatique dans les jus de fruits.

Comme perspective, au long de notre travail on a remarqué plusieurs difficultés et obstacles tels que la non disponibilité des laboratoires, le matériel suffisant pour faire les manipulations et c'était prévu de faire une étude microbiologique mais malheureusement on n'a pas pu à cause de la non disponibilité des matériels tel que le gélose, les boîtes de pétrie et la contamination globale de laboratoire.

À l'échelle industrielle, le dispositif Clevenger n'est pas suffisant pour extraire une grande quantité de l'huile essentielles pour une grande quantité de jus. Donc il faut adapter le dispositif.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- 1-Amiot J., Fournier s., Lebeuf Y., Paquin P et Simpson R. (2002).** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologie et technique d'analyse du lait. In Science et Technologie du lait. Transformation du lait. Ed. Ecole polytechnique de Montréal. PP : 1-6
- 2-Bakkali, F.,Averbeck,S.,Averbeck,D.,andIdaomar,M.(2008).**Biological effects of essential oils – a review. *FoodChem.Toxicol.* 46, 446–475.doi: 10.1016/j.fct.2007.09.106.
- 3-Bekhechi, C., Abdelouahid, D. (2010).** Les huiles essentielles, office des publications universitaires, Edition 1. 04.5145.
- 4-Belaiche P. (1979)** - Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. Tome 1 : l'aromatogramme .éd. Maloine. Paris.
- 5-Bruneton J. (1999)** - Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3ème édition, Ed. TEC et DOC, Paris.
- 6-Bruneton, J. (2009).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 4eme Edition. Ed.*Tecet Doc*, Lavoisier, Paris.
- Carette D. (2000), A.S. La Lavande et son Huile Essentielle. Ph.D. Thesis, Université Lille 2, Lille, France.
- 7-Baker, R.A., & Cameron, R.G. (1999).** Clouds of citrus juices and juice drinks. *Food Technology*, 53 (1), 64-69.
- 8-Barbosa-Canovas, G. V.; Gould, G. W. InnoVation in Food Processing;** Technomic Publishing: Lancaster, PA, 2000.
- 9-Boubrit, S. et Boussad, N. (2007).** Détermination "in vitro " du pouvoir antibactérien des huiles essentielles d'eucalyptus, myrte, clous de girofle et sarriette, et leur application à la conservation de la viande fraîche type hachée. Mémoire d'ingénieur d'état en biologie, option : Control de qualité et analyses. Université Mouloud Mammeri, faculté des Sciences de la nature et de la vie, Tizi-Ouzou.
- 10-Boukhiar, (2009).**Analyse du processus traditionnel d'obtention du vinaigre de dattes tel qu'applique au sud algérien ; essai d'optimisation, thèse de magister de Technologie Alimentaire Université de boumerdes, faculté des sciences de l'Ingénieur. Boumerdes. PP : 144.
- 11-Chami F. (2005).** Evaluation *in vitro* de l'action antifongique des huiles essentielles d'origan et de girofle et de leurs composés majoritaires *in vivo* application dans la prophylaxie et le traitement de la *Candidose Vaginale* sur des modèles de rat et de souris

immunodeprimés. *Thèse de doctorat*, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah. Fès, Maroc, 266 p.

12-Chemat, F., Lucchessi, M, E. (2005). Extraction assistée par microonde des huiles essentielles et des extraits aromatique, *J. Soc. Ouest-Afr. Chim*, 020 ; 77-99.

13-Cosentino S., Tuberoso C.I.G., Pisano B., et al. (1999). *In-vitro* antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian Thymus essential oils. *Lett Appl Microbiol.* 29, pp.130–35

14-Couderc, V. L. (2001). Toxicité des huiles essentielles, thèse doctorat. Ecole national vétérinaire, Tou 3-4106.

15-Cristiani M., D'Arrigo M., Mandalari G., Castelli F., Sarpietro M.G. et Micieli D.(2007). Interaction of four monoterpenes contained in essential oils with model membranes: Implications for their antibacterial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, pp. 6300-6308

16-Cheriot, S.C., Billaud, C., & Nicolas, J. (2006). Use of experimental design methodology to prepare Maillard reaction products from glucose and cysteine inhibitors of polyphenol oxidase from eggplant (*Solanum melongena*). *J Agric Food Chem*, 54: 5120-5126.

17-Caillet S. & Lacroix M.,(2007), « Les huiles essentielles : leurs propriétés antimicrobiennes et leurs applications potentielles en alimentaire », *INRS -Institut Armand-Frappier, (RESALA)*, P : 1 - 8.

18-E. N. Marieb(1993). "Anatomie et Physiologie Humaines", 2em Ed., DeBoeck Université, 1993, Bruxelles, ISBN: 2-8041-1834-7.

19-Fadil, M., Farah, A., Ihssan, B., Halouni, T., Rachiq, S. (2015).Optimisation des paramètres influençant l'hydrodistillation de *Rosmarinus officinalis* L. par la méthodologie de surface de réponse.*J. Mater. Environ. Sci.*6 (8)2346-2357. P 12.

20-Fernandez, X., Chemat, F. (2012). La chimie des huiles essentielles tradition

21-Fisher, K., Phillips, C. (2008). Kaloustian, J.,Minaglou, F, H, (2012).La connaissance des huiles essentielles : qualilogie et aromathérapie. Entre science et tradition pour une application médicale raisonnée. Springer-verlag France paris.

22-Franchomme, P.; Pénéol, D. (1990). L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Roger Jallois éditeur. Limoges. 445 p.

23-Guba, R.(2001). Toxicity myths - essential oils and their carcinogenic potential. *Int. J. Aromather.* 11, 76-83.

24-Guenther, E. (1948). The Essential Oils; D. Van Nostrand Company Inc.: New York, NY, USA, p. 427.

25-Grysole J. (2005) : Huiles essentielles: de la plante à la commercialisation - Manuel pratique. 140-162.

26-Guignard J.L. (2000) – Biochimie végétale. 2ème Ed. De l'abrégé Dunod, Paris, pp.177-185.

27-Holley R.A., Patel, D.(2005). Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiol.* 22(4) pp. 273–292

28-Homburger, F.; Boger, E. (1968). The carcinogenicity of essential oils, flavors and spices: A review. *Cancer Res.* 28, 2372-2374.
innovation .Ed Vuibert, Paris.

29-Kim, S.G.; Liem, A.; Stewart, B.C.; Miller, J.A. (1999). New studies on trans-anethole oxide and trans-asarone oxide. *Carcinogenesis.* 20,1303-1307.

30-Klavons, J.A., Bennett, R.D., & Vannier, S.H. (1991). Nature of the protein constituent of commercial orange juice cloud. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 39 (9), 1545-1548.

31-Klavons, J.A., Bennett, R.D., & Vannier, S.H. (1992). Stable clouding agent from isolated soy protein. *Journal of Food Science,* 57(4), 945-947.

32-Kaanane A., Kane D., Labuza T.P. (1999). Time and temperature effect on stability of Moroccan processed orange juice during storage. *Journal of Food Science,* 53 (5): PP: 1470-1473.

33-Lamarti A., Badoc A., Deffieux G., et Carde J .P. (1994) - Biogénèse des monoterpènes I-localisation et sécrétion. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux,* 133 :69-78.

Laouer H. (2004) -Inventaire de la flore médicinale utilisée dans les régions de Sétif, de Bejaia, de Msila et de Djelfa, composition et activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Ammoides pusilla* et de *Magydaris pastinacea*. Thèse de Doctorat d'état, Département de Biologie, Faculté des sciences, UFA de Sétif.

34-Mayer G.B.(1989). Produits PFI- CO₂, une nouvelle génération de produits pour l'alimentation extraits au CO₂. *Industries Agro-Alimentaires,* 847-853.

35-Meydav, S.; Saguy, I.; Kopelman, I. J. Browning determination in citrus products. *J. Agric. Food Chem.* 1977, 25, 602–604.

36-Mizrahi, S., & Berk Z. 1970. Physico-chemical characteristics of orange juice cloud. *Journal of the Science of Food and Agriculture,* 21, 250-253.

- 37-Naganuma, M.; Hirose, S.; Nakayama, Y.; Nakajima, K.; Someya, T. (1985).** A study of the phototoxicity of lemon oil. *Arch. Dermatol. Res.* 278, 31-36.
- 38-Oussalah M., Caillet S., Saucier L., Lacroix M. (2006).** Mechanism of action of Spanish oregano, Chinese cinnamon, and savory essential oils against cell membranes and walls of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Protection*, 69 (5), pp. 1046-1055
- 39-P. DEBAUCHE(2008).** "Guide pratique d'Aromathérapie chez l'animal de compagnie: Comment soigner les chiens et les chats avec des huiles essentielles", Edition Inspir, Luxembourg, 2008, ISBN: 2-919905-39-2.
- 40-Paris M.et Hurabielle M. (1981) –** Abrégé de matière médicale (pharmacognosie) Tome. Ed. Masson, p.339.
- 41-Pibiri M. C. (2006) -** Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles. Thèse Doctorat, EPFL Lausanne, p.161.
- 42-Pierre Franchomme, Roger Jollois, Daniel Péroël(2001)** "l'aromathérapie exactement: Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des extraits aromatiques", Editions Roger Jollois, ISBN: 2-87819-001-7.
- 43-Rahal S. (2004) -** Chimie des produits naturels et des êtres vivants. O.P.U. Edition. p.162.
- 44-RAYNAUD, J. (2006).** Prescription et conseil en aromathérapie Editions Lavoisier.
- 45-Redd, J. B.; Hendrix, C. M.; Hendrix, D. L.** Quality Control Manual for Citrus Processing Plants, Book 1; Intercity: Safety Harbor, FL, 1986.
- 46-Sikkema J., De Bont J.A.M., Poolman B. (1995).** Mechanism of membrane toxicity of hydrocarbons. *Microbiol. Rev.*, 59, pp. 201–22
- 47-Smith, C.K.; Moore, C.A.; Alahi, E.N.; Smart, Â.T.; Hotchkiss, S.A. (2000).** Human skin absorption and metabolism of the contact allergens, cinnamic aldehyde and cinnamic alcohol. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 168,189-99.
- 48-Souza E.L., Guerr N.B., Stamford T.L.M. and Lima E.O. (2006).** Spices: alternative sources of antimicrobial compounds to use in food conservation. *Rev. Bras. Farm.*, 87 (1), pp. 22-25
- 49-Svoboda K. P. and Hampson J. B. (1999) –** Bioactivity of essential oils of selected temperate aromatic plants: antibacterial, antioxidant, anti-inflammatory and other related pharmacological activities. <http://www.csl.gov.uv/ienica/seminars/>
- 50-Scott, W.C., Kew, T.J., & Veldhuis, M.K. (1965).** Composition of orange juice cloud. *Journal of Food Science*, 30, 833-837.

51-Tongnuanchan, P., Benjakul, S. (2014). Essential oil: extraction, bioactivities, and their uses for food preservation. Concise review in food science.

52-Venturini, N. (2012). Contribution chimique à la définition de la qualité : exemples Des spiritueux de myrte (*Myrtus communis L*) et de cédrat (*Citrus medica L*) de Corse. Thèse doctorat en chimie. Ecole doctorale environnement et société UMR CNRS 6134 (SPE). P 242.

53-Versteeg, C.; Rombouts, F. M.; Spaansen, C. H.; Pilnik, W. Thermostability and orange juice cloud destabilizing properties of multiple pectinesterases from orange. *J. Food Sci.* **1980**, *45*, 969–72.

54-Wiseman, R.W.; Miller, E.C.; Liem, A. (1987). Structure-activity studies of the hepatocarcinogenicities of alkenylbenzene derivatives related to estragole and safrole on administration to preweanling male C57BL/6J x C3H/HeJ FI mice. *Cancer Res.* *47*, 2275-2283.

55-Wuryatmo, E., Klieber, A., and Scott. E.S. (2003). Inhibition of *citrus* postharvest pathogens by vapor of citral and related compounds in culture. *J. Agric. Food Chem.*, *51*, pp .2637–40

56-Y. Cohen, C. Jacquot(2008). "Pharmacologie: Abrégés", 6^{em} Ed., Ed. MASSON, 2008, Issy-les-Moulineaux (B), ISBN: 978-2-294-08900-8.

Normes

Association Française de Normalisation (AFNOR). (2000). Huiles Essentielles, Tome 2, Monographies Relatives Aux Huiles Essentielles, 6th ed; AFNOR, Association Française de Normalisation: Paris, France.

Norme AFNOR NF T 75-001, 1996.

Norme NF 75-002, 1996.

Plan de travail

Introduction	
I. Les huiles essentielles	3
I.1 Historique, définition, caractéristique et localisation	3
I.2. Composition chimique.....	3
I.2.1. Les composés terpéniques.....	4
I.2.1.1. Les monoterpènes	4
I.2.1.2. Les sesquiterpènes	5
I.2.1.3. Les composés aromatiques dérivés du phenylpropane	5
I.2.1.4. Les composés d'origines diverses.....	5
I.3. Conditions de conservation et de stockage	6
I.4. Réglementation.....	6
I.5. La toxicité des huiles essentielles.....	7
I.6. Modes d'extraction.....	8
I.6.1. Hydrodistillation.....	8
I.6.2. Entraînement à la vapeur d'eau	8
I.6.3. Expression ou pressage à froid	8
I.6.4. Extraction par les solvants	8
I.6.5. L'extraction par solvant assistée par micro-ondes	8
I.6.6. Extraction par le CO ₂ à l'état supercritique	9
I.7. Propriétés physico-chimiques	9
I.8. Principales propriétés des huiles essentielles.....	9
I.8.1. Propriétés thérapeutiques des huiles essentielles	9
I.8.2. Mécanismes de l'action antimicrobienne des huiles essentielles	14
I.9. Principales utilisation des huiles essentielles.....	15
I.9.1. En pharmaceutique	15
I.9.2. En parfumerie	15
I.9.3. Utilisation en agro-alimentaire	15
II. Matériel et méthodes.....	19
II.1. Préparation des échantillons	19
II.2 Analyses physicochimiques des échantillons	21
II.2.1. Détermination du pH	21
II.2.2. Détermination de l'acidité titrable.....	21
II.2.3. Indice de Cloud	21
II.2.4. Détermination du degré Brix (°Brix).....	22
II.2.5. Indice de brunissement (BI).....	22
III. Evaluation sensorielle	23

III.1.test de dégustation.....	23
III. Résultats et discussion	25
III.1. Effet de l'addition d'huiles essentielles sur les indices physico-chimiques d'un jus d'orange	25
III.1.1. Effet sur le pH.....	25
III.1.2. Effet sur l'acidité titrable.....	25
III.1.3. Effet sur l'indice de Claud.....	26
III.1.4. Effet sur le degré Brix	27
III.1.5. Effet de l'addition d'huiles essentielles sur l'indice de brunissement d'un jus d'orange	28
III.2. Effet de l'addition d'huile essentielle à un jus d'orange sur ses qualités organoléptiques.	29
Conclusion et perspective.....	33
Références bibliographiques.....	35



Annexe

Questionnaire consommateurs

Appréciation	échantillons	9	7	6	5	3	1
Goût	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
Appréciation	échantillons	9	7	6	5	3	1
Odeur	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
Appréciation	échantillons	9	7	6	5	3	1
couleur	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
Appréciation	échantillons	9	7	6	5	3	1
aspect	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
Appréciation	échantillons	9	7	6	5	3	1
Saveur	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
Appréciation	échantillons	9	7	6	5	3	1
Flaveur	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						



Université de Mouhamed El Bachir El Ibrahimi
Faculté de sciences de la nature et de la vie
Département de biologie
Master II Qualité des produits et sécurité alimentaire

Dans le cadre de préparation du mémoire du master en qualité des produits et sécurité alimentaire sous le thème : Essai d'amélioration de la qualité nutritionnelle et organoleptique d'un jus de fruit par ajout d'huiles essentielles.

Nous avons préparé un jus d'orange au quel un extrait d'huiles essentielles a été rajouté afin d'améliorer ses qualités organoleptiques. Veuillez svp nous apporter de l'aide pour la réalisation de ce travail en dégustant le produit et donner votre appréciation en remplissant le questionnaire suivant :

Teste hédonique à 9 point

- 9-Extrêmement agréable**
- 7-Très agréable**
- 6-Agréable**
- 5-Ni agréable, ni désagréable**
- 3-Désagréable**
- 1-Très désagréable**