



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID - TLEMCCEN

MEMOIRE

Présenté à :

FACULTE DES SCIENCES – DEPARTEMENT DE CHIMIE

Pour l'obtention du diplôme de :

MASTER EN CHIMIE

Spécialité : Chimie des Produits Naturels

Par :

Mr RAHMOUN Mohammed – Younes
M^{elle} SALMI Fatima - Zohra

Sur le thème

Formulation des arômes pour l'industrie agroalimentaire, cosmétique et pharmaceutique

Soutenu publiquement le **19 juin 2023** à Tlemcen devant le jury composé de :

Mr ARRAR Zoheir	Professeur	Université de Tlemcen	Président
Mr DIB Mohammed El Amine	Professeur	Université de Tlemcen	Encadrant
Mr SELLES Chaouki	Professeur	Université de Tlemcen	Examineur
Mr BENSALD Okkacha	Professeur	Université de Tlemcen	Co-encadrant
Mme MERABET Yasmine	Ingénieur	Entreprise FRUIT-OR	Examinatrice
Mr SARI HASSOUN Zakaria	Docteur	Centre I2E	Examineur

Année Universitaire : 2022 ~ 2023

Dédicace

À nos parents qui ont été nos piliers et nos guides tout au long de ce voyage académique, cette dédicace est un témoignage de notre gratitude éternelle. Votre soutien inconditionnel, vos encouragements sans faille et vos sacrifices inestimables ont été la force motrice derrière notre persévérance et notre réussite. Ce mémoire est le reflet de l'amour et de l'éducation que vous nous avez prodigués, et il vous est dédié avec tout notre amour.

À nos sœurs et frères, qui ont partagé avec nous des moments de joie, de complicité et de soutien, cette dédicace est une expression de notre reconnaissance pour votre présence constante dans nos vies. Vos encouragements, vos conseils avisés et votre amour inconditionnel ont été des sources d'inspiration inestimables tout au long de ce parcours académique.

Remerciement

Tout d'abord, nous remercions « الله » qui nous a donné la force et le courage pour faire ce travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers notre encadrant « **Pr DIB Mohammed El Amine** », qui a joué un rôle déterminant dans la réalisation de notre mémoire. Votre expertise, votre soutien inébranlable et vos conseils avisés ont été d'une importance cruciale tout au long de ce projet.

Nous tenons à exprimer notre gratitude envers notre Co-encadrant « **Pr Bensaid Okkacha** ».

Nous souhaitons également adresser nos remerciements les plus chaleureux à « **Pr Lachachi Wassila** » et à « **Pr Berbar Wafaa** ». Votre accompagnement tout au long de notre mémoire a été exemplaire.

Nous souhaitons également exprimer notre sincère gratitude envers toute l'équipes du centre de i2E pour son précieux soutien et les formations qu'il nous a fournies tout au long de notre parcours.

Nous tenons également à exprimer notre gratitude envers tous nos professeurs, qui nous ont transmis leurs connaissances et nous ont poussés à nous dépasser. Votre engagement envers notre apprentissage a été une source d'inspiration et nous vous remercions pour votre impact positif sur notre parcours académique.

Nous sommes également reconnaissants envers les laboratoires **LASNABIO COSNA** et **LCSCO**, Un grand merci pour leur précieuse collaboration dans notre projet de recherche

Nous souhaitons exprimer notre sincère gratitude à l'entreprise « **Fruï Or** » pour avoir tester nos produits dans leur délicieuse confiture.

Nous tenons à remercier chaleureusement notre binôme, notre collaboration a été un véritable moteur de motivation et de réussite notre rigueur dans la recherche, notre analyse critique et notre précision ont été exemplaires, nos efforts inlassables, notre contribution remarquable ont été des éléments clés de notre réussite commune

Nous tenons à exprimer notre gratitude et notre appréciation à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire. Votre soutien, vos encouragements et votre confiance ont été des moteurs puissants tout au long de notre parcours.

Liste des abréviations

Ans	Années
%	Pourcentage
KMnO ₄	Permanganate de potassium
CH ₃ COOH	Acide acétique
H ₂ SO ₄	Acide sulfurique
R	Le rendement
ρ	La masse volumique
M	La masse
M	La masse molaire
V	Volume
D	Densité
HCl	Chlorure d'hydrogène
NaCl	Chlorure de sodium
CPG/SM	Chromatographie en phase gazeuse- spectrométrie de masse
C ₅ H ₁₂ O	Alcool isoamylique
NaHCO ₃	Hydrogène carbonate de sodium
MgSO ₄	Sulfate de magnésium
g	Gramme
IR	Infrarouge
RMN ¹ H	Résonance magnétique nucléaire du proton
L	Litre
ml	Millilitre
ppm	parties par millions

Sommaire

Chapitre 1 : Partie bibliographique

I. Généralités sur les arômes	3
I.1. Définition d'un arôme.....	3
I.2. Historique des arômes	3
I.3. La chimie des arômes.....	3
I.4. Perception des arômes	3
II. La perception des saveurs	4
III. Les différentes étapes pour la création d'un arôme	5
IV. Composition d'un arôme	5
IV.1 Les groupes osmophores	5
V. Les différents types d'arômes	6
V.1. L'arôme naturel.....	6
V.2 L'arôme identique naturel	6
V.3 L'arôme artificiel.....	7
VI. L'utilisation des arômes	7
VI.1. Utilisation dans l'alimentaire.....	7
VI.2 Utilisation dans la cosmétique	8
VI.3 Utilisation dans la pharmacie	8
VII. Analyses et contrôle de qualité des arômes	8
VII.1 Analyses des arômes	8
VII.1.1 Le couplage CPG/SM :	9
VII.1.2 La chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC).....	9
VII.2 Contrôle de qualité des arômes	9
IX. Les différentes méthodes d'obtention d'arômes :.....	10
IX.1 Techniques conventionnelles d'extraction.....	10
IX.2 Extraction par des techniques innovantes	11

Chapitre 2 : Partie expérimentale

Partie A : Arômes naturels	13
I. Introduction	13
II. Extraction assistée par micro-onde	13
II.1 Produits et matériels	13
II.1.2 Matière première et produits utilisés	13
Tableau 1 : Matière première et produits utilisés dans la méthode d'extraction de micro-onde.	Error! Bookmark not defined.
II.2 Matériels	13

II.3 Réalisation	13
II.4 Mode opératoire :	13
III. Extraction liquide solide par soxhlet	14
III.1 Produits et matériels	14
III.1.1 Matière première et produits utilisés.....	14
III.2 Mode opératoire :	15
III.2.1 Préparation de la poudre de fruit	15
III.2.2 Extrait des fruits choisis :.....	16
III.3 Calcul de rendement	16
IV. Macération.....	16
IV.1 Produits et matériels	17
IV.1.1 Matière première et produits utilisés	17
IV.2 Matériels.....	17
IV.3 Réalisation.....	17
V. Caractérisation des arômes naturels.....	17
Partie B : Arômes de synthèse.....	18
I. Introduction :	18
II. La méthode de synthèse.....	18
II.1 Chauffage à reflux.....	18
III. Réalisation	18
IV. Synthèse de l'éthanoate d'isoamyle.....	19
IV.1 Produits et matériels	19
IV.1.1 Produits utilisés	19
IV.1.2 Matériels	19
V. Estérification de l'arôme	19
VI. Purification de l'arôme.....	20
Premier lavage à l'eau salée	20
VII. La densité	22
VIII. Rendement de la synthèse	22
IX. Papier et testeurs de pH.....	22
Chapitre 3 : Résultats et Discussion	
Partie A : Arômes naturels.....	24
I. Extraction assistée par micro-onde	24
I.1 Discussion de l'absence de résultats	24
II. Extraction solide-liquide des arômes (Soxhlet).....	24

II.1 Extrait de l'arôme de fraise	25
II.1.1 Caractéristiques organoleptiques d'extraits de fraise	25
II.1.2 Rendement et temps d'extraction.....	25
II.1.3 Composition chimique de la partie volatile d'arôme de fraise.....	26
II.1.4 L'utilisation de l'extrait naturel de fraise dans la fabrication de confiture industrielle	27
II.1.5 Création d'un arôme naturel de fraise commerciale à partir de l'extrait :.....	28
II.2 Extrait de l'arôme d'orange.....	28
II.2.1 Caractéristiques organoleptiques d'extraits d'orange	28
II.2.2 Rendement et temps d'extraction.....	28
II.2.3 Composition chimique de la partie volatile de l'extrait d'orange	28
Partie B : Arômes de synthèse.....	30
I. Introduction	30
II. Contrôle de qualité des produits de synthèse.....	31
III.1 Arôme de banane « Ethanoate d'isoamyle »	31
III.1.1 Analyse spectre RMN ¹H d'arôme de banane « Ethanoate d'isoamyle ».....	32
III.2 Arôme de pomme « Ethanoate de butyle »	34
III.2.1 Analyse spectre RMN ¹H d'arôme de pomme « Ethanoate de butyle »	34
III.2.2 Analyse spectre IR d'arôme de pomme « Ethanoate de butyle »	35
III.3. Arôme de la lavande	36
III.3.1. Analyse RMN ¹H et IR de l'arôme de la lavande « Ethanoate de linalyle ».....	36
IV. pH.....	37
V. Création d'une pâte d'arôme alimentaire.....	37
Références bibliographiques	41

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Matière première et produits utilisés dans la méthode d'extraction de micro-onde.	13
Tableau 2 : Matière première et produits utilisés dans la méthode d'extraction liquide solide.	14
Tableau 3 : Matière première et produits utilisés dans la méthode de macération.	17
Tableau 4 : Les différents arômes réalisées au laboratoire.	18
Tableau 5 : Produits utilisés dans la synthèse.	19
Tableau 6 : La densité des produits de synthèse utilisés.	22
Tableau 7 : Caractéristiques organoleptiques de l'extrait de fraise étudiée.	25
Tableau 8 : Composition chimique de la partie volatile d'arôme de fraise.	26
Tableau 9 : Caractéristiques organoleptiques de l'extrait de l'orange étudiée.	28
Tableau 10 : Composition chimique de la partie volatile de l'arôme d'orange.	29
Tableau 11 : Données spectrales RMN 1H « éthanoate d'isoamyle ».	33
Tableau 12 : Données spectrales RMN 1H « éthanoate de butyle ».	35

Liste des figures

Figure 1 : Gousse de vanille verte.....	6
Figure 2 : Arôme en pate identique au naturel.....	6
Figure 3 : Arome artificiel barbe à papa.....	7
Figure 4 : Montage d'extraction assistée par micro-onde.....	14
Figure 5 : Montage de l'extracteur soxhlet.....	15
Figure 6 : Fraises déshydratés.....	15
Figure 7 : Poudre de fraise.....	16
Figure 8 : Macération de la poudre de fraise..	17
Figure 9 : Montage du chauffage à reflux	20
Figure 10 : Le deuxième lavage.....	21
Figure 11 : Echantillon d'ester.....	21
Figure 12 : Mesure du pH.....	22
Figure 13 : Micro-ondes Milestone ETHOS 1600.....	24
Figure 14 : Dépôt de sucre fraise.....	25
Figure 15 : Chromatogramme de l'analyse CPG/SM de l'extrait à l'éther de fraise.....	27
Figure 16 : Confiture de fraise industrielle à base d'extrait naturel.....	27
Figure 17 : Chromatogramme de l'analyse CPG/SM de l'extrait à l'éther d'orange.....	30
Figure 18 : Spectre RMN ¹ H de l'éthanoate d'isoamyle.....	32
Figure 19 : Spectre infrarouge de l'éthanoate d'isoamyle.....	33
Figure 20 : Spectre RMN ¹ H de l'éthanoate de butyle.....	34
Figure 21 : Spectre infrarouge d'éthanoate de butyle.....	35
Figure 22 : Spectre RMN ¹ H de l'éthanoate de butyle l'éthanoate de linalyle.....	36
Figure 23 : Spectre infrarouge de l'éthanoate de linalyle.....	36



Introduction générale

Introduction générale

Tous les aliments sont constitués de protéines, de lipides, de glucides, de sels minéraux et de vitamines, mais aucun de ces éléments ne contribue directement au goût de la nourriture. En effet, la perception gustative des aliments est le résultat d'une combinaison de composés volatils odorants. Le corps humain peut discerner ces composés de deux manières : par voie nasale directe, correspondant à l'odeur, ou par voie rétro nasale, lorsqu'un aliment est dans la bouche, créant ainsi une sensation d'arôme [1].

L'utilisation des arômes dans le monde culinaire ainsi que l'industrie alimentaire, cosmétique et pharmaceutique est très répandue, que ce soit pour améliorer le goût, l'odeur ou l'apparence des produits. Ces arômes peuvent être naturels, synthétiques ou une combinaison des deux [1].

Les arômes naturels sont des extraits de plantes, d'épices ou de fruits, qui sont obtenus à partir d'un procédé d'extraction [7]. Les arômes synthétiques sont, quant à eux, fabriqués à partir de molécules chimiques. La synthèse de ces molécules peut être complexe et nécessite souvent des connaissances approfondies en chimie [8].

Le but de ce mémoire est de contribuer à la réussite d'une entreprise algérienne qui se consacre à la formulation d'arômes naturels et identiques au naturel pour les proposer au marché en visant les différents types de clients.

Dans ce contexte, nous allons pour cela étudier les différentes méthodes d'extraction et de synthèse des arômes naturels et identiques au naturel. Dans la première partie de ce mémoire, nous présenterons une revue de la littérature sur les arômes, en mettant l'accent sur les méthodes d'extraction et de synthèse des arômes naturels et identiques au naturel.

Dans la deuxième partie, nous décrirons les expériences que nous avons menées pour formuler des arômes naturels et identiques au naturel, en utilisant différentes méthodes d'extractions.

Dans la troisième partie de ce mémoire, nous présentons les analyses de la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG/SM) réalisées sur les arômes naturels et les analyses de la spectroscopie de résonance magnétique nucléaire (RMN ^1H) et l'analyse infrarouge sur les arômes synthétiques obtenus au laboratoire afin de vérifier leurs puretés.



Partie Bibliographique

I. Généralités sur les arômes

I.1. Définition d'un arôme

Un arôme est un ensemble de composés volatils libérant une odeur ayant une teneur le plus souvent forte. Ce dernier est lié à des sensations perçues par l'organe de l'olfaction via la voie retro nasale lors de la prise d'un aliment contenant des molécules qui partagent le plus souvent des propriétés physico-chimiques. La perception de ces composés se fait à la fois par voie nasale et gustative. Pour le consommateur, l'arôme peut se résumer en deux mots soit « c'est bon » ou « c'est mauvais ». Pour l'aromaticien, c'est astucieux, voir artistique [1].

I.2. Historique des arômes

L'histoire des arômes a commencé il y a plus de 4000 ans avant notre ère en Asie. Le premier à cueillir du poivre pour améliorer son riz fut le précurseur de la course aux arômes et la quête de nouvelles saveurs permettant d'embellir sa nourriture de base. A la fin du moyen âge un tiers des recettes préparées à cette époque comportait du safran. Les épices et le poivre ont été utilisés comme une monnaie à part entière. Ce n'est qu'au XIX^e siècle qu'on a eu une véritable explosion de l'utilisation des différents arômes dans l'alimentation [1].

I.3. La chimie des arômes

La chimie des arômes est une science qui étudie les composés chimiques qui confèrent aux aliments et aux boissons le goût et l'odorat. Les arômes peuvent se présenter sous différentes formes : les extraits de plantes, les épices, les fruits, les fleurs ou encore de nombreux aliments [1]. La chromatographie en phase gazeuse (CPG) et la spectrométrie de masse (SM) ont permis l'identification de plusieurs milliers de molécules dans les aliments. La chimie des arômes est une science qui est utilisée dans plusieurs domaines notamment : l'industrie agroalimentaire, la pharmacie et la parfumerie [1]. Les arômes sont classés en fonction de leurs émissions volatiles. A ce propos on distingue à titre d'exemple les senteurs suivantes :

- Les arômes aromatiques (amande, camphre, citron)
- Les arômes balsamiques (lilas, vanille)
- Les arômes musqués, alliés (1-propenyl sulfonate) cacodylique (triméthylamine)

I.4. Perception des arômes

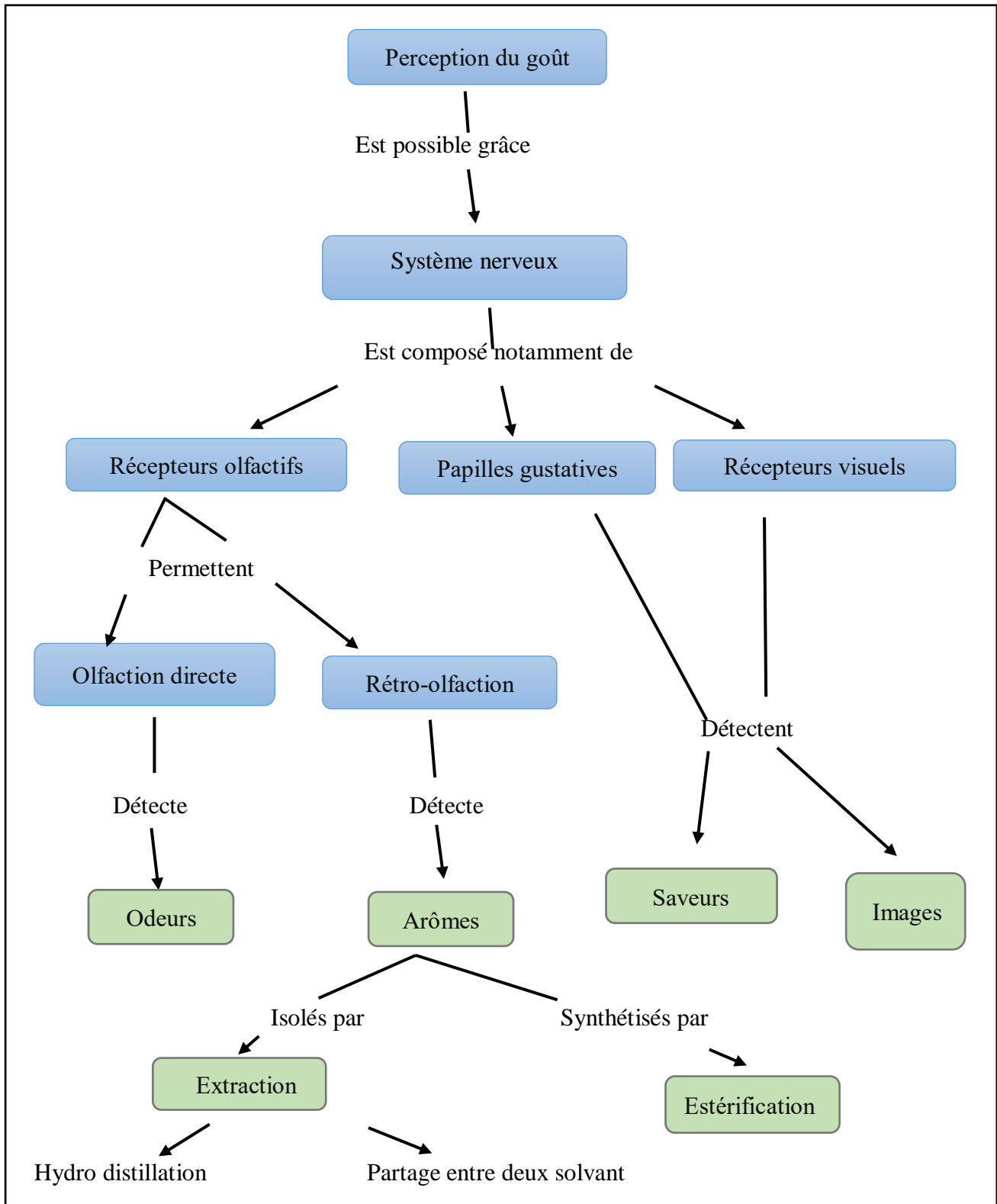
La perception des composés volatils d'un aliment se fait selon deux manières [2], la voie nasale grâce à l'odeur et la voie retro nasale correspondant à la saveur de la bouche.

Chapitre 1 : Partie bibliographique

II. La perception des saveurs

La saveur est perçue au niveau de la région retro nasale grâce à la libération de substances volatiles par les aliments, qui se déposent au niveau de la muqueuse nasale [2].

Carte conceptuelle [3].



III. Les différentes étapes pour la création d'un arôme

La première étape consiste à l'identification des molécules présentes dans le produit étudié. En effet, on dresse la liste des molécules puis on sélectionnera seulement celles qu'on utilisera dans notre expérience. Ce choix se fait en fonction de leur quantité dans l'analyse et leur seuil de perception. La seconde étape consiste en un test des différents dosages des molécules pour parvenir à reproduire l'arôme recherché. La dernière étape nécessite non seulement des dosages empiriques mais aussi de l'expérience afin de reconnaître les notes aromatiques qui peuvent être présentes. Notons enfin que des experts aromaticiens ont identifié environ 9000 molécules aromatiques et ils n'ont pu reproduire en tout que quelques centaines voire des milliers de goûts [4].

IV. Composition d'un arôme

L'arôme est constitué d'un squelette hydrocarboné de multiples structures, celui-ci peut être linéaire, cyclique ou aromatique. Ce dernier comprend des molécules responsables de l'arôme. Les fonctions chimiques présentes sur les chaînes suscitées se retrouvent en général dans sept familles chimiques dont : les alcools, les composés carbonylés (principalement les aldéhydes), les esters, les éthers, les phénols et enfin les dérivés soufrés ou azotés [5].

IV.1 Les groupes osmophores

Le goût est dû à des réactions chimiques en rapport avec la présence de molécules comme le CHO et le OH dans les aliments. En effet, celles-ci dégagent lors de leurs réactions respectives une odeur âcre et irritante pour le pro pénal ayant pour formule chimique $\text{CH}_2\text{-CH-CHO}$ qui dégage une odeur âcre et irritante tandis que l'aldéhyde cinnamique ayant pour formule $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH-CHO}$ et répand une odeur agréable de cannelle. A noter que même si ces deux molécules comprennent un groupement osmophore identique qui est le CHO leur odeur est différente. Inversement, les molécules qui n'ont pas les mêmes groupes osmophores peuvent avoir des odeurs proches du moment que leurs dimensions sont identiques.

Ceci nous amène à dire qu'aucun lien ne peut être établi entre l'odeur dégagée par l'arôme et sa composition chimique. La présence de liaisons insaturés de type $\text{C}=\text{C}$ ou $\text{C}-\text{C}$ peut en effet modifier l'odeur de l'arôme et ceci est démontré si on prend les deux molécules d'esters suivantes : $\text{CH}_3\text{-[CH}_2\text{]}_4\text{-CH}_2\text{-COOCH}_3$ et $\text{CH}_3\text{-[CH}_2\text{]}_6\text{COOCH}_3$. En effet, la première molécule dégage une odeur de violette alors que la seconde dégage une odeur fruitée. Il faut noter aussi que la présence des cycles aromatiques et la position des groupements osmophores influent sur la teneur de l'odeur en la rendant plus forte.

Chapitre 1 : Partie bibliographique

Enfin, il a été démontré que la géométrie des molécules peut influencer l'odeur de l'arôme. En effet deux molécules de dimensions identiques ont souvent des odeurs voisines et ceci indépendamment des groupes osmophores qu'elle peuvent renfermer [1,6].

V. Les différents types d'arômes

On distingue à ce titre trois types d'arômes les arômes naturels, les arômes identiques naturels et les arômes artificiels.

V.1. L'arôme naturel

L'arôme naturel, dit biologique, est une substance extraite des végétaux, tels que : les fruits, les fleurs, les feuilles, les racines et les graines ayant subi un traitement physique. Exemple : L'arôme naturel de vanille issu de la gousse de vanille



Figure 1 : Gousse de vanille verte [1].

V.2 L'arôme identique naturel

Les arômes identiques naturels sont synthétisés au laboratoire par les chimistes qui copient les molécules d'arômes retrouvés dans la nature.



Figure 2 : Arôme en pâte identique au naturel [8].

V.3 L'arôme artificiel

Les arômes artificiels ne se retrouvent pas dans la nature et ce sont les chimistes qui sont à l'origine de ces molécules dans un laboratoire. Au total 1500 molécules, dont plus de 700 ont été définitivement admis, 300 admis provisoirement et enfin 500 encore à l'étude [1,8].

Exemple : Arôme fromage



Figure 3 : Arome fromage [1].

Il faut dire que chacune de ces molécules naturelles ou artificielles peuvent se combiner avec les autres, réalisant ainsi un nombre incalculable de types d'arômes [7,8].

VI. L'utilisation des arômes

Les arômes sont des produits largement utilisés dans les industries ainsi que les préparations artisanales. Les différents aliments, boissons, produits cosmétiques et les produits à intérêt pharmaceutique et thérapeutique ont besoins de l'ajout d'une certaine quantité bien étudiée et définie d'un ou de plusieurs arômes afin d'acquérir un goût et de pouvoir les commercialiser tout en favorisant l'attente ainsi que l'appréciation du consommateur [9].

VI.1. Utilisation dans l'alimentaire

Tout ce que nous consommons comme aliments tels que : les yaourts, les différents biscuits, les bonbons, les chocolats, les plats préparés et beaucoup d'autres produits alimentaires, de plus la boisson gazeuse, les jus et toutes les autres boissons proposées à la consommation nécessitent de multiples arômes afin d'améliorer le goût et l'odeur, car sans « arôme » aucun produit ne sera toléré et accepté par le consommateur. De plus, on utilise les arômes pour assaisonner certains plats et salades ou bien des gâteaux et des confitures artisanales. Par ailleurs, les arômes naturelles et synthétiques nous donnent la possibilité d'améliorer le goût, l'odeur, et en plus rapporter de nouvelles notes olfactives dans l'industrie alimentaire et dans les préparations artisanales [9,1].

Chapitre 1 : Partie bibliographique

VI.2 Utilisation dans la cosmétique

La production des savons, gels douches, shampoings, crèmes et tout produit cosmétique nécessite la présence d'une odeur caractéristique qui identifiera chaque produit. Ceci donne donc une identité olfactive aux produits, et enrichie en plus leurs diversités et rendent les produits cosmétiques plus attrayant pour les consommateurs [1].

VI.3 Utilisation dans la pharmacie

Certains produits pharmaceutiques comme les sirops et les cachets à effervescence ont besoin d'être accompagnés par les arômes qui leur confèrent du goût afin qu'il ne soit pas refusé par le malade et surtout pour les petits enfants. Les préparations pharmaceutiques ne peuvent pas s'en passer des arômes car il est difficile d'accepter un médicament sans goût ou bien avec un goût médiocre ; il faut qu'une amélioration soit apportée à travers les substances aromatiques [1].

En conclusion, on remarque que pour chaque utilisation le but est le même et cela pour améliorer le produit, lui donner de la saveur et satisfaire l'attente du consommateur, en suivant un principe qui est surtout du marketing, car on utilise les arômes pour que le client soit attiré et satisfait par le produit.

VII. Analyses et contrôle de qualité des arômes

VII.1 Analyses des arômes

Un arôme est constitué de plusieurs dizaines, voire centaines de composés chimiques (environ 400 pour le vin, et 800 pour le café), dont la proportion relative est très critique [10]. L'analyse des arômes est très difficile à réaliser en raison d'une part de la caractérisation des arômes de l'aliment qui se fait sur plusieurs étapes mais aussi de la complexité de la composition chimique des extraits aromatisants. Cette technique d'analyse est importante car elle conditionne son acceptabilité par le consommateur, mais elle permet aussi de connaître la nature exacte des composés qui constituent ce produit [11].

On distingue alors deux domaines d'application :

- l'analyse des arômes des produits naturels d'origine végétale ou animales
- l'analyse des arômes dit synthétiques souvent formules grâce à l'analyse des produits naturels.

Cette dernière se déroule en trois étapes [11] :

Chapitre 1 : Partie bibliographique

- Extraction des composés aromatisants de l'aliment étudié.
- L'analyse de l'extrait.
- Et enfin traitement des résultats afin d'identifier et/ou de quantifier les arômes.

Les méthodes les plus pratiquées de l'analyse des arômes sont :

VII.1.1 Le couplage CPG/SM :

La chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse en mode impact électronique pour analyser les huiles essentielles et les arômes. Cette technique permet de déterminer la masse moléculaire et la structure des composés en analysant leur fragmentation. Les ions sont générés en bombardant les molécules avec des électrons en phase gazeuse, puis analysés par un analyseur de masse tel que le quadripôle ou le piège à ion [12].

VII.1.2 La chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC)

La chromatographie en phase liquide haute performance (HPLC) est limitée pour l'analyse des arômes et des huiles, en raison de sa faible résolution en comparaison de la chromatographie en phase gazeuse capillaire, et de l'inadaptation de sa détection pour les huiles essentielles. Les laboratoires de recherche combinent souvent HPLC et chromatographie en phase gazeuse (GC) pour obtenir des résultats plus précis en séparant les classes fonctionnelles de l'huile par HPLC, puis en injectant les fractions obtenues sur GC pour une analyse plus détaillée [13].

VII.2 Contrôle de qualité des arômes

Le contrôle de qualité des matières premières des arômes permet non seulement de confirmer leurs identités mais aussi de connaître leurs degrés de pureté, ses éventuels contaminants. En effet, elle permet de savoir si elle a été corrompue et de quantifier les composés réglementés qui la constituent toute en vérifiant sa stabilité [10]. L'analyse de la qualité de la matière première de l'arôme doit comprendre en considérations plusieurs critères qui sont :

- Les propriétés organoleptiques.
- Les propriétés physico-chimiques.
- Les indices : indices d'acide, d'ester et de carbonyle.
- L'indice de peroxyde pour déterminer l'état d'oxydation d'un extrait.
- La composition en composés clés de la matière (identification et quantification).
- La teneur en composés réglementés naturellement présents dans la MP (allergènes, substances actives, fur coumarines...) ou provenant d'une pollution ou de la

Chapitre 1 : Partie bibliographique

conséquence du procédé de transformation (pesticides, hydrocarbures polycycliques aromatiques, solvants résiduels, phtalates, ...).

- La vérification de la naturalité et de l'authenticité.

Les arômes sont des produits fragiles qui peuvent être affectés par des agressions microbiennes, chimiques et physiques. Il est donc important de les conserver dans un endroit frais et sec, à l'abri de la lumière et des éléments extérieurs, et de bien refermer. Les flacons pour éviter tout développement bactériologique, altération de la couleur et des variations de température [14].

IX. Les différentes méthodes d'obtention d'arômes :

IX.1 Techniques conventionnelles d'extraction

Il existe plusieurs méthodes classiques pour l'obtention des arômes, chacune présente ses propres avantages et inconvénients :

- L'extraction par solvants est rapide et efficace, mais peut laisser des résidus de solvants dans le produit final.
- La distillation est plus approuvée que l'extraction par solvants, mais elle est généralement plus coûteuse et plus longue.
- La macération est un procédé consistant à faire tremper des matières premières dans un liquide pendant une longue période pour extraire les composés souhaités. Ce procédé fonctionne grâce à la diffusion des composés solubles des matières premières vers le liquide de macération, en raison de leur différence de concentration. La durée de la macération dépend de la quantité de composés solubles à extraire et du temps nécessaire pour permettre leur diffusion. Après la macération, le liquide peut être séparé des matières premières par un traitement supplémentaire tel que la distillation ou la filtration. La macération est utilisée dans la production des huiles végétale et des extraits aromatiques [15,16].
- Extraction liquide-solide (Soxhlet) La technique d'extraction par soxhlet est largement utilisée pour extraire les métabolites des plantes et des fruits en raison de sa praticité. Elle implique le dépôt de la poudre de la plante ou du fruit dans une cartouche en cellulose ou en papier filtre, qui est ensuite placée dans le corps de l'appareil. Le solvant est ajouté dans un ballon chauffé, générant des vapeurs qui se condensent dans un réfrigérant et retombent dans le corps de l'appareil, permettant ainsi l'extraction des substances de la plante. Le liquide extrait, riche en composés, est dirigé vers le sommet du tube siphon, puis redirigé dans le ballon pour poursuivre le processus d'extraction [17].

IX.2 Extraction par des techniques innovantes

➤ **L'extraction par solvants supercritiques :**

L'extraction par solvants supercritiques utilise du CO₂ en état supercritique pour extraire des composés volatils tels que les huiles essentielles. Cette méthode est considérée comme "verte" et peut être améliorée en utilisant des Co-solvants tels que l'éthanol et l'eau. Les avantages de cette technique sont que le CO₂ est recyclé à l'intérieur du système, les huiles essentielles extraites évitent la dégradation thermique et le CO₂ ne pollue pas. Cependant, l'équipement nécessaire pour cette méthode est coûteux et l'acidité du CO₂ peut endommager les composés thermosensibles et hydrolysables [14].

➤ **L'extraction par micro-ondes**

La méthode utilise des ondes électromagnétiques pour chauffer les matières premières et extraire les arômes. Elle est rapide et permet de conserver les arômes sensibles à la chaleur. L'extraction sans solvant assistée par micro-ondes consiste à chauffer la matière végétale dans un réacteur micro-ondes. Le chauffage de l'eau contenue dans la plante permet la libération de l'huile essentielle qui est ensuite entraînée par la vapeur d'eau produite par la matière végétale. Le distillat résultant, composé d'eau et d'huile essentielle, est refroidi à l'extérieur du réacteur et peut être facilement séparé par décantation. Cette méthode d'extraction est simple, écologique et offre une alternative aux méthodes d'extraction traditionnelles [18].

➤ **Détente Instantanée Contrôlée**

La Détente Instantanée Contrôlée est une technique rapide et efficace d'extraction d'arômes et des huiles essentielles à partir de végétaux, qui utilise un traitement thermique localisé. Elle a un rendement supérieur et est moins consommatrice d'énergie que les méthodes traditionnelles, tout en améliorant la qualité de l'extrait et réduisant les rejets [19].

Partie expérimentale

Chapitre 2 : Partie expérimentale

Partie A : Arômes naturels

I. Introduction

Les arômes naturels sont des substances aromatiques extraites de sources naturelles telles que les plantes, les fruits, les herbes et les épices. Ces arômes peuvent être utilisés pour améliorer le goût et l'odeur des aliments, des boissons, des produits de soins personnels et de nombreux autres produits. Les arômes naturels sont obtenus par extraction, distillation ou fermentation des matières premières naturelles [20].

II. Extraction assistée par micro-onde

Il est possible d'utiliser la technique d'extraction assistée par microondes pour récupérer des composés précieux tels que des huiles essentielles, des arômes, ou des colorants, que ce soit au niveau du laboratoire ou à l'échelle industrielle.

II.1 Produits et matériels

II.1.2 Matière première et produits utilisés

Tableau 1 : Matière première et produits utilisés dans la méthode d'extraction de micro-onde.

Matière première (Fruits)	Solvants utilisés
- Fraise	- L'eau (H ₂ O)
- Orange	- L'eau (H ₂ O)
- Pomme	- A sec - L'éthanol 96%

II.2 Matériels

Un ballon de 2L, une ampoule à décanter, un bécher de 50 ml, un thermomètre, cleverger et un statif.

II.3 Réalisation

Plusieurs essais ont été réalisées pour extraire des arômes naturels par la méthode assistée au micro-ondes. En effet celle-ci a été faite en utilisant différents solvants comme l'eau et l'éthanol puis à la fin dans un milieu à sec avec le fruit, en contrôlant à chaque fois la température et la variation de la puissance du micro-onde.

II.4 Mode opératoire :

200 g de la matière première ont été broyées dans un robot puis introduits dans un ballon en verre de 2 litres, le tout a été placé dans un micro-onde tout en vérifiant à chaque fois les paramètres de l'expérience qui sont la température et la puissance du micro-onde.



Figure 4 : Montage d'extraction assistée par micro-onde.

III. Extraction liquide solide par soxhlet

L'extraction par soxhlet est une méthode d'extraction qui consiste à séparer les composants solubles d'une matière première solide en utilisant un solvant organique circulant à travers un appareil soxhlet. Cette méthode est couramment utilisée pour isoler des composés à partir d'échantillons complexes en chimie analytique et pour extraire des produits naturels tels que, les colorants et les arômes dans l'industrie.

III.1 Produits et matériels

III.1.1 Matière première et produits utilisés

Tableau 2 : Matière première et produits utilisés dans la méthode d'extraction liquide solide.

Matière végétale	Solvants utilisés	Volume	Masse de la matière première
Poudre de fraise	Ethanol 96%	200ml	40 g
Poudre d'orange	Ethanol 96%	200ml	40 g
Poudre de pomme	Ethanol 96%	150ml	31g

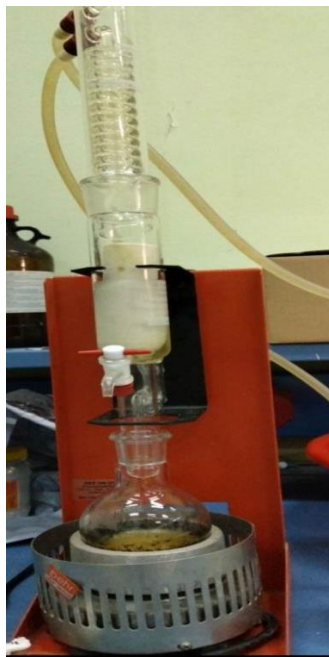


Figure 5 : Montage de l'extracteur soxhlet.

III.2 Mode opératoire :

III.2.1 Préparation de la poudre de fruit

La préparation de la poudre de fraise, pomme et orange a été séchée à l'aide d'un four ventilé puis broyer à l'aide d'un mixeur.



Figure 6 : Fraises déshydratés.



Figure 7 : Poudre de fraise.

III.2.2 Extrait des fruits choisis :

40g de poudre de fruit ont été pesées à l'aide d'une balance analytique auquel on a ajouté 200 ml d'éthanol 96% et 03 pierres ponce. Ce mélange a été installé dans un montage de soxhlet puis a été chauffé à la température d'ébullition. Le cycle a été répété plusieurs fois (environ 10 à 11 cycles) pour une durée d'environ 6 h. Après refroidissement l'éthanol a été évaporer à sec à l'aide d'un rota vapeur jusqu'à ce que le mélange devient de consistance visqueuse.

III.3 Calcul de rendement

Le rendement en extrait aromatique représente le rapport entre la masse d'extrait aromatique obtenue et la masse de fruits traités, qu'ils soient secs ou frais [21]. Le rendement est calculé en utilisant la formule suivante.

$$\text{Rendement (\%)} = (\text{Poids de l'extrait obtenu} / \text{poids de la matière végétale totale}) \times 100$$

IV. Macération

La macération est une technique culinaire et de production qui consiste à laisser infuser une substance dans un liquide pendant une période prolongée. Cette méthode permet d'extraire les saveurs, les arômes, les nutriments et les principes actifs.

Chapitre 2 : Partie expérimentale

IV.1 Produits et matériels

IV.1.1 Matière première et produits utilisés

Tableau 3 : Matière première et produits utilisés dans la méthode de macération.

Matière première (Fruits en poudre)	La glycérine végétale	L'eau
Poudre de fraise (50g)	250ml	250ml
Poudre d'orange (50g)	250ml	250ml

IV.2 Matériels

Un bocal, une spatule, un agitateur magnétique

IV.3 Réalisation

Le but de cette expérience est de faire une macération en faisant un mélange de glycérine végétale et de l'eau à des volumes égaux puis on ajoute à cette solution de la poudre de fruit (orange, fraise). Le tout est déposé dans un bocal à l'abri de la lumière et de la chaleur tout en agitant le mélange. Ce dernier est laissé au repos pendant une période prolongée.



Figure 8 : Macération de la poudre de fraise.

V. Caractérisation des arômes naturels

- **Conditions CPG/SM (LCSCO) :** L'identification des constituants a été réalisée par couplage d'un chromatographe en phase gazeuse de marque « Bruker ScionSQ » à un spectromètre de masse à quadripôle. La température de la source d'ions est fixée à 280°C.

Chapitre 2 : Partie expérimentale

La fragmentation est effectuée en impact électronique sous un champ de 70 eV, scanning 35-600 Da

Partie B : Arômes de synthèse

I. Introduction :

Les arômes de synthèse sont des composés chimiques synthétisés dans un laboratoire par imitation d'arômes naturels retrouvés dans certains aliments. Ils sont utilisés dans la fabrication d'une grande variété de produits de consommation, tels que les bonbons, les boissons gazeuses, les produits de boulangerie, les produits laitiers, et bien d'autres [8].

II. La méthode de synthèse

II.1 Chauffage à reflux

Cet appareil est utilisé pour accélérer une réaction chimique tout en évitant les pertes de réactifs ou de produits.

III. Réalisation

L'arôme de la lavande, pomme, banane, et le citron ont été réalisés par des réaction d'estérification à partir d'un acide carboxylique et d'un alcool. A cet effet on a mélangé des réactifs avec quelques grains de pierre ponce dans un ballon. Ces derniers ayant pour effet de réguler l'ébullition. L'étape suivante consisté à mettre en place un réfrigérant vertical ou un réfrigérant à boule. Dans ce dernier, on fait circuler de l'eau froide puis on place le ballon sur un chauffage afin de chauffer le mélange réactionnel jusqu'à atteindre la température d'ébullition des réactifs.

Tableau 4 : Les différents arômes réalisées au laboratoire.

Acide	Alcool	Ester	Odeur
Acide acétique	Alcool isoamylique	Ethanoate d'isoamyle	Banane
Acide acétique	Butanol	Ethanoate de butyle	Pomme
Acide acétique	Linalool	Ethanoate de linalyle	Lavande

Chapitre 2 : Partie expérimentale

IV. Synthèse de l'éthanoate d'isoamyle

IV.1 Produits et matériels

IV.1.1 Produits utilisés

Tableau 5 : Produits utilisés dans la synthèse.

Produits	Formule chimique
Acide acétique	CH ₃ COOH
Alcool isoamylique	C ₅ H ₁₂ O
Acide sulfurique concentré	H ₂ SO ₄
Hydrogène carbonate de sodium	NaHCO ₃
Chlorure de sodium	NaCl
Le sulfate de magnésium	MgSO ₄

IV.1.2 Matériels

Une éprouvette graduée, Une pipette, Une ampoule à décanter, un becher (5ml), tube à essai, porte échantillon, un statif, chauffe ballon, réfrigérant, pierres ponce, ballon à fond rond et du papier filtre.

V. Estérification de l'arôme

La synthèse de l'éthanoate d'isoamyle se fait en introduisant dans un ballon 15 ml d'acide éthanoïque pur (acide acétique glacial) avec 15 ml d'alcool isoamylique tout en ajoutant 5 gouttes d'acide sulfurique concentré et de quelques grains de pierre ponce. Le tout est chauffé pendant 30 minutes.

Réaction de la synthèse de l'acétate d'isoamyle

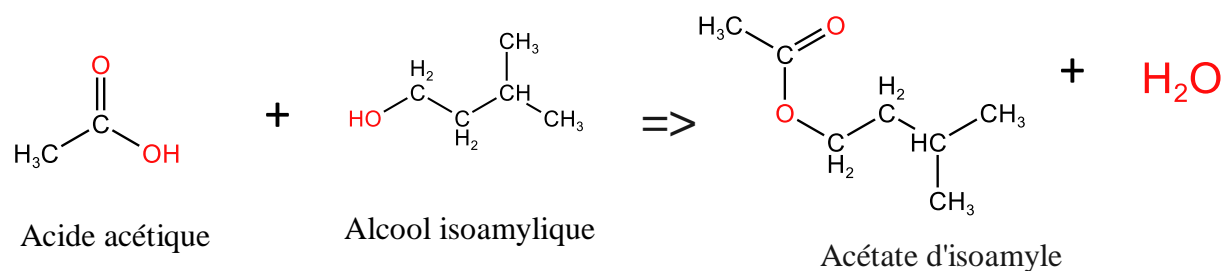


Figure 9 : Montage du chauffage à reflux.

VI. Purification de l'arôme

Premier lavage à l'eau salée

Cette étape consiste à refroidir d'abord le ballon et le mélange réactionnel puis on verse dans ce dernier 10 ml d'une solution saturée de chlorure de sodium. Après une douce agitation on transvase le mélange dans une ampoule à décanter tout en retenant les grains de pierre ponce. Puis on évacue la phase aqueuse et on conserve la phase organique contenant l'éthanoate d'isoamyle dans l'ampoule.

Le deuxième lavage

Deuxième lavage avec une solution aqueuse d'hydrogénocarbonate de sodium :

On prend la phase organique qui est restée dans l'ampoule, laquelle on ajoute 10 ml d'une solution de 10% d'hydrogénocarbonate de sodium tout en maintenant l'ampoule débouchée afin d'éviter une éventuelle surpression. Dès que le dégagement gazeux se produit puis s'atténue complètement, on ferme l'ampoule, puis on l'a fait retourner, tout en agitant très

Chapitre 2 : Partie expérimentale

doucement en maintenant le bouchon fermé. L'étape suivante consiste enfin à ouvrir le robinet et récupérer la phase organique purifiée.



Figure 10 : Le deuxième lavage.

Séchage

Cette dernière étape consiste à éliminer l'eau qui pourrait persister dans l'arôme pour cela on récupère la phase organique purifiée dans un petit bécher propre et sec. Ensuite, on ajoute à cette solution une spatule de sulfate de magnésium et on ferme celui-ci puis on agite la solution pendant quelques instants. Enfin la phase organique est recueillie par filtration simple dans un autre bécher.

Pour le reste des protocoles d'extraction des arômes on a adopté la même technique tout en modifiant à chaque fois l'alcool et l'acide carboxylique correspondant. Ces derniers sont cités dans **le tableau 1**.



Figure 11 : Echantillon d'ester.

Chapitre 2 : Partie expérimentale

VII. La densité.

Tableau 6 : La densité des produits de synthèse utilisés.

Produits	Densité g/cm ³	Masse molaire g/mol
Acide acétique	1.05	60,052
Alcool isoamylique	0,8104	88,15
Ethanol	0,789	46,07
Octanol	0.83	130,23
Butanol	0.81	74,121
Linalool	0.87	154,25

VIII. Rendement de la synthèse

$$R = \frac{\text{la quantité de matière d'ester effectivement obtenu à partir de son volume}}{\text{La quantité de matière d'ester formé pour un avancement maximal}}$$

IX. Papier et testeurs de pH

Le papier pH est couramment employé en chimie pour mesurer l'acidité ou l'alcalinité d'une solution. Il est composé d'un papier imprégné d'un indicateur universel, qui change de couleur en fonction du pH de la solution dans laquelle il est plongé. Pour l'utiliser, il suffit de tremper une partie du papier pH dans la solution et d'attendre quelques minutes pour obtenir le résultat correspondant à la teinte obtenue [1].



Figure 12 : Mesure du pH.

Résultats et Discussion

Partie A : Arômes naturels

Lors de l'extraction des arômes naturels, toute la difficulté est de choisir la méthode d'extraction la plus adéquate pour obtenir un arôme représentatif d'un point de vue olfactif et gustatif. La méthode d'extraction ne doit pas entraîner une perte de composés volatils, d'oxydation, de réduction, d'hydrolyse ou de changement de pH.

I. Extraction assistée par micro-onde

I.1 Discussion de l'absence de résultats

Après plusieurs essais d'extractions de fruits en utilisant l'eau et l'éthanol comme solvant, des quantités très faibles d'arômes ont été obtenues à la fin de l'expérience. Cela peut s'expliquer en partie par la difficulté de contrôler la température et la puissance du micro-onde. Ce dernier ne disposant pas d'un régulateur automatique mais aussi en raison de l'absence de rotation du ballon à l'intérieur du micro-onde ce qui a pour conséquence un chauffage d'une seule partie de la matière première. Il faut dire aussi que lorsqu'on utilise une extraction à chaud par micro-ondes mal contrôler ceci a pour effet la dégradation des propriétés organoleptique de l'arôme notamment sa saveur et son odeur et son goût. Cependant, des résultats meilleurs pouvaient être obtenus si on avait à notre disposition un micro-onde plus performant que celui utilisé dans notre expérience (Figure16) [22].



Figure 13 : Micro-ondes Milestone ETHOS 1600 [22].

II. Extraction solide-liquide des arômes (Soxhlet)

Cette méthode est la plus utilisée pour l'extraction de matrices solides présentant peu de composés lipidiques. L'extrait est obtenu en mélangeant un échantillon solide avec un solvant, cette opération est suivie de la séparation et de la récupération du solvant [17].

Chapitre 3 : Résultats et discussion

II.1 Extrait de l'arôme de fraise

II.1.1 Caractéristiques organoleptiques d'extraits de fraise

Les caractères organoleptiques de l'extrait de fraise étudiées ont été obtenus via des tests olfactifs et sont représentés dans le tableau 2 ci-dessous

Tableau 7 : Caractéristiques organoleptiques de l'extrait de fraise étudiée.

Produits obtenus	Couleur	Aspect	Odeur
Extrait de fraise	Rouge	Liquide mobile	Forte odeur de fraise sucrée, acidulée, puissante
Dépôt de sucre	Rouge	Caramélisé	Forte odeur de fraise sucrée

Lorsque nous avons procédé à l'extraction de l'extrait des fruits, nous avons remarqué que les sucres présents dans la poudre de ces derniers ont été éliminés. Ceci étant due probablement au traitement thermique ou chimique utilisé lors du processus d'extraction. Cependant, cette élimination des sucres a eu pour conséquence la formation d'un dépôt de sucre caramélisé au fond du ballon utilisé pour l'extraction. (**Figure 17, Tableau 2**)



Figure 14 : Dépôt de sucre fraise.

II.1.2 Rendement et temps d'extraction

Les résultats obtenus au cours des essais ont montré que le temps optimal de l'extraction de l'extrait de fraise est de 360 minutes, et dans cette condition une masse de 6g a été obtenue avec un rendement d'extraction de l'ordre de 15 %.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

II.1.3 Composition chimique de la partie volatile d'arôme de fraise

L'analyse par CPG et CPG/SM de l'extrait à l'éther de fraise obtenu à partir de l'extrait brut a donné les résultats suivants (**Tableau 8**).

Tableau 8 : Composition chimique de la partie volatile d'arôme de fraise.

N°	Composés	TR	%	RI	RI _{exp}
1	4-Amino-1-pentanol	4,794	0,4	751	760
2	Méthyl-2 butyrate d'éthyle	3,507	68,3	841	847
3	Acide acétique, [(aminocarbonyl) amino]oxo-	11,208	0,9	1014	1010
4	Propionitrile, 3-(2-méthyl-5-nitro-1-oxido-1,2,3-triazol-4-yl) amino-	16,086	0,4	1019	1023
5	(E) 2-Decenal	23,676	24,3	1117.86	1263
Total d'identification		-	94,3	-	-

L'analyse par CPG et CPG/SM de l'extrait à l'éther de fraise obtenu à partir de l'extrait brut nous a permis d'identifier cinq (05) constituants, qui représentent 94,3% du mélange total. Parmi ces constituants, il a été observé que l'éthyle 2-méthylbutyrate est le principal constituant de l'extrait de fraise, représentant 68,3% du mélange. C'est un ester éthylique d'acide gras obtenu par la condensation formelle de l'acide 2-méthylbutyrique avec de l'éthanol. C'est un constituant de l'arôme des fraises, des myrtilles et des pommes. Il a un rôle d'aromatisant, de métabolite végétal, de métabolite humain et de parfum. C'est un composé organique volatil et un ester éthylique d'acide gras (**Tableau 8, Figure 15**).

Le deuxième principal composé de cet extrait est le 2-Decenal, (E)-, un aldéhyde, représentant 24,3% du mélange, qui peut également contribuer à l'arôme de fraise de l'extrait. Il est important de noter que ces résultats d'analyse CPG/SM sont spécifiques à la poudre de fraise utilisée et peuvent varier en fonction des conditions de culture, de la méthode d'extraction et d'autres facteurs environnementaux.

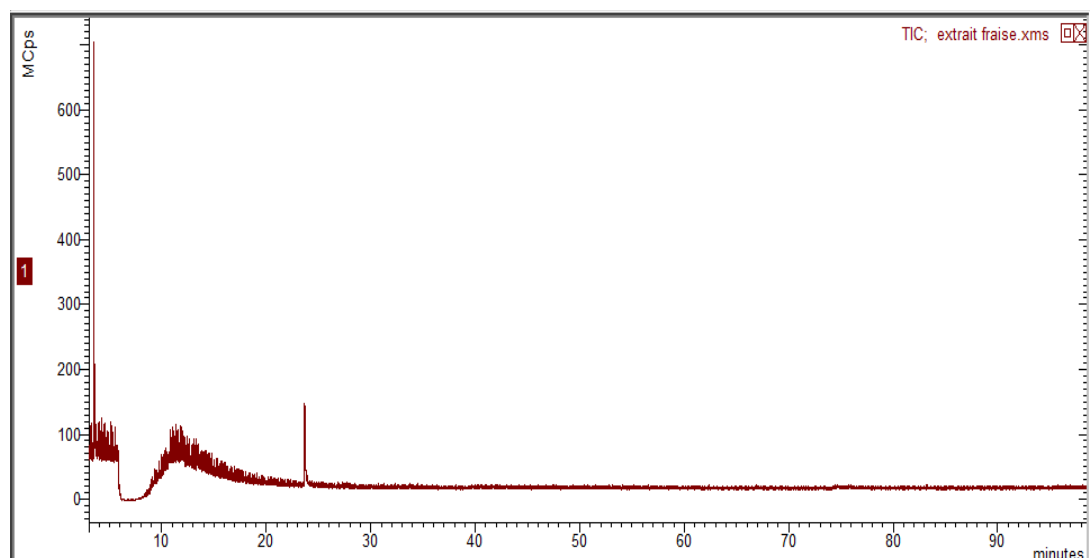


Figure 15 : Chromatogramme de l'analyse CPG/SM de l'extrait à l'éther de fraise.

II.1.4 L'utilisation de l'extrait naturel de fraise dans la fabrication de confiture industrielle

Dans le cadre de notre étude sur l'extrait naturel de fraise, nous avons testé ce dernier dans la fabrication d'une confiture industrielle en collaboration avec l'entreprise alimentaire nommée "Fruï Or". L'entreprise a réussi à fabriquer une confiture à base de notre extrait de fraise naturel. Les résultats ont montré que l'utilisation de notre extrait a amélioré le goût et la saveur de la confiture. La satisfaction exprimée par l'entreprise Frui-Or à l'égard de la qualité et du goût de la confiture est une preuve supplémentaire de l'efficacité de notre extrait naturel de fraise dans l'amélioration des produits alimentaires.



Figure 16 : Confiture de fraise industrielle à base d'extrait naturel.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

II.1.5 Création d'un arôme naturel de fraise commerciale à partir de l'extrait :

La création de l'arôme de fraise se déroule en suivant un protocole bien précis et cela en créant un mélange de :

- Eau
- Supports (huile végétale, glycérine).
- Agents de dispersion (MPG végétale).
- Émulsifiants.
- Exhausteurs de goûts comme l'acide citrique et sucres.
- Conservateurs.
- Extrait de fraise.
- Substances naturelles (huiles essentielles).

II.2 Extrait de l'arôme d'orange

II.2.1 Caractéristiques organoleptiques d'extraits d'orange

Les caractères organoleptiques de l'extrait d'orange étudiées sont représentés dans le tableau 3 ci-dessous

Tableau 9 : Caractéristiques organoleptiques de l'extrait de l'orange étudiée.

Produits obtenus	Couleur	Aspect	Odeur
Extrait d'orange	Orange	Liquide mobile	Forte odeur d'orange sucrée, fraîche, très acidulée
Dépôt de sucre	Orange	Caramélisé	Forte odeur d'orange sucrée, fraîche, très acidulée

II.2.2 Rendement et temps d'extraction

Les résultats obtenus au cours des essais ont montré que le temps optimal de l'extraction de l'extrait de fraise est de 360 minutes, et dans cette condition une masse de 7 g a été obtenu avec un rendement d'extraction de l'ordre de 18%.

II.2.3 Composition chimique de la partie volatile de l'extrait d'orange

L'analyse par CPG et CPG/SM de l'extrait à l'éther d'orange obtenu à partir de l'extrait brut a donné les résultats suivants (**Tableau 10**).

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Tableau 10 : Composition chimique de la partie volatile de l'arôme d'orange.

N°	Composés	TR	%	RI	RI _{ap}
1	(E) 2-Octenal,	5,65 4	3.4	1040	1038
2	(E) 2-decenal	13,2 9	13.5	1269	1269
3	2,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol	15,2 0	1,1	1096	1100
4	Acide benzoïque	22,4 5	14,7	1411	1400
5	L'hydroxyméthylfurfural (HMF)	25,4 1	39,9	1465	1460
6	2-Methoxy-4-vinylphenol	30,1 9	1,8	1338	1320
	Total %		74,4		

L'analyse par CPG et CPG/SM de l'extrait à l'éther d'orange obtenue à partir de l'extrait brut a permis d'identifier 06 principaux composants, représentant un total de 74,4% du mélange. Les principaux constituants identifiés étaient le 5-hydroxyméthylfurfural (39.9%), l'acide benzoïque (14,71%), 2-decenal, (E)- (13.5%), -octenal, (E)- (3.4%), 2-Methoxy-4-vinylphenol (1.8%) et 2,6-octadien-1-ol, 2,7-dimethyl- (1.1%) (**Tableau 10, Figure 17**). D'après la littérature, le 5-hydroxyméthylfurfural est particulièrement connu pour être présent dans les oranges et est considéré comme un marqueur important de la qualité et de la maturité des oranges [23]. Le 2-decenal est un composé au goût aldéhydique, gras et floral.

Le 2-méthoxy-4-vinylphénol est une substance aromatique utilisée comme aromatisant. C'est l'un des composés responsables de l'arôme naturel du sarrasin. Les résultats obtenus sont cohérents avec les profils de composés trouvés dans les oranges, car la plupart des composés identifiés sont des composés volatils couramment trouvés dans les oranges. Il est important de noter que ces résultats d'analyse CPG/SM sont spécifiques à l'extrait d'orange analysé et peuvent varier en fonction des conditions de culture, de la méthode d'extraction, de la variété d'orange utilisée et d'autres facteurs environnementaux.

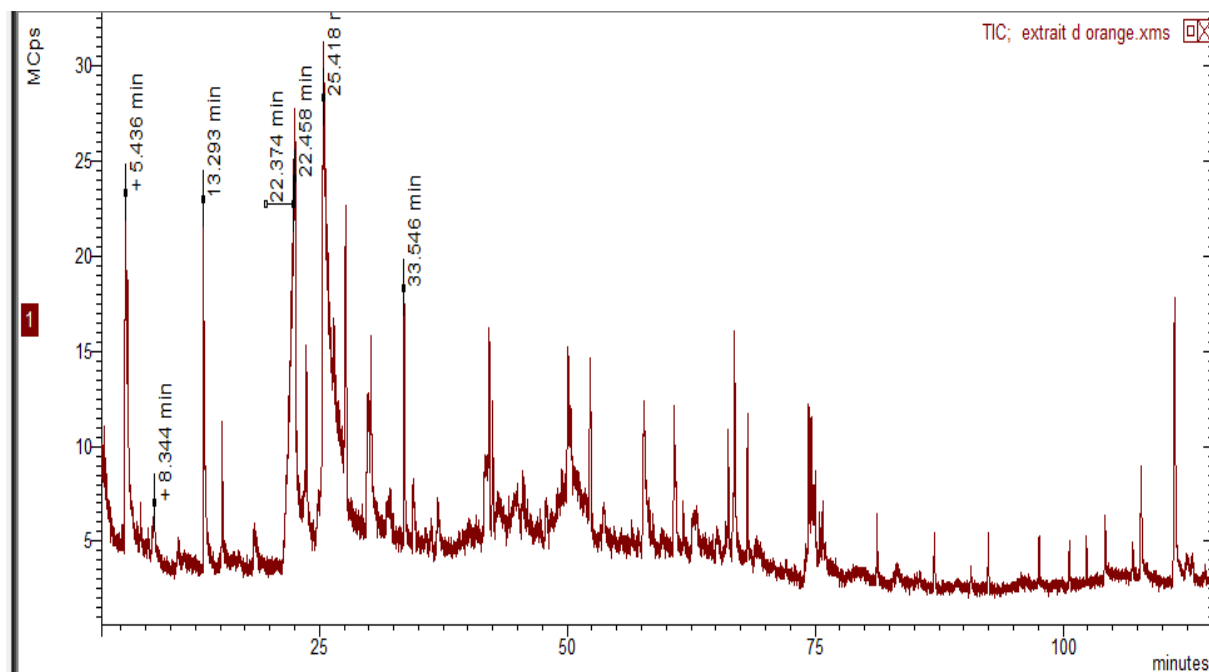


Figure 17 : Chromatogramme de l'analyse CPG/SM de l'extrait à l'éther d'orange.

Partie B : Arômes de synthèse

I. Introduction

Tous les arômes, y compris ceux intrinsèquement présents dans les aliments, ainsi que les arômes naturels et artificiels, sont de petits composés chimiques ou des mélanges de composés. Les arômes artificiels sont tous des arômes qui ne sont pas définis comme naturels, même s'ils ont exactement la même composition chimique que les arômes isolés directement de la nature [24]. Cette distinction entre les origines des saveurs n'a aucune incidence sur leur sécurité, leur santé ou leur saveur. En fait, les agents aromatisants produits dans un environnement de laboratoire contrôlé sont soumis à un contrôle de qualité rigoureux à chaque étape et ne nécessitent pas de processus d'extraction long, exigeant en main-d'œuvre et en ressources, ni l'acquisition de matériaux naturellement rares ou difficiles à cultiver. De nombreux arômes artificiels identiques à la nature sont en fait disponibles avec une pureté supérieure à celle de leurs congénères naturels et peuvent être obtenus avec moins de dommages pour l'environnement.

II. Contrôle de qualité des produits de synthèse

La pureté peut être définie comme l'absence d'impuretés - ou de types de matières autres que la substance elle-même. Le moyen le plus précis de déterminer la pureté d'une substance passe par l'utilisation de méthodes spectroscopique. Ces méthodes, largement utilisées dans différentes industries, impliquent principalement une analyse chimique, qui peut identifier la présence, l'identité et la quantité d'impuretés dans l'échantillon. Les méthodes spectroscopiques les plus simples incluent la RMN, l'infra-rouge et la spectroscopie de masse. Le pourcentage de pureté de notre composé a été calculé par rapport à la masse des réactifs en le divisant par la masse totale de l'échantillon et en le multipliant par 100 [25].

III. Synthèse des arômes

L'objectif de notre mémoire est la synthèse de trois arômes très utilisés dans l'industrie agroalimentaire et cosmétique, il s'agit de l'arôme de banane, de pomme et de la lavande.

III.1 Arôme de banane « Ethanoate d'isoamyle »

L'acétate d'isoamyle est l'un des composés aromatiques les plus importants utilisés dans les industries alimentaires en raison de sa saveur caractéristique de banane. L'ester est utilisé comme composé aromatisant dans de nombreux aliments et boissons.

Il est utilisé dans les produits pour masquer les odeurs, comme test qualitatif pour les appareils respiratoires, en tant que solvant pour des vernis et dans les vernis à ongles [1]. L'acétate d'isoamyle a été obtenu par réaction catalysée par estérification de Fischer entre l'alcool isoamylique et l'acide acétique. L'acide sulfurique a été utilisé comme catalyseur. C'est un liquide incolore, peu soluble dans l'eau mais beaucoup plus dans les solvants organiques. Le volume d'ester obtenu s'élève à 7 ml, ce qui correspond à un rendement de réaction de 46% et un pourcentage de pureté de 98%

III.1.1 Analyse spectre RMN ^1H d'arôme de banane « Ethanoate d'isoamyle »

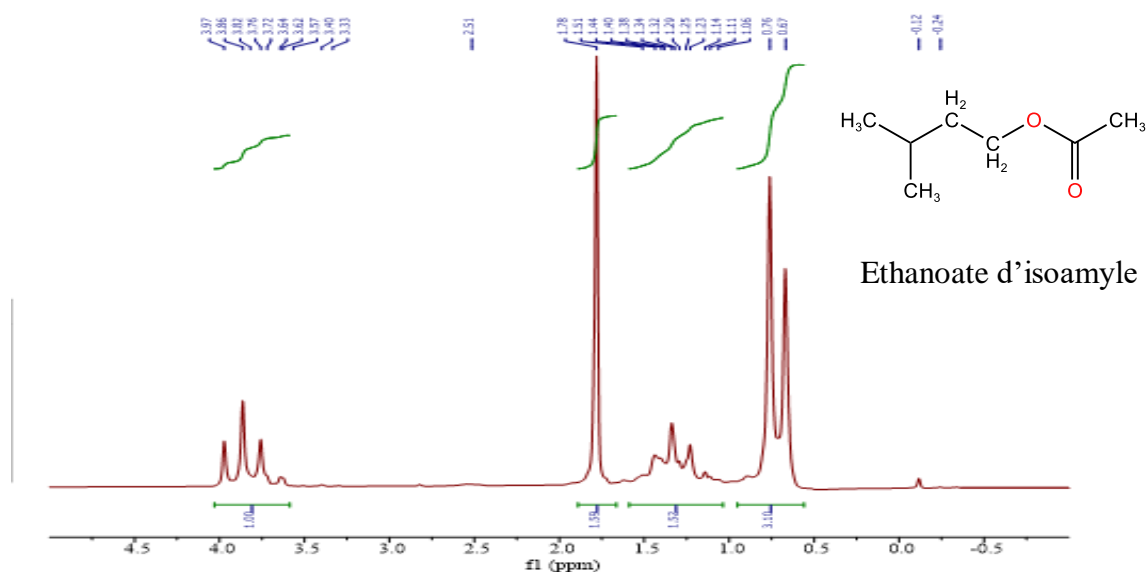


Figure 18 : Spectre RMN ^1H de l'éthanoate d'isoamyle.

L'interprétation du spectre RMN ^1H de l'éthanoate d'isoamyle cité ci-dessus nous donne les résultats suivants :

- Le signal doublet à 0,88 ppm correspond à six protons des groupes méthyle ($-\text{CH}_3$) de l'isoamyle, qui sont peu encombrés. La présence d'un doublet indique que ces derniers sont couplés à un proton voisin.
- Un massif à 1,41 ppm correspond aux protons $\text{CH}-\text{CH}_2$.
- Le signal singulet à 1,9 ppm correspond à trois protons du groupe méthyle ($-\text{CH}_3$) de l'acétate.
- Le signal triplet à 3,94 ppm correspond à deux protons du groupe méthylène ($-\text{CH}_2-$) adjacent au groupe carbonyle ($-\text{C}=\text{O}$) de l'acétate.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Tableau 11 : Données spectrales RMN ^1H « éthanoate d'isoamyle ».

Groupe de signaux	Déplacement chimique (ppm) pratiques	Déplacement chimique (ppm) littérature [27].	Nuclides	Multiplicité
-CH-(CH_3) ₂	0,88	0,91	6H	Doublet
O-CH ₂ -CH ₂ -CH-	1,41	1,53	3H	Massif
CH ₃ -COO-	1,9	1,93	3H	Singulet
O=CO-CH ₂ -CH ₂	3,94	4,05	2H	Triplet

En comparant nos résultats avec ceux de la littérature on remarque que ces derniers sont très proches. A cet effet nous pouvons dire que notre expérience nous a permis de synthétiser l'éthanoate d'isoamyle pure, qui est un ester d'acide carboxylique.

III.1.2 Analyse spectre IR d'arôme de banane « Ethanoate d'isoamyle »

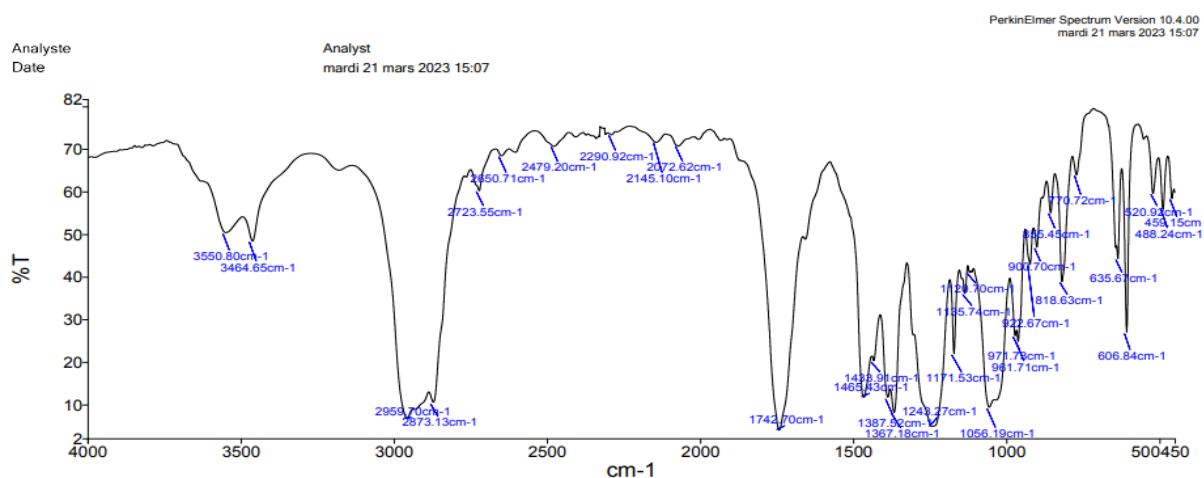


Figure 19 : Spectre infrarouge de l'éthanoate d'isoamyle.

III.1.3 Analyse spectre IR d'arôme de banane « Ethanoate d'isoamyle »

Au niveau du spectre infrarouge (IR) de l'éthanoate d'isoamyle nous remarquons la présence d'une bande d'absorption à une longueur d'onde de $1742,70\text{ cm}^{-1}$ d'une intensité forte caractéristique à la vibration de la liaison ester de la molécule « l'éthanoate d'isoamyle ». Cette identification est confirmée par l'analyse de résonance magnétique nucléaire (RMN ^1H), qui

Chapitre 3 : Résultats et discussion

fournit des informations détaillées sur la structure moléculaire et permet de confirmer la présence de cette liaison spécifique.

III.2 Arôme de pomme « Ethanoate de butyle »

Ethanoate de butyle appartient à la famille fonctionnelle des esters c'est une espèce chimique odorante présente notamment dans les pommes mûres, d'une odeur agréable et de faible toxicité. Cette saveur polyvalente est un excellent ajout aux produits de boulangerie et aux bonbons [27]. Le volume d'ester obtenu s'élève à 12 ml, ce qui correspond à un rendement de réaction de 69% avec un pourcentage de pureté est de 99%.

III.2.1 Analyse spectre RMN ^1H d'arôme de pomme « Ethanoate de butyle »

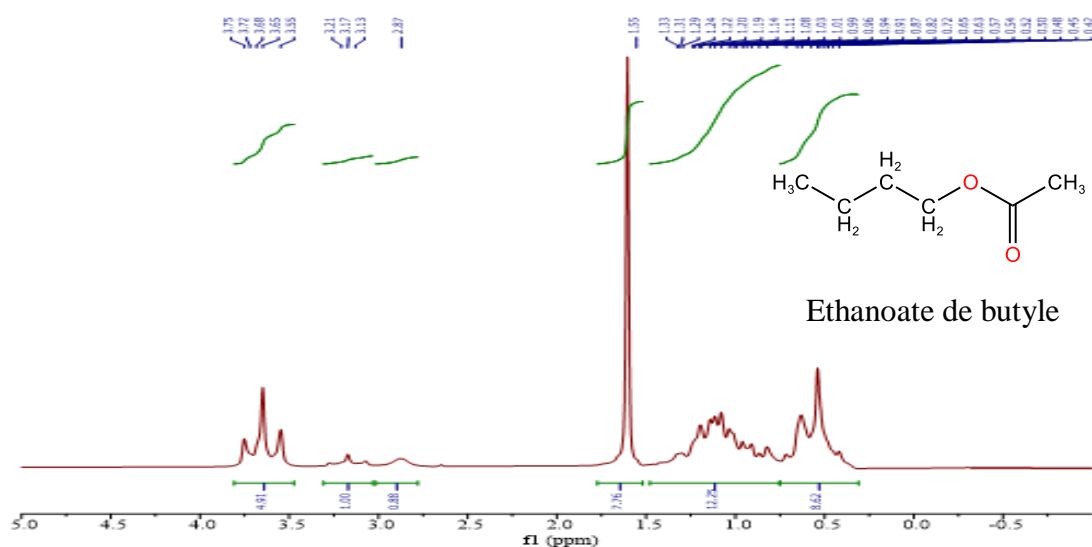


Figure 20 : Spectre RMN ^1H de l'éthanoate de butyle.

L'interprétation du spectre RMN ^1H de l'éthanoate de butyle cité ci-dessus nous donne les résultats suivants :

- Un triplet à 0,5 ppm correspond aux protons de la chaîne $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-}$ de l'éthyle, qui sont couplés à un proton de la fonction ester $\text{CH}_3\text{-CO-O-}$.
- Un massif à 1,36 ppm correspond aux protons de la chaîne $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2$ adjacents à la fonction ester $\text{CH}_3\text{-CO-O-}$.
- Un singulet à 1,68 ppm correspond aux protons de la fonction ester $\text{CH}_3\text{-CO-O-}$.
- Un triplet à 3,84 ppm correspond aux protons de la fonction ester O-CH_2 .

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Tableau 12 : Données spectrales RMN ^1H « éthanoate de butyle ».

Groupe de signaux	Déplacement chimique (ppm) pratiques	Nuclides	Multiplicité
$\text{CH}_3\text{-CH}_2$	0,5	3H	Triplet
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2$	1,36	4H	Massif
$\text{CH}_3\text{-COO}$	1,68	3H	Singulet
$\text{O=CO-CH}_2\text{-CH}_2$	3,84	2H	Triplet

III.2.2 Analyse spectre IR d'arôme de pomme « Ethanoate de butyle »

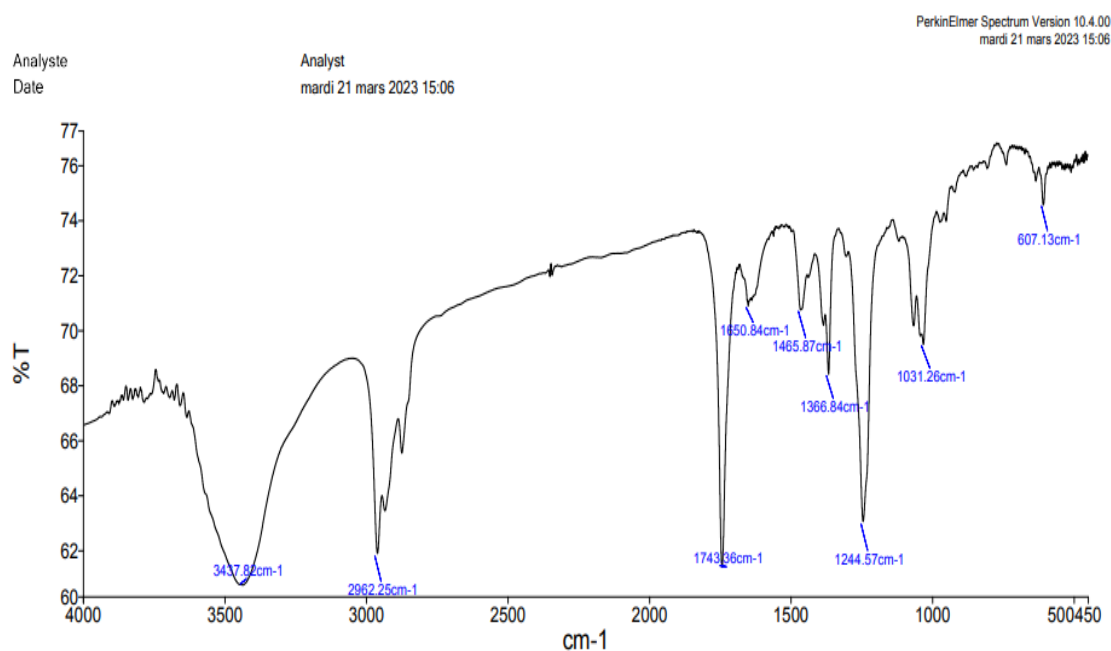


Figure 21 : Spectre infrarouge d'éthanoate de butyle.

Au niveau du spectre infrarouge (IR) de l'éthanoate de butyle nous remarquons la présence d'une bande d'absorption à une longueur d'onde de 1743 cm^{-1} d'une intensité forte caractéristique à la vibration de la liaison ester de la molécule « Ethanoate de butyle ». Cette identification est confirmée par l'analyse de résonance magnétique nucléaire (RMN^1H). En conclusion, les résultats de notre expérience indiquent que nous avons réussi à synthétiser de l'éthanoate de butyle pur, qui est un ester d'acide carboxylique.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

III.3. Arôme de la lavande

En raison de ses qualités calmantes, les parfums de lavande sont utilisés dans toutes sortes de produits, des produits de beauté et somnifères. La lavande est également fréquemment utilisée dans les espaces liés au bien-être est particulièrement prisée des parfumeurs et de l'industrie cosmétique.

III.3.1. Analyse RMN ^1H et IR de l'arôme de la lavande « Ethanoate de linalyle »

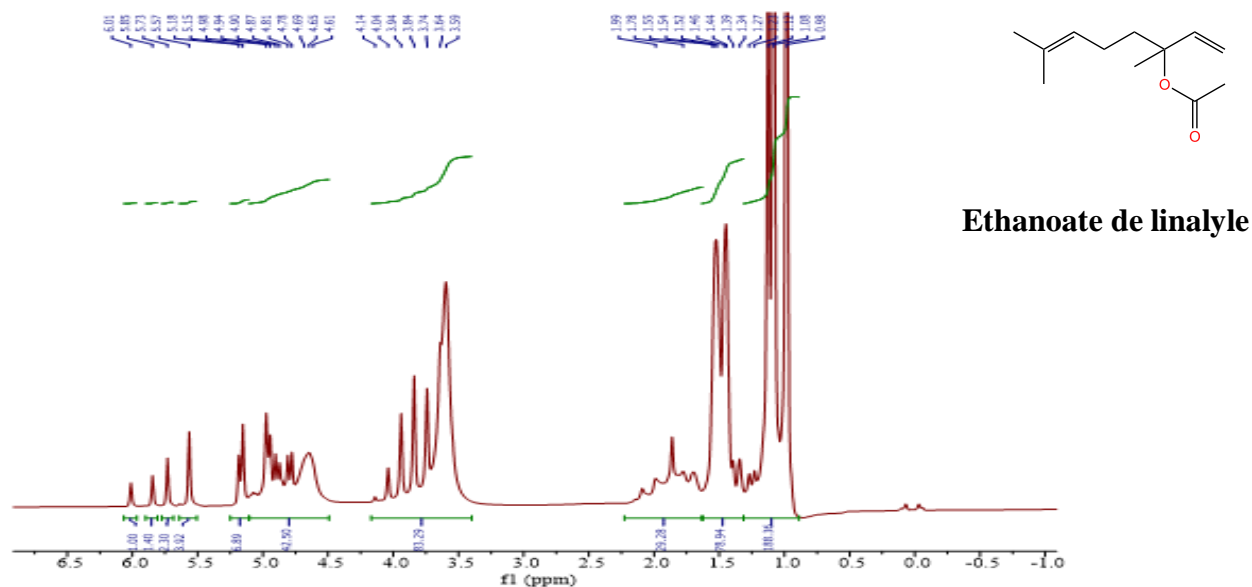


Figure 22 : Spectre RMN ^1H de l'éthanoate de linalyle.

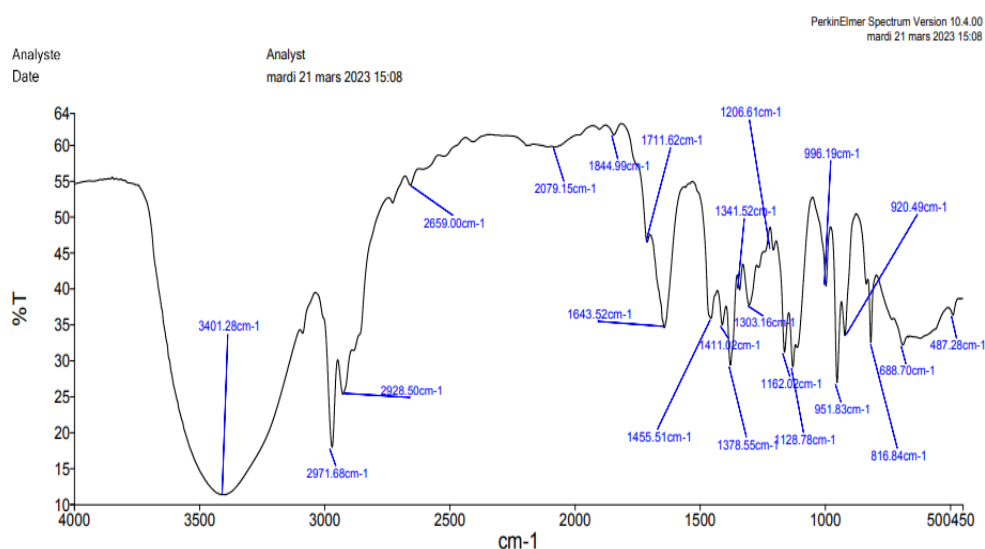


Figure 23 : Spectre infrarouge de l'éthanoate de linalyle.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

- Les résultats obtenus à partir des spectres RMN et IR ont confirmé avec succès la structure chimique des esters d'arôme étudiés, validant ainsi l'analyse. Les groupes fonctionnels caractéristiques des esters ont été clairement observés dans les spectres, confirmant ainsi la formation des esters d'arôme étudiés. Les données ont fourni une preuve solide pour la composition moléculaire des esters d'arôme, ce qui a joué un rôle dans leur caractérisation. En somme, les spectres RMN ^1H et IR ont permis de confirmer la structure chimique proposée pour les esters d'arôme étudiés.

IV. pH

Lors de notre étude sur les esters, nous avons mesuré un pH acide neutre (pH éthanoate de linalyle = 7), pH éthanoate d'isoamyle = 6,8 et pH éthanoate de butyle = 7,1). Il est important de noter que la mesure du pH de ces composés n'est pas couramment rapportée dans la littérature scientifique, mais elle est nécessaire pour déterminer la plage de pH dans laquelle notre ester se situe pour évaluer leur compatibilité avec différentes applications, telles que l'industrie alimentaire, cosmétique ou pharmaceutique, où le pH peut jouer un rôle critique dans la stabilité et les performances des produits.

V. Création d'une pâte d'arôme alimentaire

Dans le processus de création de la pâte d'arôme alimentaire, différents ingrédients ont été mélangés pour obtenir un meilleur résultat final. L'eau, le sucre, les substances aromatiques naturelles ainsi que les substances identiques au naturel ont été combinés. Ces éléments sont les fondements de cette recette, apportant une symphonie de saveurs authentiques et uniques à la pâte d'arôme.



Conclusion

Conclusion

De nos jours, la tendance de l'utilisation des produits naturels issus des plantes est en pleine croissance et le recours aux composés aromatiques naturels des plantes et une solution envisageable pour les différents secteurs industriels (agroalimentaire et cosmétique).

Au cours de ce travail de mémoire, nous avons extrait deux (02) arômes naturels de fraise, orange. Afin de mieux comprendre la composition chimique des arômes naturels, que nous avons extrait, nous avons réalisé une analyse chromatographique en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG/SM). Cette technique nous a permis de montrer que le principal constituant de l'extrait de fraise été l'éthyle 2-methylbutyrate un ester éthylique d'acide gras. Alors que l'extrait d'orange été constitué du 5-hydroxyméthylfurfural et l'acide benzoïque.

L'arôme artificiel peut copier un goût naturel, ou créer un goût inédit, qui n'existe pas dans la nature. Les arômes artificiels sont des produits chimiques largement utilisés dans l'industrie alimentaire pour créer le goût et la saveur. Pour les arômes synthétiques, nous avons produits trois (03) arômes à savoir lavande, pomme et banane. Afin de vérifier la pureté de nos arômes et la formation de esters correspondants, nous avons réalisé des analyses RMN et IR. Les résultats des analyses nous ont permis de montrer que les 03 arômes synthétisés sont bien conformes aux normes internationales et leur application dans l'industrie alimentaire est sans risque pour les consommateurs.

Au niveau du centre de I2E, nous avons mené une étude économique pour évaluer la faisabilité et la rentabilité de la production de ces arômes à grande échelle. Cette dernière est résumée dans le Business Model Canvas (BMC) qui accompagne ce mémoire. Ce BMC fournit un aperçu complet des aspects clés de la production d'arômes à grande échelle, notamment les coûts de production, les canaux de distribution, les partenaires clés. En somme, ce mémoire allie l'aspect expérimental de la production d'arômes à une analyse économique pour évaluer la faisabilité et la rentabilité de la production de ces arômes.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] Herkous, S., Sophie, S. Synthèse et Identification d'un Arôme artificiel (Acétate d'Isoamyle) et Son Conservateur (Acide Benzoïque). Mémoire de master, **2017**.
- [2] Delompré, T., Leloup, C., Salles, V., Briand, L. Goût et olfaction : des récepteurs au cerveau. *Médecine des Maladies Métaboliques*. **2022**, 16(6), 491-501.
- [3] De Kesel, M., Delvigne, M., Tinant, B. Quand les arômes nous mènent par le bout du nez ! in *Facultés des sciences, UCL : Scienceinfuse*. **2012**.
- [4] Schwieterman, ML., Colquhoun, TA., Jaworski, EA., Bartoshuk, LM., Gilbert, JL., Tieman, DM., Odabasi, AZ., Moskowitz, HR., Foltz, KM., Klee, HJ., Sims, CA., Whitaker, VM, Clark, DG. Strawberry Flavor: Diverse Chemical Compositions, a Seasonal Influence, and Effects on Sensory Perception. *PLOS ONE*. **2014**, 9(2), e88446.
- [5] Fernandez, X., Kerverdo, S. Les hétérocycles dans la chimie des arômes. *Actualité Chimique*, **2002**, 14, 4-14.
- [6] Wainsten, JW. *Le Larousse médical*. Larousse. **2012**.
- [7] Galtier, P. *Guide des arômes, colorants, additifs alimentaires- votre santé*. **1978**, paris.
- [8] Wang, Z., Herraiz, AG., del Hoyo, AM. Suero, M. G. Generating carbyne equivalents with photoredox catalysis. *Nature*. 2018, 554, 86–91.
- [9] Belhadj, F. *Caractérisation et l'études des colorants alimentaires*. Mémoire de master. **2015**.
- [10] Mielle, P. Une technique de pointe au service du contrôle de la qualité aromatique. *Biofutur*. **1998**, 174, 2-10.
- [11] Fernandez, X., D. Cabrol-Bass. *Analyse des arômes*. *Techniques de l'ingénieur*. **2019**.
- [12] Cavalli, JF. *Caractérisation par CPG/IK, CPG/SM et RMN du carbone-13 de l'huiles essentielles de Madagascar*. Thèse de doctorat. 2002, Université Pascal Paoli.
- [13] Lucaccioni, F., Deneyer, R., Tilquin, B. Pour une analyse des huiles essentielles. *Chimie nouvelle*, **1993**. 11(43), 1253-1257.
- [14] Saadoudi, M. *Caractérisation biochimique, conservation et essais d'élaboration des produits alimentaires à base du fruit de Zizyphus lotus L*. Doctorat en Sciences. *Sciences agronomiques*. **2019**.
- [15] Lehout, R., Laib, M. *Comparaison de trois méthodes d'extraction des composés phénoliques et des flavonoïdes à partir de la plante médicinale : Artemisia herba alba Asso*. Mémoire de master. **2015**.
- [16] Turon, F. *Recettes de macérats huileux : intérêt pour la cosmétique*. *Oléagineux, Corps gras. Lipides*. **2004**. 11(6), 411-413.

- [17] Nait Sidi Ahmed, A. Mise en place d'un procédé d'extraction et de pré-purification de molécules bioactives à partir d'une culture énergétique « *Salix miyabeana* SX67 ». Mémoire de maîtrise. **2012**.
- [18] Lucchesi, ME. Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de doctorat. **2005**, Université de la Réunion.
- [19] Bousbia, N. Extraction des huiles essentielles riches en anti-oxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires. Thèse en cotutelle. **2011**. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse & Ecole Nationale Supérieure Agronomique.
- [20] Moncada, K. What Does 'Natural Flavors' Mean on Food Labels ? Better Homes & Gardens, **2023**.
- [21] Benhamidat, L. Contribution à la connaissance du métabolisme secondaire de trois plantes de la famille des Astéracées : Investigation phytochimique et Activités biologiques. Thèse de doctorat. 2022. Université de Tlemcen.
- [22] Mazzocchia, C., Modica, G., Kaddouri, A., Nannicini, R. Fatty acid methyl esters synthesis from triglycerides over heterogeneous catalysts in the presence of microwaves. *Comptes Rendus Chimie*. **2004**. 7(6-7), 601-605.
- [23] Berlinet, C. Etude de l'influence de l'emballage et de la matrice sur la qualité du jus d'orange. Thèse de doctorat. **2006**. ENSIA (AgroParisTech).
- [24] Flavor Facts. Flavor Extract Manufacturers Association (FEMA) <http://www.flavorfacts.org> (accessed August 23, **2015**)
- [25] Gouyon, D. Contrôle par le produit des systèmes d'exécution de la production : apport des techniques de synthèse. Thèse de doctorat. **2004**. Université Henri Poincaré-Nancy I.
- [26] Fisher, CG. Synthèse d'estérification de Fischer d'acétate d'isopentyle (huile de banane) : picoSpin 45. Thermo Scientific. **2010**. 1-18.
- [27] Arribas-Lorenzo, G., Morales, FJ. Estimation of dietary intake of 5-hydroxymethylfurfural and related substances from coffee to Spanish population. *Food and Chemical Toxicology*. 2010, 48(2), 644-649.



Annexe



UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID - TLEMCEEN

Business Model Canevas

Date de dépôt : 19 /06/2023

Etudiants

RAHMOUN Mohammed - Younes

SALMI Fatima-Zohra

Code de projet : S_33

Nom du projet : Formulation des arômes pour l'industrie agroalimentaire et cosmétique

Encadrant : Pr DIB Mohammed El Amine

Co-encadrant : Pr Bensaid Okkacha

1-Proposition de valeur :

Notre entreprise propose des arômes identiques au naturel et des arômes naturels qui vont contribuer tout d'abord à une production nationale pour faire avancer et revivre l'industrie et aussi à limiter l'importation de ces produits.

Nos produits vont apporter une large différence dans le marché et cela en fonction de notre savoir-faire en tant que chimistes.

Par exemple :

- **Arôme identique au naturel : (Arôme liquide et sous forme d'émulsion)**

C'est des produits obtenus par des réactions chimiques bien définies qui nécessitent une bonne connaissance du domaine de la chimie. Nous en tant que chimiste on maîtrise les critères importants pour réaliser une bonne réaction à travers la vérification de nos réactifs ainsi par rapport au procédé d'obtention qui se déroule sur des réacteurs industriels d'une bonne technologie, le produit final est analysé par les différentes techniques d'analyses qui confirment la qualité et la conformité du produit.

Le consommateur ainsi que l'industriel auront donc accès à des arômes identiques au naturel qui répondent aux exigences de qualité sans se soucier des effets secondaires que peuvent provoquer certains produits présents dans le marché de sources des fois inconnus.

On propose des flacons de 40 ml en PET et jerrican de 20 Kg en PEHD pour les arômes en forme liquide, bouteilles en plastique de 1000 ml pour les émulsions (pâte d'arôme).

- **Arôme naturel : (Arôme liquide et extrait naturel)**

Ce produit est tout d'abord issu de matières premières naturelles végétales (fruits, plantes, épices ...) obtenus par des procédés conventionnels et innovants (extraction, macération et mélanges des substances aromatisants), ces derniers nous donnent plusieurs structures pour un arôme naturel (des arômes avec sucre naturel et des arômes sans sucre).

L'exigence de consommation actuelle est entraînée de favoriser l'utilisation des arômes naturels dans plusieurs produits alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques. Cela nous pousse à réaliser une production remarquable de

Annexe

ces substances.

Nos arômes naturels sont analysés pour garantir une bonne qualité vis à vis du consommateur, il faut savoir que ce produit dispose de molécules odorantes, colorants et quelques denrées nutritives complètement naturel.

Notre entreprise se fixe un but de mettre en vente ces produits dans le marché algérien et ce sont des produits qui vont s'imposer par rapport aux produits importés.

Les arômes naturels seront proposés en flacon en verre teinté de 10 mL et les extraits en verre teinté de 5mL.

2- Clients :



- Notre entreprise productrice des différents types d'arômes vise à rendre ces derniers disponibles sur tout le marché algérien en ciblant les différents clients existants, par exemple une réalisation de vente avec les industriels producteurs des produits agro-alimentaires, cosmétiques, pharmaceutiques et d'hygiène, ces derniers ont besoin d'arômes et de parfums pour donner une note et un aspect spécifique à leurs marchandises qui les rends plus attractive vis à vis du consommateur.
- Le consommateur ordinaire ainsi que les différents artisans (pâtisseries, boulangers, artisans de glaces,) font partie aussi du cœur de la clientèle ciblée en leurs proposant des arômes de plusieurs goûts et parfums qui leurs permettront une accessibilité à des résultats satisfaisants.
- Nous proposons les deux différentes gammes d'arômes avec un rapport qualité et prix bien étudié car c'est notre engagement envers notre clientèle.
- Nos produits destinés aux rayons des différents points de ventes seront d'un design assez original contenant une étiquette qui réponds aux normes internationale et remplie avec toutes les informations nécessaires à connaître sur le produit et comment l'utiliser.

3- Relations clients :



Notre entreprise met en place plusieurs types de relation avec les clients et cela pour acquérir, fidéliser et réaliser des ventes supplémentaires, il s'agit de :

Service individuel : On propose à mettre le client en contact direct avec le personnel de l'entreprise via les numéros de téléphone et l'adresse mail de l'entreprise ainsi que de recevoir le client au sein du bureau de l'entreprise et ce service est surtout destiné aux industriels et artisans.

Service automatisé : grâce à une boutique en ligne le client peut visualiser nos différents produits et les comparer avec les produits concurrents.

Les communautés : Nous serons disponibles sur les réseaux sociaux là où les différents clients et consommateurs verront nos nouveautés ainsi que partagerons leurs avis sur nos produits.

Service après-vente : Ce service englobe une carte de fidélisation pour les différents clients et la fidélisation varie selon le type de client (industriel, artisans, consommateurs ordinaire), invitation à des événements par exemple visite au niveau du site de la production, cadeau de bienvenue (cadeau lors du premier achat).

4- Canaux de distribution :



Notre entreprise s'engage vers :

Un canal de distribution direct : ce qui veut dire qu'on effectue la livraison directe aux grands clients consommateurs principalement les industriels, ainsi une vente via site internet qui propose une livraison directe pour les différents clients.

Un canal de distribution indirect : la vente sera effectuée avec des intermédiaires et plus spécifiquement on opte pour la grande distribution qui joue le même rôle d'intermédiaire que le détaillant avec de plus gros volumes et davantage de points de vente.

5- Partenaires clés :



Les partenaires clés ont plusieurs avantages pour l'entreprise tel que la réduction des coûts de production, l'augmentation des parts dans le marché, la limitation des risques ainsi que l'assurance du bon fonctionnement de l'entreprise et c'est pour cela que notre entreprise se présume d'être en contact avec plusieurs d'entre eux, tel que :

Annexe

Les fournisseurs : ce sont ceux qui nous fournissent de la matière première tels que :

- Les produits chimiques et les différents réactifs pour les arômes identiques au naturel (Les laboratoires KHIAT à Oran, CRAPC Expertise SPA à Tipaza, Prochima Sigma à Tlemcen)
- Les différentes substances aromatisants pour les arômes naturels : Vendeurs de fruits, épices, plantes en gros.
- Ceux qui fournissent le matériel nécessaire pour la production ainsi que les pièces de rechange (KHALES INDUSTRIE, CUISINOX ALGERIE ,...)
- Ceux qui nous fabriquent et vendent les différents types de bouteilles et flacons.
- Vendeurs de matériel pour laboratoire (ProchimaSigma,...)

Les partenaires financiers : Tel que l'organisme de L'ANADE.

6-Activités clés :

Tout d'abord notre activité principale est la fabrication des différents types d'arômes qui seront vendus dans le marché algérien, l'entreprise vise à créer de l'emploi, développer le secteur à travers des recherches continues au sein de l'entreprise ainsi avec des collaborateurs.

Pour vendre nos produits tout d'abord il faut faire connaître leurs cartes d'identité qui semblera intéressante pour la majorité de nos clients et cela s'effectuera avec des tests sur place ainsi en utilisant le moyen de la publicité et la propagande.

L'utilisation des différents réseaux de communication est une priorité au sein de l'entreprise vu que c'est un moyen important pour la vente en ligne ainsi que pour les questions souvent posées par les consommateurs.

L'entreprise aura une obligation de créer un environnement de communication professionnel en faisant des réunions entre un agent commercial et l'acheteur.

L'entreprise disposera de son propre réseau de stockage de matières premières et de produits finis.

7- Ressources clés :



Pour les ressources clés on a donc :

Annexe

Ressources Matériels :

- Location d'un local adéquat pour la procédure de production, stockage et gestion (entre 500 m² et 1000 m²),
- Disposition des machines : 4 mélangeurs avec homogénéisation, 2 remplisseurs, 1 broyeur, 2 fours à sécher, 2 extracteurs, étiqueteuses.
- Matériel de laboratoire : verreries, montage de synthèse (Reflux), Rota vapeur, appareils de mesures, hotte.
- Matière première : les différents produits et réactifs chimiques, fruits, épices, plantes, eau distillée.
- Matériel informatique (2PC pour la production, 2 PC pour laboratoire, 1 PC pour bureau, logiciels)
- 3 Caméras de surveillance, 3 climatiseurs, chauffages, 2 pompes à eau
- Eau, électricité, gaz, internet et téléphone.
- Acquisition de moyens de transport pour effectuer les différentes tâches de l'entreprise : 1 camion frigorifié.
- Disposition d'un laboratoire au sein de l'entreprise pour effectuer les synthèses, tests et les recherches

Ressources Humaines :

- Equipe de production (2 personnes dont un chef de production)
- Equipe de laboratoire (2 personnes dont un chef de laboratoire)
- Un Agent de sécurité
- Un délégué commercial
- Secrétaire
- Responsable Marketing

Ressources Financières : le prêt d'argent à travers l'anade via les banques algériennes représente une ressource financière, c'est à l'entreprise de déterminer son fonds de roulement et ses dépenses.

Annexe

8- Coûts :



Les différents coûts se résument dans :

- Prix de machines qui réalisent les procédés (Machines à réactions, extracteurs, mélangeurs, etc.) :

- 4 mélangeurs (2 avec capacité de 2000 L et 2 avec capacité de 1000 L) avec homogénéisation :
20000000,00 DA

- 2 remplisseurs : 500000,00 DA

- 1 broyeur : 200000,00 DA

- 2 fours à sécher : 500000,00 DA

- 2 extracteurs : 1000000,00 DA

- Etiqueteuse : 250000,00 DA

- Prix matériel informatique :

5 PC : 500000,00 DA

Logiciel : 100000,00 DA

- Prix matériel laboratoire :

-Verreries : 250000,00 DA

-Montage de synthèse (Reflux) : 200000,00 DA

-Rota vapeur : 250000,00 DA

-Appareils de mesures : 150000,00 DA

-Hotte : 150000,00 DA

- Prix de matière première :

-Flacons 10 ml verre teinté : 30 DA

-Flacon PET 40mL : 5 DA

-Jerrican PEHD 20 Kg : 80 DA

Annexe

-Bouteille plastique 1000 ml : 40 DA

-Réactifs chimiques, produits chimiques, fruits

*Frais matière première globale : 1500000,00 DA en moyenne par un seul mois ou bien un mois et demi.

- Prix voiture de livraison :

-Camion frigorifié : 2500000,00 DA

- Frais d'aménagement du local +3 Caméras de surveillance, 3 climatiseurs, chauffages, 2 pompes à eau : 800000,00 DA
- Analyse des produits finis : 30000,00 DA par échantillon. /an
- Salaires :

-Equipe de production : 70000,00 DA/mois (salaire de 2 personnes ouvrier : 30000,00DA/mois et chef de production : 40000,00DA/mois)

-Equipe de laboratoire : 75000,00 DA/mois (salaire de 2 personnes chimiste :30000,00DA/mois et chef de laboratoire :45000,00 DA/mois)

-Agent de sécurité : 18000,00 DA/mois (de 19H à 6H)

-Secrétaire : 25000,00 DA/mois

-Délégué commerciale : 35000,00 DA/mois

-Responsable marketing (gestion de site web et publicité sur réseaux) : salaire dépendant de l'investissement marketing.

- Frais de location : 50000,00 DA/mois
- Fonds de roulement (variable)
- Les charges (Eau, électricité, internet, gaz, internet et téléphone) : 20000,00 DA/mois
- Investissement marketing : 150000,00 DA /6mois (variable)
- Frais d'assurance (variable)
- Frais de déplacements (variable)

La structure des coûts nous montre que ce projet nécessite un prêt d'une valeur de 10000000,00 DA et une contribution personnelle qui sera estimée entre 2000000,00 DA et 3500000,00 DA pour un fonds de roulement.

Annexe

<u>Différents coûts</u>	<u>Totale de valeurs en DA :</u>
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Prix de machines :</u> - 4 mélangeurs (2 avec capacité de 2000L et 2 avec capacité de 1000L) avec homogénéisation : 20000000,00 DA - 2 remplisseurs : 500000,00 DA - 1 broyeur : 200000,00 DA - 2 fours à sécher : 500000,00 DA - 2 extracteurs : 1000000,00 DA - Etiqueteuse : 250000,00DA 	= 4450 000,00 DA
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Prix matériel laboratoire :</u> -Verreries : 250000,00 DA -Montage de synthèse (Reflux) : 200000,00DA -Rota vapeur : 250000,00 DA -Appareils de mesures : 150000,00 DA -Hotte : 150000,00 DA 	= 1000 000,00 DA
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Prix de matière première :</u> -Flacons 10ml verre teinté : 30 DA -Flacon PET 40mL : 5 DA -Jerrican PEHD 20Kg : 80 DA -Bouteille plastique 1000 ml : 40 DA -Réactifs chimiques, produits chimiques, fruits *Frais matière première globale :1500000,00 DA en moyenne par un seul mois 	
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Prix voiture de livraison :</u> -Camion frigorifié : 2500000,00DA 	= 2500000,00 DA
<ul style="list-style-type: none"> • Frais d'aménagement du local +3 Caméras de surveillance, 3 climatiseurs, chauffages, 2 pompes à eau : 800000,00 DA 	= 800000,00 DA
<ul style="list-style-type: none"> • Analyse des produits finis : 30000,00 DA par échantillon. /an 	= 30000,00DA/an

Annexe

<ul style="list-style-type: none"> • Salaires : -Equipe de production : 70000,00 DA / mois (salaire de 2 personnes ouvrier : 30000,00DA/mois et chef de production :40000,00DA/mois) -Equipe de laboratoire : 75000,00 DA/mois (salaire de 2 personnes chimiste :30000,00DA/mois et chef de laboratoire :45000,00DA/mois) -Agent de sécurité : 18000,00 DA/mois (de 19H à 6H) -Secrétaire : 25000,00 DA/mois -Délégué commerciale : 35000,00 DA/mois -Responsable marketing (gestion de site web et publicité sur réseaux) : salaire dépendant de l'investissement marketing 	= 223000,00 DA
<ul style="list-style-type: none"> • Frais de location : 50000,00 DA/mois 	= 50000,00DA/mois
<ul style="list-style-type: none"> • Les charges (Eau, électricité, internet, gaz, internet et téléphone) : 20000,00 DA/mois 	= 20000,00 DA/mois
<ul style="list-style-type: none"> • Investissement marketing : 150000,00 DA /6mois (variable) 	
<ul style="list-style-type: none"> • Fond de roulement (variable) 	
<ul style="list-style-type: none"> • Frais d'assurance (variable) 	
<ul style="list-style-type: none"> • Frais de déplacements (variable) 	

9- Revenues :



Les revenus se résument dans :

La vente des arômes (la quantité est importante) :

Arome identique au naturel :

Les prix des différents arômes seront presque les mêmes :

Pour 20 arômes proposés on aura donc :

Annexe

Vente flacon de 40mL : 70,00 DA

Vente bouteille de 1Kg d'émulsion : 1000,00 DA

Vente jerrican de 20Kg : 18000,00 DA

On propose une production de :

- 7000 flacons de 40 ml par mois (450 flacons pour chaque arôme).
- 1000 bouteille de 1Kg (émulsion) (50 bouteille pour chaque émulsion).
- 100 jerrican de 20Kg par mois (5 jerrican pour chaque arôme)

Notre marge de gain se résume dans les calculs suivants :

- Pour les flacons de 40mL : on a une production de 28L/mois équivalente à un prix d'achat de 135000,00 DA et avec une somme de frais de 250000,00 DA ce qui nous donne un prix de revient de 385000,00 DA.

On a un prix de vente équivalent à 490000,00 DA /mois ce qui nous donne :

$$\text{Bénéfice} = \text{Prix de vente} - \text{Prix de revient} = 490000,00 - 385000,00 = 105000,00 \text{ DA}$$

Donc un gain de 15DA par flacon.

- Pour les bouteilles de 1Kg : on a une production de 1000Kg/mois à un prix d'achat 650000,00 DA et avec des frais de 250000,00 DA ce qui nous donne un prix de revient 900000,00DA.

On a un prix de vente équivalent 1000000,00DA/mois ce qui nous donne :

$$\text{Bénéfice} = \text{Prix de vente} - \text{Prix de revient} = 1000000,00 - 900000,00 = 100000,00 \text{ DA}$$

Donc un gain de 100 DA par bouteille.

- Pour les jerricans de 20Kg : on a une production de 200Kg/mois à un prix d'achat 1350000,00 DA et avec des frais de 250000,00 DA ce qui nous donne un prix de revient 160000,00 DA

On a un prix de vente équivalent 1800000,00 DA ce qui nous donne :

$$\text{Bénéfice} = \text{Prix de vente} - \text{Prix de revient} = 1800000,00 - 1600000,00 = 200000,00 \text{ DA}$$

Donc un gain de 2000 DA par jerrican.

Donc la somme des bénéfices/mois est : 405000,00 DA

Arôme Naturel :

Production de 400 flacons/mois (100 flacons pour chaque arôme) on proposera donc 4 arômes naturels aux choix pour le début.

Annexe

Une production limitée d'arômes naturels n'engage pas un personnel important ce qui limite aussi les frais dépensés dans cette production (on fixe les frais).

- **Arôme de Fraise :**

Donc on calcule le prix de revient par flacon :

Prix revient = 500 DA + Frais

On fixe des frais à 100 DA par flacon donc : Prix de revient = 600 DA

On a aussi un prix d'achat de 500 DA (1Kg de fraise (d'où on récupère l'extrait) + substances aromatisants = 10 ml d'arôme concentré)

Prix de vente = 800 DA par flacon donc = 80000,00 DA pour 100 flacons

Donc notre Bénéfice = 800-600 = 200DA par flacon = 20000,00 DA par 100 flacons.

Les frais qu'engage l'arôme de fraise par mois sont : 10000,00 DA.

- **Arôme d'orange :**

Donc on calcule le prix de revient par flacon :

Prix revient = 550 DA + Frais

On fixe des frais à 100 DA par flacon donc : Prix de revient = 650 DA

On a aussi un prix d'achat de 550 DA (1,2 Kg d'orange (d'où on récupère l'extrait) + substances aromatisants = 10 ml d'arôme concentré)

Prix de vente = 850 DA par flacon donc = 85000,00 DA pour 100 flacons

Donc notre Bénéfice = 850-650 = 200DA par flacon = 20000,00 DA par 100 flacons.

Les frais qu'engage l'arôme d'orange par mois sont : 10000,00 DA.

- **Arôme de cerise :**

Donc on calcule le prix de revient par flacon :

Prix revient = 580 DA + Frais

On fixe des frais à 100 DA par flacon donc : Prix de revient = 680 DA

Annexe

On a aussi un prix d'achat de 580 DA (0.8 Kg de cerise (d'où on récupère l'extrait) + substances aromatisants = 10 ml d'arôme concentré)

Prix de vente = 900 DA par flacon donc = 90000,00 DA pour 100 flacons

On aura donc un bénéfice = $900 - 680 = 220$ DA par flacon = 22000,00 DA par 100 flacons

Les frais qu'engage l'arôme de cerise par mois sont : 10000,00 DA.

- **Arôme d'abricot :**

Donc on calcule le prix de revient par flacon :

Prix revient = 470 DA + Frais

On fixe des frais à 100 DA par flacon donc : Prix de revient = 570 DA

On a aussi un prix d'achat de 470 DA (1 Kg d'abricot (d'où on récupère l'extrait) + substances aromatisants = 10 ml d'arôme concentré)

Prix de vente = 780 DA par flacon donc = 78000,00 DA pour 100 flacons






On aura donc un bénéfice = $780 - 570 = 210$ DA par flacon = 21000,00 DA par 100 flacons

Les frais qu'engage l'arôme d'abricot par mois sont : 10000,00 DA

On aura donc un bénéfice total de : 83000,00 DA /mois

La production des extraits destinée à la vente se fera après quelques mois du démarrage de notre entreprise

Formulation des arômes pour l'industrie agroalimentaire et cosmétique et pharmaceutique

Partenaires clés	Activités 	Propositions 	Relation	Clients 
<p>Les fournisseurs de produits chimiques, fruits et emballages.</p> <p>Les partenaires financiers</p> <p>L'anade</p>	<ul style="list-style-type: none"> La fabrication des différents types d'arômes, Nous mettrons en avant les caractéristiques attrayantes de nos produits via des tests sur place et des campagnes publicitaires afin de les faire connaître auprès de nos clients potentiels. Nous utiliserons divers réseaux de communication pour favoriser la vente en ligne et répondre aux questions des consommateurs, tout en assurant des réunions professionnelles entre nos agents commerciaux et les acheteurs. 	<p>valeur</p> <p>Notre entreprise propose des arômes identiques au naturel et des arômes naturels qui vont contribuer tout d'abord à une production nationale pour faire avancer et revivre l'industrie et aussi à limiter l'importation de ces produits.</p> <p>Nos produits vont apporter une large différence dans le marché et cela en fonction de notre savoir-faire en tant que chimistes.</p> <p>Arôme identique au naturel (arôme de synthèse sous forme liquide et émulsion):</p> <p>Le consommateur ainsi que l'industriel auront donc accès à des arômes identiques au naturel qui répondent aux exigences de qualité sans se soucier des effets secondaires que peuvent provoquer certains produits présents dans le marché de sources des fois inconnus.</p> <p>On propose des flacons de 40ml en PET et jerrican de 20KG en PEHD pour les arômes en forme liquide, bouteilles en plastique de 1000ml pour les émulsions (pâte d'arôme).</p>	<p>Service individuel (numéros de téléphone, adresse mail.)</p> <p>Service automatisé (boutique en ligne.)</p> <p>Les communautés (réseaux sociaux ,...)</p> <p>Service après-vente (carte de fidélisation, invitation aux événements.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Industriels agroalimentaire, cosmétiques et pharmaceutiques. Artisans (pâtisseries, boulangers.) Consommateurs ordinaire
	<p>Ressources clés : </p> <p>Ressources matérielles : (local, zone de stockage, matières premières, machines de productions équipements pour laboratoire.)</p> <p>Ressources humaines : (chimistes, équipe de production, commerciale, responsable marketing.)</p> <p>Ressources financières : (prêt anade, fonds de roulement...)</p>	<p>Arôme naturel (arôme sous forme liquide et extrait):</p> <p>Nos arômes naturels sont analysés pour garantir une bonne qualité vis à vis du consommateur, il faut savoir que ce produit dispose de molécules odorantes, colorants et quelques denrées nutritives complètement naturel.</p> <p>Notre entreprise se fixe un but de mettre en vente ces produits dans le marché algérien et ce sont des produits qui vont s'imposer par rapport aux produits importés.</p> <p>Les arômes naturels seront proposés en flacon en verre teinté de 10mL et les extraits en verre teinté de 5mL.</p>	<p>Canaux </p> <p>Un canal de distribution direct : la livraison directe aux grands clients consommateurs</p> <p>Un canal de distribution indirect avec des intermédiaires et plus spécifiquement on opte pour la grande distribution qui joue le même rôle d'intermédiaire que le détaillant avec de plus gros volumes et davantage de points de vente.)</p>	

Annexe

Coûts

- Prix de machines qui réalisent les procédés : 2245000 DA
- Prix matériel informatique 600000 DA
- Prix matériel laboratoire : 1000000 DA
- Frais matière première globale : 1500000,00 DA en moyenne par un seul mois ou bien un mois et demi.
- Prix voiture de livraison :
Camion frigorifié : 2500000,00DA
- Frais d'aménagement du local +3 Caméras de surveillance, 3 climatiseurs, chauffages, 2 pompes à eau : 800000,00 DA
- Analyse des produits finis: 30000,00 DA
- Salaries: 156500,00DA/mois
- Frais de location: 50000.00 DA/mois
- Les charges (Eau, électricité, internet, gaz, internet et téléphone) : 20000,00 DA/mois
- Investissement marketing : 150000,00 DA /6mois (variable)
- Frais d'assurance (variable)
- Frais de déplacements (variable)

La structure des coûts nous montre que ce projet nécessite un prêt d'une valeur de 10000000,00 DA et une contribution personnelle qui sera estimée entre 2000000,00 DA et 3500000,00 DA pour un fond de roulement.

Revenus

- La vente des arômes (la quantité est importante)
- Arôme de synthèse :
- Prix de vente flacon 40ml: 70 DA
 - Prix de vente bouteille de 1Kg: 1000 DA
 - Prix vente jerrican de 20Kg: 18000 DA
- Arôme naturel:
- Prix de vente flacon de fraise = 800 DA
 - Prix de vente flacon d'orange =850 DA
 - Prix de vente flacon de cerise = 900 DA
 - Prix de vente flacon d'abricot = 780 DA

Pour une vente d'une production par mois on aura un totale de : 3623000,00 DA