



Faculté Sciences de la Nature et de la Vie
Département Sciences Alimentaires

Ref :

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Master sciences alimentaires

Filière : Sciences Alimentaires

Option : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

Thème

Elaboration d'une boisson à base du jus d'Anis étoilé, jus
de Citron et jus de Menthe

Présenté par

Mr OUALI Salim & Melle SLAOUTI Amel

Soutenu le : 10 / 09 / 2020

Devant le Jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

M _r	BOUKHALFA Farid	MCA	Univ. de bejaia	Président
M ^{me}	TAFININE Zina	MCA	Univ. de bejaia	Examineur
M ^{me}	BOULEKBACHE Lila	professeur	Univ. de bejaia	Encadreur

Année Universitaire : 2019 / 2020

Remerciements

Nous rendons grâce à Dieu le tout puissant pour le courage et la patience qu'il nous a accordé pour mener à bien notre travail.

Nous adressons nos remerciements les plus vifs et témoignons notre gratitude à notre Promotrice Mme BOULEKBACHE MAKHLOUF Lila pour l'attention et l'importance qu'elle a accordée à ce travail en prenant part au jury de soutenance.

Nous associons à ces remerciements les membres de jury : Mr BOUKHALFA Farid de nous avoir fait l'honneur de présider le jury.

Mme TAFININE Zina pour nous avoir fait l'honneur d'accepter l'évaluation de ce travail.

Nos remerciements vont aussi aux personnels de l'organisme IFRI ainsi qu'à toute l'équipe du laboratoire, pour l'aide précieuse qu'ils nous ont apporté concernant les analyses effectuées. L'expression de notre sincère gratitude pour leur disponibilité et leur coopération.

Nous tenons aussi à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de notre travail.

Dédicaces

A l'aide de DIEU, le tout puissant Ce travail est achevé, je le dédie à toutes Personnes que j'aime, A mon père et à ma mère: L'honneur de ce travail revient à mes très chers parents pour leur affection, leurs sacrifices et encouragements pendant ma formation et que dieu les protège et les garde en bonne santé.

A mon frère et mes sœurs à mon collègue à tous mes amis (e) à tous les enseignants qui ont contribué à ma formation au long de mon cursus universitaires.

A toutes les personnes qui m'ont vraiment soutenue et aidé même si de loin ; vous êtes une source de force pour moi. A toute la promotion qualité des produits et sécurité alimentaire (2019-2020).

Amel

Dédicaces

Avec l'aide de Dieu, j'ai pu réaliser ce modeste travail que

Je dédie :

À

Mes très chers parents, le trésor de ma vie que j'adore et j'admire et qui

Ne m'ont jamais laissé tomber

À mon frère : Zidane

À ma sœur : Sonia

À mes très chers amis

À mes cousines et cousins

En particulier la petite Louisa (wiwiz)

À mes tantes et mes oncles

À tous mes enseignants du primaire à l'université

Et à toute ma promotion.

Salim

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction1

Partie 1 : Synthèse bibliographique

Les jus de fruits

I. Généralités sur les jus de fruits	3
I.1. Définition	3
I .2. Les différents types de jus de fruits.....	3
I.3. Composition des jus de fruits.....	3
I.3.1. Eau traitée.....	4
I.3.2. Sucre liquide.....	4
I.3.3.Concentré de jus de fruits	4
I.3.4.Carboxyméthylcellulose (CMC).....	4
I.3.5.Acide citrique	4
I.3.6.Acide ascorbique (E300).....	5
I.3.7. Différentes étapes de production des jus de fruits.....	5

Le Citron

II. 1. Historique.....	7
II. 2. Définition.....	7
II. 3. Description du citronnier.....	8
II. 4. Classification botanique.....	8
II. 5. Différentes variétés.....	9
II. 5. 1.Eureka.....	9
II. 5. 2.Verna.....	9
II. 5. 3.Femminello.....	9
II.5. 4.Interdonato.....	9
II. 6. Composition chimique de <i>Citrus limon</i>	10
II.6.1. Les vitamines.....	10
II. 6.2. Les flavonoïdes.....	11

Sommaire

II. 6.3. Les huiles essentielles.....	11
II. 6.4. L'acide citrique.....	11
II. 6.5. Les limonoïdes.....	11
II. 6.6. Les sels minéraux.....	12
II. 6.7. Les protéines et acides aminés.....	12
II. 6.8. Les glucides.....	12

La menthe

III.1. Description.....	13
III.2. Classification botanique.....	14
III.3. Composition chimique.....	14
III.4. Utilisation de la menthe.....	14

L'anis étoile

IV.1. Historique.....	16
IV.2. Description botanique.....	16
IV.3. Classification.....	17
IV.4. Effets thérapeutiques.....	17
IV. 4.1. Utilisation interne.....	17
IV. 4-2. Utilisation externe.....	18
IV. 4- 3 Activités biologiques.....	18

Partie 2 : Expérimentation

Matériels et Méthodes

II.1. Échantillonnage.....	19
II.2. Préparation des échantillons	19
II.3. Analyse physicochimique.....	20
II.3. 1. Mesure de pH.....	20
II. 3. 2. Mesure du Brix (°Brix).....	20
II.3. 3. Détermination de l'acidité titrable.....	20
II.4. Pasteurisation de produit fini.....	21

Sommaire

II.5. Propriétés microbiologique du produit fini	21
II.5.1. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM).....	21
II.5.2. Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	22
II.5.3. Recherche et dénombrement des coliformes.....	24
II.5.4. Dénombrement des <i>leuconostoc</i>	25

Résultats et Discussion

I. Analyse des matières premières.....	26
I.1. Le pH.....	26
I.2. Le Brix.....	27
II. Analyses du produit fini.....	27
II.1. Analyses physicochimiques.....	27
II.2. Analyses microbiologiques.....	29
Conclusion	31

Référence bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

APAB : Association des Producteurs Algériens de Boissons.

°C : Degrés Celsius.

CMC : Carboxyméthylcellulose.

°B : Degré Brix.

DRBC : Dichloran Rose Bengale Chloramphénicol.

FTAM: Flore Totale Aérobie Mésophile.

ISO: International Organization for Standardization.(organisation Internationale de standardisation).

MOL : Orange mangue au lait.

OCC : Orange Carotte Citron.

PCA : Plate Count Agar. (Gélose sur plaque)

VRBL : Lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre.

Liste des tableaux

Tableau I : Définition des différents types de jus de fruits.

Tableau II: Situation botanique de l'espèce *Citrus limon*.

Tableau III : Présentation des différentes variétés de citron et leur période de fructification.

Tableau IV : Situation botanique de l'espèce *Mentha spicata* L.

Tableau V : Situation botanique de l'espèce *Illicium verum*.

Tableau VI: Les valeurs du degré Brix des matières premières.

Tableau VII : Résultats des analyses physicochimiques du produit fini avant et après pasteurisation.

Tableau VIII : Résultats microbiologiques de la boisson élaboré.

Liste des figures

Figure 01 : Schéma représentant les différentes étapes de fabrication des jus de fruits.

Figure 02 : Photographie des feuilles et fruits du citronnier.

Figure 03 : Photographie de *Mentha spicata*.

Figure 04 : Photographie du fruit de la badiane de chine.

Figure 05 : Les opérateurs pour le dénombrement des FTAM.

Figure 06 : Les opérateurs pour le dénombrement des levures et moisissures.

Figure 07 : Les opérateurs pour le dénombrement des coliformes.

Figure 08 : Les opérateurs pour le dénombrement des *leuconostoc*.

Figure 9 : Résultats des analyses du pH des matières premières: jus de menthe (JM), jus de l'anis étoile (JAE) et jus de citron (JC).

Introduction

Depuis toujours, l'Homme a utilisé son environnement et en particulier les plantes pour se soigner. Il est estimé que deux tiers des médicaments actuels ont une origine naturelle (**Newmann et al., 2007**). Les substances naturelles issues des végétaux ont des intérêts multiples mis au profit des industries alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques (**Bahorum, 1997**).

Les jus de fruits ont un rôle essentiel dans l'alimentation humaine grâce à leur apport en vitamines, antioxydants, minéraux et glucides (**Espiard et al., 2002**). Outre leurs bienfaits réhydratants, ils couvrent de nombreux besoins de l'organisme et présentent des qualités communes même si chaque jus de fruits a ses atouts nutritionnels spécifiques (**Vierling, 2008**).

En Algérie, l'industrie des jus et des boissons à base de fruits, s'est développée considérablement ces dernières années. La fabrication des jus utilise comme matière de base des concentrés ou pulpes de fruits qui sont souvent importés, en y rajoutant des substances de synthèse dans le but de mieux conserver leur qualité nutritionnelle et organoleptique.

Les agrumes représentent l'une des récoltes de fruits les plus importantes au monde, ces fruits sont consommés généralement crus ou sous forme de jus en raison de leur valeur nutritive et de leur flaveur particulière (**Joshi-pura et al., 2001**). Parmi ces agrumes, *Citrus limon* qui est une plante très abondante en Algérie, elle est utilisée comme plante médicinale, et comme ingrédients dans plusieurs plats cuisinés et recettes de gâteaux traditionnels ou modernes. Elle présente un grand intérêt pharmacologique et industriel, les effets bénéfiques du citron sont principalement attribués à la présence des composés bioactifs, tels que les caroténoïdes, les polyphénols, la vitamine C.... (**Craig, 1997**). Cette dernière molécule est connue par son activité anti scorbut (**Berche, 2019**). La production des agrumes en Algérie a connu ces dernières années une nette progression, elle couvre actuellement une superficie de 63296 ha (**Mohammedi-Boubekka., 2015**), d'où l'intérêt de sa transformation à l'échelle industrielle.

D'autre part le régime alimentaire Méditerranéen est caractérisé par l'utilisation des herbes aromatiques et des épices (**Lecerf, 2015; Simopoulos, 2001**) qui sont riches en antioxydants et en principes actifs dont les composés phénoliques, les caroténoïdes et les vitamines (**Bach-Faig et al., 2011; Wargovich et al., 2001**). Parmi ces épices et herbes figurent l'anis étoilé et la menthe, respectivement.

Introduction

C'est dans cette optique, que s'inscrit notre travail. En effet, son objectif est l'essai d'élaboration d'une nouvelle boisson à base d'anis étoilé, de citron et de menthe dont le but de mettre en place une boisson nutritive, que nous avons estimé bénéfique pour la santé du consommateur, et que les industries des boissons la mettront sur le marché dans un futur proche.

Différentes étapes ont été suivies dans la réalisation du présent travail :

- Préparation des matières premières (extraction de jus de citron, menthe et infusé de l'anis étoilé) et analyse de leurs paramètres physicochimiques;
- Formulation d'une boisson à base des matières premières citées ci-dessus et d'un sirop à base de saccharose;
- Enfin, évaluation des caractéristiques physicochimiques et microbiologiques du produit fini avant et après pasteurisation.

Ce document est subdivisé en deux parties qui sont : La partie (1) : Synthèse bibliographique, qui est organisée en 4 petites parties relatives aux jus de fruits, le citron, la menthe et l'anis étoilé, respectivement. La partie (2) : Partie expérimentale, qui est subdivisée à son tour en deux petites parties à savoir la partie I (Matériels et méthodes) qui est relatif aux expérimentations utilisées dans la réalisation de ce travail et en fin la partie II dans laquelle sont décrits et discutés les résultats obtenus. Comme tout travail expérimental une conclusion est donnée à la fin du document. Nous tenons à signaler que le travail réalisé représente environ 40% de ce qui a été prévu de faire et ceci en raison des conditions sanitaires, relatives au COVID-19, que traverse le monde entier.

Synthèse

bibliographique

I. Les jus de fruits :

I.1. Définition

Le jus de fruits est le liquide fermentescible non fermenté, tiré de la partie comestible de fruits sains, parvenus au degré de maturation approprié, frais ou conservés dans de bonnes conditions (**Codex Alimentarius, 2005**). Il est obtenu par des procédés mécaniques et doit posséder la couleur, l'arôme et le goût caractéristique des fruits dont il provient (**Prolongeau et Renaudin, 2009**).

I.2. Les différents types de jus de fruits

Le jus de fruits est un suc naturel d'un fruit obtenu par plusieurs méthodes, on distingue plusieurs types de jus selon les particularités présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau I : Définition des différents types de jus de fruits

Les différents types de jus	Définition
Concentré de fruits	C'est le produit obtenu par élimination physique de l'eau et dont le Brix est supérieur à 50% (Codex Alimentarius, 2005).
Nectars de fruits	C'est le produit non fermenté, mais fermentescible, obtenu en ajoutant de l'eau, des sucres et/ou du miel aux jus de fruits frais ou reconstitué, l'addition de sucres ou de miel est autorisée dans une quantité n'excédant pas 20% en poids par rapport au produit fini (Codex Alimentarius, 2005).
Eaux fruitées	La dénomination est réservée aux boissons préparées à partir de l'eau potable et de jus de fruits, jus de fruits concentrés, fruits ou un mélange de ces composants dans une proportion égale ou supérieure à 10 % de jus (Boudra, 2007).
Boissons lactées	Ces boissons sont constituées de lait (en général écrémé), de sucre, de stabilisant, d'aromatisant et de fruits (Boudra, 2007).

I.3. Composition des jus de fruits

Les jus de fruits reconstitués contiennent les composants suivants :

I.3.1. Eau traitée

Le composé principal, l'eau, provient de l'eau de source locale ou du réseau d'eau, et quelle que soit leur origine, ces eaux reçoivent un traitement adéquat destiné à les rendre bactériologiquement et chimiquement propre à la consommation. L'eau traitée est obtenue par divers procédés : microfiltration, désionisation, osmose inverse... (**Apab, 2011**).

I.3.2. Sucre liquide

Le sucre liquide est obtenu par hydrolyse acide du sucre cristallin, il est composé à parts égales d'un mélange de fructose, glucose et saccharose. Il possède des propriétés spécifiques à savoir : anti-cristallisante, conservation améliorée, bonne coloration des produits cuits, abaissement du point de congélation pour les glaces, pouvoir sucrant supérieur...etc. Il peut être ajouté uniquement aux jus de fruits (à base de concentrés de jus, concentrés de purée de fruits) et aux nectars de fruits (**Apab, 2011**).

I.3.3. Concentré de jus de fruits

Obtenu par des procédés adaptés qui conservent les caractéristiques physiques, chimiques, organoleptiques et nutritionnelles essentielles du fruit dont il provient. Le jus obtenu peut être trouble ou clair et peut contenir des substances aromatiques et des composés volatils restitués à condition qu'ils proviennent des mêmes espèces de fruits et soient obtenus par des moyens physiques adaptés (**Codex Alimentarius, 2005**).

I.3.4. Carboxyméthylcellulose (CMC)

La carboxyméthylcellulose sodique est issue des fibres de bois et généralement des macromolécules polysaccharidiques, elle est utilisée dans l'industrie alimentaire pour sa propriété épaississante, texturante, stabilisante ou émulsifiante, elle est connue sous le code E466. Elle donne le volume, la tenue et l'aspect moelleux aux produits. D'une manière générale, elle est moins toxique que les colorants, les conservateurs ou les antioxydants de synthèse (**Charles et Darrigol, 1987**).

I.3.5. Acide citrique

Les boissons sucrées contiennent généralement une quantité importante d'acide, principalement de l'acide citrique, il est connu comme additif alimentaire sous le code E330. Cet acide confère à la boisson un caractère rafraîchissant, il peut être utilisé comme agent émulsifiant, antioxydant ou encore pour ses qualités aromatiques, il a un effet bactériostatique en acidifiant le milieu (**Guy et Vierling, 2001**).

I.3.6. Acide ascorbique (E300)

C'est une substance qui prolonge la durée de conservation des denrées alimentaires en les protégeant des altérations provoquées par l'oxydation. En réagissant avec le dioxygène de l'air, il l'empêche ainsi d'oxyder d'autres molécules organiques, ce qui provoquerait un rancissement (mauvais goût) ou un changement de couleur (brunissement peu appétissant) et il limite les effets néfastes des radicaux libres (c'est un antioxydant) (**De Kesel *et al*, 2006**).

I.3.7. Différentes étapes de production des jus de fruits

Les boissons sucrées sont essentiellement fabriquées par des opérations de mélange et de stabilisation par la chaleur avant le conditionnement aseptique. Suivant le type de boisson, la composition, la viscosité et l'acidité, des traitements thermiques de stabilisation sont appliqués. Ainsi le choix de la méthode de traitement repose sur les critères suivants :

- type de produit (jus, nectar, boisson carbonée ou non) ;
- acidité du produits traité et rapport Brix/Acide (il est bien connu que les germes acidophiles sont moins thermophiles et nécessitent des températures de pasteurisation plus basse) ;
- présence de pulpes de fruits qui augmentent la viscosité et modifient les propriétés rhéologiques du produit et éventuellement la présence de fibres ;
- durée de vie du produit désiré qui dépend de la composition du produit, du barème de pasteurisation, de la nature de l'emballage et de distribution ;
- éventuellement, désaération et homogénéisation. La désaération vise à éviter l'oxydation de la vitamine C pendant le stockage. Cette opération est pratiquée plus en cas de remplissage à froid qu'en remplissage à chaud. L'homogénéisation se pratique essentiellement pour les fruits dont les jus ou les purées sont visqueux et difficiles à mélanger (**Mathlouthi, 2007**).

Dans le but d'obtenir un jus de fruits et une boisson gazeuse aseptiques, il est nécessaire de respecter la chronologie des différentes étapes du processus (figure 01):

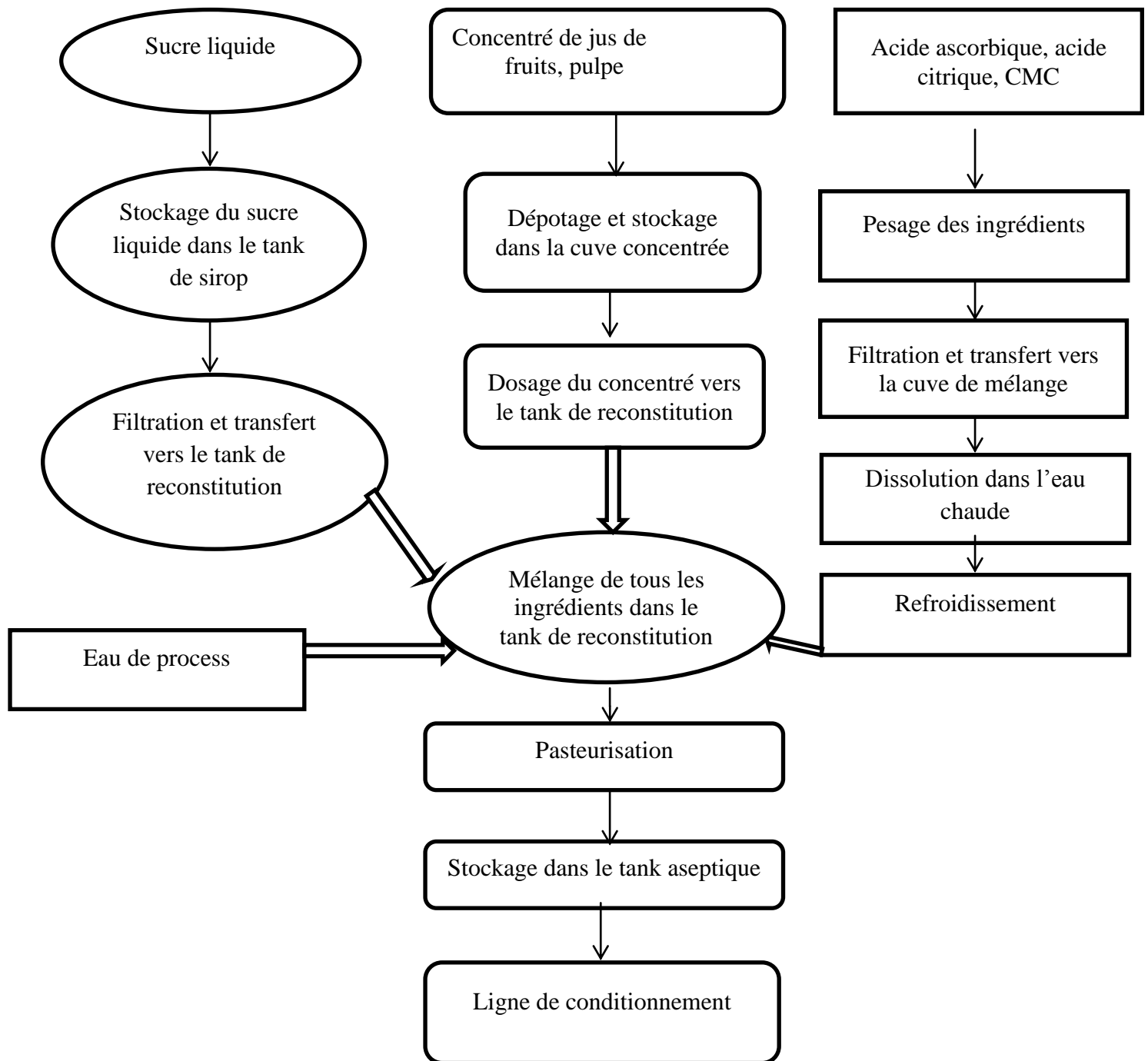


Figure 01 : Schéma représentant les différentes étapes de fabrication des jus de fruits (Mathlouthi, 2007).

II. Le citron :

II. 1. Historique

Le citron du mot « limon », terme emprunté à l'italien *limone*, qui venait lui-même de l'arabo-persan *limûn*. Le mot est apparu dans la langue française en 1351, d'où vient le mot « limonade ». Le terme « citron », né en 1398, est dérivé du latin *citrus*. Il a graduellement remplacé « limon » dans la langue populaire (AL-Jabri et Hossain, 2018). C'est dans les écrits chinois que le mot citron a fait sa première apparition (AL-Jabri et Hossain, 2014).



Figure 02 : Photographie des feuilles et des fruits du citronnier

Une première mention date de 1175, le citron a probablement été introduit en Chine entre le X^{ème} siècle et le milieu du XII^{ème} siècle, à l'est de la région Himalayenne, au sud de la Chine, plus précisément de la Haute Birmanie. Le citron est cultivé par les Grecs, les Romains et les Egyptiens (Hellal, 2011).

Ce sont les Arabes qui diffuseront le citron, l'introduisant en Afrique du Nord, en Afrique et en Espagne, de même que dans tout le bassin Méditerranéen. Lors des croisades au Proche Orient, les Européens de l'ouest, de l'est et du nord découvriront les agrumes qu'ils rapporteront dans leur pays respectifs. De là naîtront les premières serres, dites orangeries. Les premiers agrumes: citrons, limes, oranges sont introduits dans le nouveau monde par Christophe Colomb en 1493 (Hellal, 2011).

II. 2. Définition

Le citron est un agrume, fruit du citronnier. Le fruit mûr a une écorce qui va du vert tendre au jaune éclatant sous l'action du froid. La maturité est en fin d'automne et début d'hiver dans l'hémisphère nord. Sa chair est juteuse, acide et riche en vitamine C, ce qui lui

vaut avec sa conservation facile d'avoir été diffusé sur toute la planète par les navigateurs qui l'utilisaient pour prévenir le scorbut (**Bourdjioua et Boumalou, 2012**).

II. 3. Description du citronnier

Le citronnier est un arbuste originaire du sud-est Asiatique, cultivé sur le littoral de la Méditerranée et dans toutes les régions du monde à climat semi-tropical (**Himed, 2011**). Le citronnier est un petit arbre épineux, à feuilles persistantes (Figure 2), atteignant 3 à 6 m de hauteur, à cime étalée et peu denses, au feuillage vert claire. Les feuilles composées, unifoliées, alternées, de forme variable, lancéolées, elliptiques, à bord denticulé, de taille très variable de 5 à 10 cm. Les fleurs sont blanches et odorantes. Le fruit est ovoïde (Figure 02), de 5 à 10 cm de diamètre, à peau épaisse, adhérente, jaune claire et odorante à maturité (**Hellal, 2011**).

Cette plante est l'une des agrumes les plus vigoureux, de croissance rapide, elle produit de nombreuses branches et fructifie abondamment, la fructification de l'hiver est plus importante (de 60 à 70% de production annuelle de l'arbre) (**Himed, 2011**).

II. 4. Classification botanique

Selon **Hellal. (2011)** la classification botanique du citronnier est comme suit :

Tableau II: Situation botanique de l'espèce *Citrus limon*

Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Sous- embranchement	Angiospermes
Classe	Eudicotylédones
Ordre	Rutales
Sous-classe	Rosidées
Famille	Rutaceae
Genre	Citrus
Espèce	<i>Citrus limon</i>

II. 5. Différentes variétés

Le citron a plusieurs variétés dont les plus connues sont : Verna, Eureka, Femminello et Intedonoto (**Koskinen, 2011**).

II. 5. 1. Eureka

Eureka est née en Californie à partir de graines originaires de la Sicile dans les années 1850. Le fruit de forme oblongue est né tout au long de la saison. Les fleurs sont teintées de rose. Le fruit est lisse à croûte moyenne mince, riche en jus, à taux élevé d'acide, à faible nombre de graines et une agréable saveur (**Koskinen, 2011**).

II. 5. 2. Verna

Verna est d'origine inconnue et est surtout cultivée en Espagne. Les arbres Verna sont grands et sans épines. Ils fleurissent généralement deux fois par an. Le fruit peut rester sur l'arbre, pendant une longue période, sans perdre sa qualité nutritionnelle et gustative (**Koskinen, 2011**).

II. 5. 3. Femminello

Femminello est la variété de citron la plus importante de l'Italie. C'est un arbre de taille moyenne avec peu d'épines ou non. Dans des conditions appropriées, il fleurit presque toute l'année (**Koskinen, 2011**).

II. 5. 4. Interdonato

Interdonato est un hybride naturel de citron et de cédrat. Le fruit est gros, oblongue, cylindrique, conique avec mamelon souligné à l'apex et un cou court ou un collier à la base. La peau est jaune, lisse, brillante, fine et bien accrochée. La pulpe est jaune-verdâtre, répartie en 8 ou 9 segments, croquante, juteuse, très acide et légèrement amère avec très peu de graines (**Koskinen, 2011**).

Tableau III : Présentation des différentes variétés de citron et leur période de fructification (Klimek-Szczykutowicz et al., 2020).

Variété	Saison	Caractère de fruit
Primofiori	Octobre à décembre	Forme ovale, peau fine, pulpe très juteuse.
Internado	Septembre à octobre	Fruit de grande de taille, peau, très fine, pulpe juteuse et acide, absence de pépins.
Verna	Toute l'année	Fruit de couleur jaune intense, peau rugueuse et épaisse, absence de pépins, peu acide.
Eureka	Toute l'année	Forme ovoïde, zeste difficile à prélever, pulpe juteuse très acide.

II. 6. Composition chimique de *citrus limon*

II. 6.1. Les vitamines

Le citron contient une faible quantité de vitamines A, B1 et B2 ainsi que de flavonoïdes et de pectine. Mais c'est la vitamine C qui est de loin la plus présente dans ce fruit. La concentration moyenne de vitamine C est de 50 mg pour 100 g de fruit. Il contient également des caroténoïdes et des coumarines (Ferloo, 2011). La vitamine C est une vitamine hydrosoluble très sensible à l'air, à la lumière et à la chaleur, la cuisson détruit jusqu'à 35% de sa teneur initiale (Bourgeois, 2003).

La vitamine C a une structure apparentée à celle des hexoses ayant pour formule brute C_6H_8O . La structure précise de la vitamine C est composée d'un cycle lactone portant une fonction éne-diol (OH-C=C-OH) et deux fonctions alcool. Elle est établie par Haworth en 1932 qui lui a donné le nom chimique de l'acide ascorbique. Après, sa synthèse à partir de D-glucose est mise au point par Reichstein (Fain, 2005; Ifn, 1995).

II. 6.2. Les flavonoïdes

Le terme « flavonoïdes » regroupe un grand nombre de composés naturels, largement répartis dans le règne végétal appartenant à la famille des polyphénols (**Mouly *et al.*, 1996**). Ce sont des pigments responsables de la coloration de nombreux légumes et fruits. Les flavonoïdes du latin *flavus* sont un groupe d'antioxydants naturels comprenant des composés de couleur jaune, orange ou rouge présents dans des vacuoles sous forme d'hétérosides, l'ose constituant étant fréquemment le glucose ou le rhamnose (**Adrian et Frangne, 1986**).

II. 6.3. Les huiles essentielles

L'huile essentielle extraite de l'écorce contient du limonène et du citral (**Bourdjioua et Boumalou, 2012**).

La composition chimique et le rendement en huiles essentielles varient suivant plusieurs paramètres: l'environnement, le génotype, origine géographique, la période de récolte et le séchage de l'échantillon (température et durée) (**Harkat-Madouri *et al.*, 2015**).

Le rendement d'extraction des huiles essentielles à partir de l'écorce de *Citrus limon* est de 1,2 à 1,5%. Les principaux constituants sont le limonène (65 à 70%), le citral (1 à 5%), le β -pinène (4 à 9%), le γ -terpinène (9 à 12%), le linalol (1,5%), le cinéole, d'acétate de géranyle, le nonanal, le citronellal, l' α -terpinéol, le camphène et l'abisabolène (**Himed, 2011**).

II. 6.4. L'acide citrique

L'acide citrique est naturellement présent dans le citron en grande quantité (il intervient pour plus de 95% dans l'acidité de ce fruit). Il est utilisé dans l'industrie alimentaire comme acidifiant (soda), correcteur d'acidité, agent de levuration et dans la synthèse des arômes (**Himed, 2011**).

II. 6.5. Les limonoïdes

Les limonoïdes sont des triterpènes qui se trouvent à faibles concentrations dans les divers agrumes qui déterminent la saveur, la nutrition et qualité du traitement du jus (**Bautista *et al.*, 2019**). Les molécules qui les produisent, comme l'acide limonoïque, proviennent de l'albédo des fruits (**Karim et Hashinaga, 2002**).

Leur concentration dépend de la variété, de la période de la récolte et de la région géographique de provenance des citrons (**Saini *et al.*, 2019**). Le limonin est un composé qui

produit une forte saveur amère dans le jus. Cependant, son seuil de détection sensorielle dépend de la sensibilité du dégustateur (**Karim et Hashinaga, 2002**).

II. 6.6. Les sels minéraux

Les sels minéraux sont des constituants importants de la famille des agrumes (**Zhou et al., 2018**). La concentration totale des sels minéraux dans le jus de citron dépend fondamentalement de l'origine géographique, les variétés, la saison, le degré de maturité, les conditions de culture (**Hashemi et al., 2017**). Le potassium est le sel minéral le plus abondant dans le citron (157mg/100 g de citron) (**Aprifel, 2017**).

II. 6.7. Les protéines et acides aminés

Environ 70% de l'azote organique se trouve dans le jus sous forme d'acides aminés libres. Le reste est reparti entre des petits peptides d'approximativement 82 kDa de poids moléculaire (**Ranganna et al., 1983**).

II.6.8. Les glucides

Les agrumes sont une excellente source de nutriments naturels (**Zhou et al., 2018**). Le saccharose, le glucose et le fructose sont les principaux glucides du jus citron. Des polymères à haut poids moléculaire comme les pectines et les complexes de cellulose et hémicellulose constituent une partie de la pulpe et des fibres du jus (**Lopez, 2002**).

III. La menthe :

III.1. Description

Les espèces de Menthe (*Lamiaceae*) sont largement réparties en Europe, Asie, Afrique, Australie et Amérique du Nord et 15 espèces sont disséminées à travers l'Algérie. Ces dernières sont parmi les herbes alimentaires et médicinales les plus populaires en Algérie (Brahmi *et al.*, 2020).



Figure 03 : Photographie de *Mentha spicata*

La menthe verte (*Mentha spicata* L.) est un hybride à feuilles de couleur verte claire. Les menthes sont des plantes herbacées, à feuilles pétiolées ou sessiles, arrondies ou ovales, à fleurs de couleur mauve, rose ou blanche (Bézanger-Beauquesne *et al.*, 1990; Teuscher *et al.*, 2005).

III.2. Classification botanique

La classification botanique de *Mentha spicata* est la suivante (**Perrot (1944)**):

Tableau IV : Situation botanique de l'espèce *Mentha spicata* L.

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphyte
Sous embranchement	Angeosperme
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Métachlamides
Ordre	Tubiflorales
Famille	Labiacée
Genre	<i>Mentha</i>
Espèce	<i>Menthaspicata</i> L

III.3.Composition chimique

La menthe est très riche en huiles essentielles (**Brahmi et al., 2016**), cette dernière est composée de L-carvone (teneur entre 40 à 80 %), l'acétate de dihydrocuminyne (10 à 12%, ces deux constituants majeurs étant responsables de l'odeur de la plante) et de limonène (5 à 15%);ils sont accompagnés de dihydrocarvone, de dihydrocarvéol d'acétate de carvyle et de caryophyllène. Dans d'autres races chimiques, la carvone est accompagnée de 1,8 cinéol (jusqu'à 20%), depulégone(jusqu'à 50 %) ou de terpinéol-4 (jusqu'à 18%)(**Sidalli, 2010**).

III.4.Utilisation de la menthe

En thérapeutique, la menthe est utilisée contre la fièvre, la faiblesse, la toux, les nausées, les maux de l'estomac, la dépression, l'hystérie, les troubles de la vue, elle présente aussi plusieurs propriétés médicales (stimulation du système nerveux, tonifiante, stomachique, antiseptique, analgésique et vermifuge) (**Brahmi et al., 2016**).

La menthe est aussi utilisée contre les parasites, les tiges et les fleurs de la menthe sont brûlées pour chasser les puces des matelas et des animaux domestiques; des sacs de menthe sont placés proximité de certaines denrées alimentaires (grains et fromage) pour chasser les rongeurs (**Brahmi et al., 2016 ; Fournier, 1948**).

Dans le domaine alimentaire, la menthe est utilisée dans les crèmeries, les chocolateries et les confiseries (**Aristide, 1964 ; Brahmi *et al.*, 2016**). La menthe peut également être utilisée dans la fabrication des produits cosmétiques comme les shampoings et savons, qui donnent aux cheveux un parfum de menthe et produisent une sensation de fraîcheur sur la peau (**Benayad, 2008 ; Zaidi et Dahiya, 2015**).

IV. L'Anis étoile :

IV.1.Historique

Il a été introduit en Europe à la fin du 17^{ème} siècle, originaire d'Asie, principalement de Chine du Sud, poussant essentiellement dans les régions tropicales il peut supporter le climat tempéré doux Européen. La Badiane est également appelé "Anis de Sibérie", "Anis Etoilé Badiane", "Badiane de Chine" et "Fenouil de Chine"(Othmane et Bouchakour, 2018).

IV.2.Description botanique

La badiane de Chine est un arbre ornemental et aromatique. Atteignant une dizaine de mètres, toujours vert, peu rustique, il supporte les températures allant jusqu'à -5°C (Othmane et Bouchakour, 2018).

Le feuillage est vert foncé, les fleurs assez grandes et généralement solitaires, rose ou jaune, le fruit, marron-rouge une fois séché, ressemble à une étoile de 5 à 10 branches (en général 8), la taille des rayons varie de 1 à 3 cm de long, sur 3 à 5 mm de large (Figure 04).

Les carpelles de taille semblable sont insérés régulièrement sur un pédicule central, chaque branche de l'étoile se fonde à maturité et laisse voir une graine unique, marron brillant. Le péricarpe du fruit (pas la graine) possède une forte odeur anisée, très agréable, et une saveur douce un peu sucrée (Othmane et Bouchakour, 2018).



Figure 04 : Photographie du fruit de la badiane de chine (Wang *et al.*, 2011).

IV.3. Classification

La classification botanique d'*Illicium verum* est montrée dans le tableau ci-après:

Tableau V : Situation botanique de l'espèce *Illicium verum* (Wang *et al.*, 2011)

Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Magnoliidae
Ordre	Illiciales
Famille	Illiciaceae
Genre	<i>Illicium</i>
Espèce	<i>I. verum</i>

IV.4. Effets thérapeutiques

I. verum est utilisée en tant que plante médicinale dans les pays asiatiques, surtout en Chine. Différentes formulations sont utilisées, y compris fruit entier, poudres et huiles essentielles (Wang *et al.*, 2011).

IV. 4.1. Utilisation interne

- **Troubles gastro-intestinaux** : atténue les colites, entérocolites, indigestions, dyspepsies, flatulences et les spasmes du tube digestif.
- **Troubles de la vésicule biliaire**: stimule la sécrétion biliaire.
- **Troubles de l'appareil urinaire**: agit sur les spasmes de la vessie infectée et atténue les douleurs liées aux calculs rénaux.
- **Système cardiovasculaire**: régule les troubles de la tension artérielle et des pulsations cardiaques (propriétés tonicardiaques).
- **Problèmes hormonaux**: réduit les dérèglements hormonaux et les bouffées de chaleur liés à la ménopause.
- **Etat général** : diminue la fatigue physique, l'asthénie, l'anxiété, la dépression et stimule la libido (Phytomania, 2000 ; Sung *et al.*, 2012).

IV. 4-2. Utilisation externe

- **Pathologies** : aide à fluidifier les sécrétions nasales (en cas de rhinopharyngites).
- **Rhumatologie**: Calme les douleurs articulaires et les lombalgies (Phytomania,2000;Sung *et al.*, 2012).

IV.4-3. Activités biologiques

- **Activité insecticide**

L'activité insecticide des huiles essentielles de *Illicium verum* est largement rapportée dans la littérature (Matos *et al.*, 2020 ; Park *et al.*, 2016).

- **Activité antimicrobienne**

L'huile d'anis étoilé a de puissantes propriétés antimicrobiennes (Dzamic *et al.*, 2009). L'anéthol, son composant principal a été rapporté comme possédant un effet antifongique (Wang *et al.*, 2011).

- **Activité antioxydante**

L'activité antioxydante de *I. verum* est liée à sa composition phénolique, en effet, une corrélation positive très significative ($R^2 = 0,95$) a été obtenue entre sa capacité antioxydante et sa teneur en composés phénoliques (Thring *et al.*, 2009).

- **Toxicité**

L'anis étoilé est utilisé depuis des centaines d'années comme plante médicinale et comme aliment en Chine. Des tests de toxicité ont été réalisés sur des souris et il a été rapporté que l'administration orale d'une dose élevée (500 mg/kg) de son extrait (acétate d'éthyle) a produit des convulsions et toxicité létale chez la souris (Wang *et al.*, 2011).

Partie 2

Expérimentale

La préparation de la boisson est effectuée au niveau de la salle de préparation, c'est l'étape de mélange et d'incorporation des différents ingrédients qui constituent le produit.

Ainsi les ingrédients incorporés sont: le jus d'anis étoilé, le jus de citron, quelques gouttes de jus de menthe et enfin le sirop (sucre liquide). La solution est soumise à une agitation continue.

II.1. Échantillonnage

Au total trois ingrédients ont été utilisés pour la préparation de la boisson.

➤ L'anis étoile

L'échantillon d'anis étoile (*Illicium verum*) a été acheté chez un herboriste de la région de Bejaia, Daïra de Sidi Aiche.

➤ Le citron et la menthe

Ces échantillons sont récoltés dans une ferme privée dans la région de Bejaia, Daïra de Tazmalt.

II.2. Préparation des échantillons

➤ Préparation de la solution à base d'anis étoile

15 g d'anis étoile, pesés à l'aide d'une balance (Denver, SI 2002), sont infusés dans 400 ml d'eau bouillante pendant 2 min, la solution est filtrée puis laissée tiédir.

➤ Extraction de jus de citron

Cinq citrons (environ 350g) ont été lavés à l'eau du robinet puis à l'eau distillée ensuite coupés en deux. Le jus a été obtenu à l'aide d'une presse agrume contenant un filtre pour enlever la pulpe et les graines. La pulpe récupérée a subi une deuxième filtration à l'aide d'une gaze. Le jus fraîchement pressé a été mis dans des bouteilles et conservé à 4°C.

➤ Extraction de jus de menthe

100 g de menthe ont été lavés à l'eau du robinet puis à l'eau distillée, ensuite broyés à l'aide d'un mixeur, le jus obtenu a été filtré pour obtenir un extrait brut.

II.3. Propriétés physicochimiques des produits

Il à noter que l'analyse des paramètres physicochimiques a été réalisée sur la matière première (pH et degré Brix) et la boisson formulée fraîche et pasteurisée (pH, degré Brix et l'acidité titrable).

II.3.1. Mesure de pH

La détermination du pH consiste en la mesure de l'acidité ou de l'alcalinité d'un produit. La mesure est basée sur une réaction mettant en jeu les ions H^+ libres d'une solution, l'échantillon à analyser est ramené à une température avoisinant les 20°C (**Poulin et al., 2006**).

Dans notre cas, la mesure du pH est réalisée avec un pH-mètre (INOLAB, Allemagne) en introduisant la sonde à l'intérieur de l'échantillon, le résultat est directement lu sur l'écran de l'appareil.

II.3.2. Mesure de Brix (°Bx)

La valeur du Brix se rapproche du pourcentage des solides solubles dans l'eau qui dans la plupart des cas reflète la quantité de sucres présente dans le jus (**Peacock et Schorn, 2002**). Plus le °Brix est élevé, plus l'échantillon est sucré. L'appareil utilisé pour la mesure du degré Brix est un réfractomètre qui sert à déterminer l'indice de réfractométrie. Il doit être préalablement étalonné. Cela consiste à déposer sur le prisme du réfractomètre quelques gouttes 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 où un trait horizontal doit apparaître de façon très nette (**Iberraken, 2016**).

II.3.3. Mesure de l'acidité titrable pour le produit fini

L'acidité totale représente l'ensemble des acides organiques et minéraux, elle est exprimée en fonction de l'acide dominant.

Le principe de la méthode consiste en un titrage de l'acidité de 10 ml de l'échantillon avec une solution d'hydroxyde de Sodium (NaOH) 0.1N en présence d'un indicateur coloré qui est la phénolphthaléine à 1%. Le point d'équivalence est déterminé lors du virage de la couleur de l'échantillon vers le rose clair.

Les résultats sont calculés selon la formule suivante :

$$\text{La quantité d'acide dans l'échantillon (g/l)} = V \times 0,64$$

V : Volume de NaOH utilisé pour le titrage;

II. 4. Pasteurisation du produit fini

A la fin de la préparation, la boisson est dirigée vers le pasteurisateur où un traitement thermique est appliqué au produit afin d'améliorer la qualité microbiologique, prolonger la durée de vie et également préserver la qualité organoleptique de la boisson (Apab, 2011).

La boisson est traitée thermiquement (95°C à 98°C) pendant 15 secondes, afin de détruire sa flore microbienne, elle est ensuite immédiatement refroidie à une température de 18°C à 20°C pour préserver ses qualités gustatives et nutritives.

II.5. Propriétés microbiologique du produit fini

L'analyse microbiologique a été réalisée sur la boisson pasteurisée. L'objectif du contrôle microbiologique est d'assurer une bonne sécurité hygiénique et une bonne qualité marchande du produit fabriqué dans la mesure où elles dépendent des micro-organismes présents dans le produit, ainsi que de favoriser un bon rendement en permettant de minimiser les pertes des produits dues aux mauvaises conditions de fabrication et d'avoir le moins possible de produits non conformes (Tchango, 1996).

Les analyses microbiologiques ont pour but la recherche des germes pathogènes et le dénombrement des autres microorganismes. Pour notre étude les analyses microbiologiques ont été effectuées sur le produit fini.

Pour les échantillons des produits finis, l'ensemencement des milieux de culture a été effectué directement sans effectuer de dilutions. Cet ensemencement a été réalisé à raison de 01ml pour chaque échantillon.

II.4.1.Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM)

Cette flore est capable de se multiplier en aérobiose, elle représente l'ensemble des microorganismes saprophytes et pathogènes. Elle regroupe tous les germes: Bacilles ou Cocci, Gram positif ou Gram négatif, pouvant proliférer au sein d'un produit alimentaire. Le

dénombrement de cette flore nous renseigne sur le degré de contamination de l'aliment et sur l'éventuelle présence de germes pathogènes (**Bourgeois et Leveau, 1980**).

Le milieu de culture utilisé pour le dénombrement de cette flore est le milieu PCA. L'ensemencement est réalisé en masse, les géloses préalablement fondues et maintenues en surfusion à 55°C ont été coulées dans les boîtes de Pétri contenant 1ml d'échantillon à analyser.

Les boîtes ont été incubées à 30°C pendant 2 jours. Après incubation, les colonies blanchâtres se présentent sous forme lenticulaire en masse. Les boîtes contenant un nombre <500 UFC/ml sont prises en considération (**Gálvez, S.L et al., 2007**).

Les opérations de dénombrement de la FTAM sont représentées dans la figure 05.

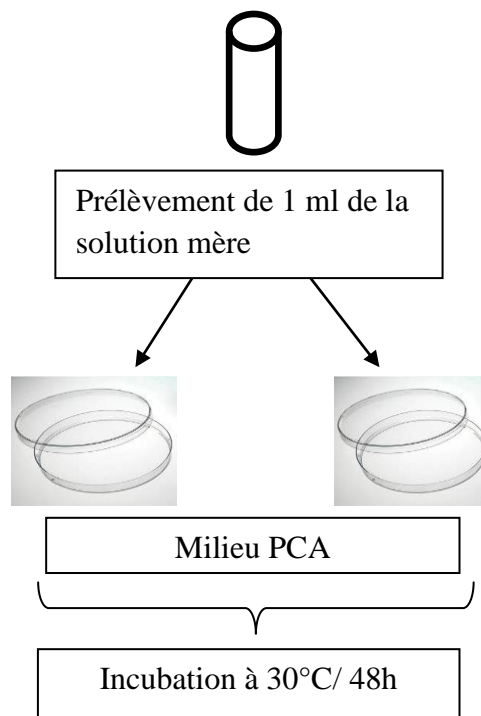


Figure 05 : Les opératoires pour le dénombrement des FTAM.

II.4.2. Recherche et dénombrement des levures et moisissures

Les levures et moisissures sont des champignons dont la présence dans les boissons n'est pas souhaitée. La présence de ces champignons a pour conséquences: l'altération du goût, gonflement, mauvaise présentation et réduction de la durée de conservation des produits, les

levures quand elles se développent, ne sont pas pathogènes, mais elles dégradent la qualité marchande. Les moisissures, quant à elles présentent un risque sanitaire, parce qu'elles produisent des mycotoxines dans les aliments (**Guiraud *et al.*, 1980**).

Le dénombrement des levures et moisissures est réalisé sur le milieu DRBC (Dichloran Rose Bengale Chloramphénicol). L'ensemencement avait été effectué, en profondeur, à raison de 1 ml par boîte (sur deux boîtes), en suite elles ont été incubées à 30°C pendant 02 à 03 jours. Les levures forment des colonies mates ou brillantes, avec un contour régulier et une surface plus au moins convexe et les moisissures forment des thalles étendues, plats ou duveteux, avec des fructifications colorées et des formes de sporulation (**Iso 7954 :1987**).

Les opérations pour le dénombrement des levures et moisissures sont représentées dans la figure 06.

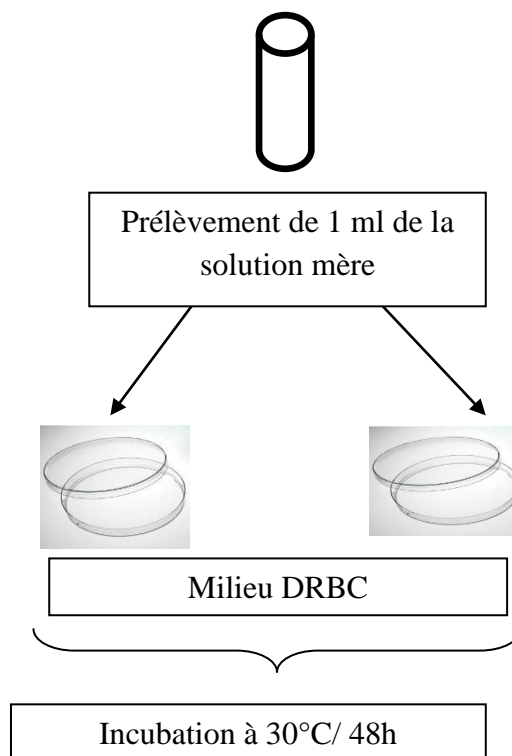


Figure 06 : Les opératoires pour le dénombrement des levures et moisissures.

II.4.3. Recherche et dénombrement des coliformes

Les coliformes sont des entérobactéries fermentant le glucose et le lactose en produisant du gaz et des acides organiques. Elles sont des bactéries aérobies et anaérobies facultatives, Gram-négatives, non sporulées, en forme de bâtonnets, présentent une oxydase négative aussi caractérisées par une réaction positive à la β -D-galactosidase capables de fermenter le lactose et le mannitol avec production d'acide, de gaz et d'aldéhyde (**Divya et Solomon, 2016**).

Le dénombrement et l'isolement direct des entérobactéries s'effectuent sur un milieu glucosé inhibant la croissance des bactéries Gram positif, le milieu le plus courant pour les analyses alimentaires est la gélose VRBL. L'ensemencement est réalisé en masse, les géloses préalablement fondues et maintenues en surfusion à 55°C ont été coulées dans les boîtes de Pétri contenant 1ml d'échantillon à analyser. Les boîtes ont été incubées à 30°C pendant 2 jours (**Bousmaha et al., 2013**).

Les opérations pour le dénombrement des coliformes sont représentées dans la figure 07.

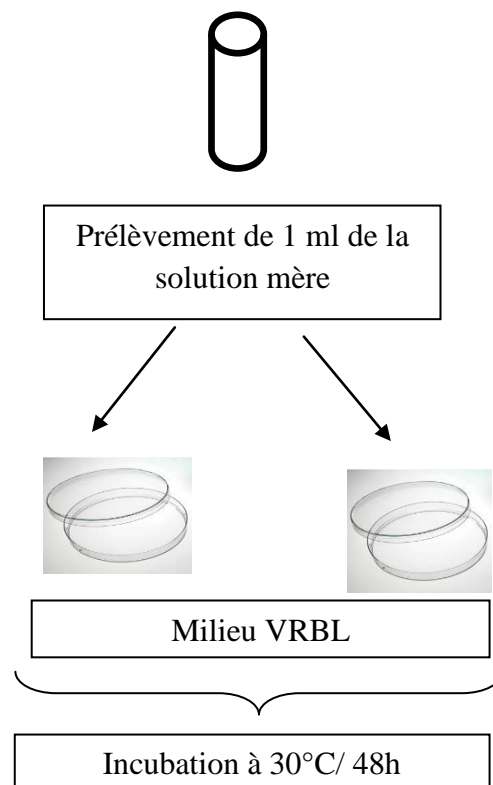


Figure 07 : Les opératoires pour le dénombrement des coliformes.

II.4.4. Dénombrement des *leuconostoc*

Les *leuconostoc* sont des bactéries aérobies anaérobies facultatives et exigeantes sur le plan nutritionnel, ces bactéries sont hétéro-fermentaires et produisent à partir du glucose de l'acide lactique, du CO₂ et de l'éthanol. Leurs propriétés biochimiques et physicochimiques en font des contaminants fréquents des produits acides et sucrés dont les boissons (**Bourgeois et Leveau, 1991**).

Le dénombrement des *leuconostoc* a été effectué sur le milieu à l'extrait d'orange par ensemencement en masse. Les opérations pour le dénombrement des *leuconostoc* sont représentées dans la figure 08.

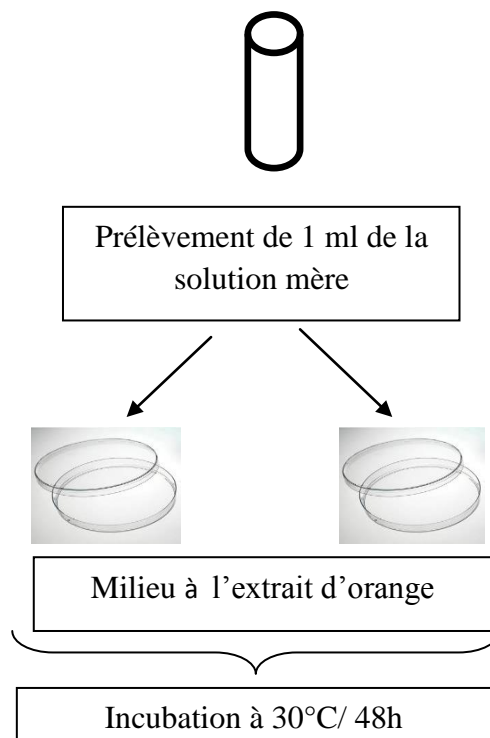


Figure 08 : Les opératoires pour le dénombrement de *s leuconostoc*.

III. 1. Analyse des matières premières

Dans cette partie du travail, seules les analyses physico-chimiques (pH et Mesure du degré Brix) ont été réalisées sur les matières premières.

III.1.1. Le pH

Les valeurs de pH des matières premières utilisées pour la fabrication de notre boisson sont de 3,80 pour l'anis étoile (JAE), 2,92 pour le citron (JC) et 7,2 pour la menthe (JM).

Les résultats de ces analyses sont représentés dans la figure 09.

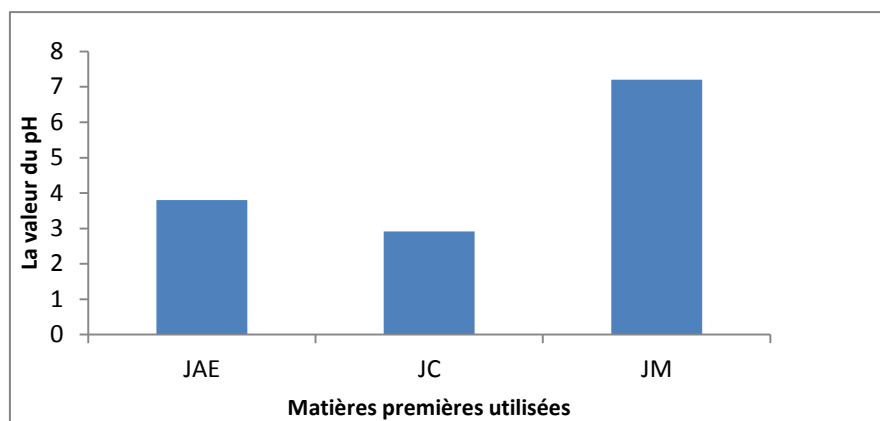


Figure 9 : Résultats des analyses du pH des matières premières: jus de menthe (JM), jus de l'anis étoile (JAE) et jus de citron (JC).

Les résultats obtenus ont montré que la valeur la plus élevée est enregistrée pour le jus de menthe suivie de celui de l'anis étoile et enfin de celui du citron.

Selon l'étude de (Rekha *et al.* 2012) le pH du jus de citron (dilué 1/10) est de 4,00. Cependant (Roussos *et al.* 2011) ont trouvé un pH un peu plus acide pour le *Citrus limon* qui varie entre 2,89 à 3,5 pour la variété *interdonato*. Le résultat obtenu dans la présente étude est dans l'intervalle de l'étude réalisée par ce groupe de chercheurs.

Les agrumes sont classés comme des fruits acides, car leur matière soluble est essentiellement constituée de sucres et d'acides organiques dont les acides citriques, maliques, oxaliques, tartrique, galacturonique et quinique (Karadeniz, 2004).

Le pH de l'anis étoilé est de $3,80 \pm 0,01$ qui est un pH un peu acide. Enfin pour le pH de la menthe, il est de $7,2 \pm 0,01$ qui est un pH neutre. Aucune donnée bibliographique relative aux pH des solutions de ces deux échantillons n'a été rapportée dans la documentation que nous avons consultée.

III.1.2. Le Brix

Le tableau suivant, présente les valeurs du degré Brix des matières premières utilisées pour la fabrication de notre boisson, qui sont de $0,3^{\circ}\text{B}$ pour l'anis étoilé (JAE), $5,1^{\circ}\text{B}$ pour le citron (JC) et $0,7^{\circ}\text{B}$ pour la menthe (JM).

Tableau VI: Les valeurs du degré Brix des matières premières.

Les échantillons	Valeur du Brix
Jus d'anis étoilé (JAE)	$0,3^{\circ}\text{B}$
Jus de citron (JC)	$5,1^{\circ}\text{B}$
Jus de menthe (JM)	$0,7^{\circ}\text{B}$

D'après les résultats enregistrés, on remarque que le degré Brix le plus élevé est celui du jus de citron, suivi de celui de la menthe et enfin de celui de l'anis étoilé. Ces variations en taux de sucre dans les échantillons analysés sont dues à la différence de composition des fruits étudiés ainsi qu'aux conditions de leur préparation.

III.2. Analyses du produit fini

III.2. 1. Analyses physicochimiques

Le processus thermique utilisé dans la pasteurisation des jus augmentent la durée de conservation en inactivant certaines enzymes et micro-organismes (levures, moisissures et bactéries). Cependant, le traitement thermique entraîne également une perte de saveur et d'autres changements, qui nuisent à la qualité nutritionnelle du jus frais (**Rabie et al., 2014**).

D'après les résultats illustrés dans le tableau ci-dessous, les valeurs obtenues avant et après la pasteurisation sont: $3,06 - 3,03$; $11,1^{\circ}\text{B} - 11,3^{\circ}\text{B}$ et $8,32 - 8,00$ pour le pH, le Brix et l'acidité, respectivement.

Tableau VI : Résultats des analyses physicochimiques du produit fini avant et après pasteurisation.

Physicochimie	Avant pasteurisation	Après pasteurisation	Le centre
Le pH	3,06	3,03	3,45
Le Brix	11,1	11,3	11,2
L'acidité titrable	8,32	8,00	8,16

Les résultats des mesures de l'acidité titrable, du °Brix et de pH du jus élaboré à base du jus de l'anis étoilé, de citron et de menthe, nous renseigne sur les caractéristiques physico-chimiques de la boisson à formuler.

Les résultats obtenus montrent que les paramètres physicochimiques de la boisson formulée ne sont pas affectés par la pasteurisation. Nos résultats rejoignent ceux rapportés par (**Allam, 2016**) sur son étude qui concerne l'impact de la pasteurisation sur les arômes volatils et les propriétés physicochimiques du jus de grenade, en effet, ce chercheur n'a rapporté aucune modification dans les valeurs des paramètres étudiés.

L'effet de la pasteurisation sur la stabilité physicochimique et la qualité nutritionnelle des aliments transformés a fait l'objet des recherches scientifiques et des industriels du domaine.

En effet plusieurs travaux de recherche ont été publiés sur ce sujet, ils sont tant actuels qu'anciens. Dans le travail effectué par (**Azzouzi et ses collaborateurs 2018**), sur l'effet de la pasteurisation sur la stabilité physicochimique et la qualité nutritionnelle du jus d'orange (Marocaine), il a été rapporté que l'acidité et le Brix du jus d'orange fraîchement pressé et traité par quatre échelles thermiques (65 ° C / 30min, 77 ° C / 1min, 88 ° C / 15s, 92 ° C / 30s) ne sont pas affectés par la pasteurisation, ces données confirment les résultats obtenus dans la présente étude. Cependant, ces chercheurs ont rapporté des modifications dans les valeurs de pH qui ont considérablement augmenté pour tous les traitements de pasteurisation, ce qui n'est pas le cas du résultat obtenu dans notre étude.

D'autre part, (**Margean et al. 2020**) ont souligné l'effet de la pasteurisation sur les paramètres physicochimiques du jus de raisins rouge, en effet, ces chercheurs ont rapporté une variation dans les valeurs du pH et de l'acidité du jus traité alors qu'aucune variation significative n'a

été constatée pour la valeur du Brix. Ces résultats controversés peuvent être liés à la différence des jus étudiés (différence des fruits) et donc de leur composition chimique ainsi qu'aux barèmes de température utilisées dans la pasteurisation.

III.2. 2. Analyse microbiologique

Les résultats microbiologiques devront permettre de s'assurer de la conformité des produits *vis-à-vis* de la législation et de la réglementation en vigueur, ainsi que de leur suivi qualité. En effet, pour confirmer qu'un aliment détient une certaine assurance qualité en ce qui a trait à la santé du consommateur il est important, de comparer les résultats des tests microbiologiques trouvés aux normes.

Dans le cadre du produit, objet de l'étude il y avait donc certaine susceptibilité de trouver les germes totaux aérobies mésophiles et les champignons (levures et moisissures). Les produits sucrés sont les cibles prioritaires des levures et moisissures. Il était nécessaire dans le cadre de cette étude de faire un dénombrement de ces germes.

Les résultats de l'analyse microbiologique du jus formulé sont représentés dans le tableau suivant:

Tableau VII : Résultats microbiologiques du jus de fruit élaboré

Les germes recherchés	Résultats
FTAM	Absence
Coliformes	Absence
Levures et moisissures	Absence
Leuconostocs	Absence

D'après les différentes analyses microbiologiques effectuées et les résultats obtenus sur les boissons gazeuses et les jus de fruits, on remarque l'absence de micro-organismes tels que les Coliformes qui sont des indicateurs d'une contamination fécale, l'absence de la FTAM, des *leuconstocs* et des levures et moisissures.

Le dénombrement de ces germes montre des charges nulles, ce qui répond aux normes de l'entreprise et aux normes Algériennes (J.O.R.A 2017).

Il semblerait que les jus de citron, de menthe et d'anis étoile qui rentre dans la composition de la boisson élaborée, exerce une certaine influence sur le développement des germes totaux.

Ces résultats confirment la bonne qualité microbiologique des matières premières utilisées pour la fabrication du jus, et au respect des conditions aseptiques lors de la préparation du produit fini.

On peut donc dire que le produit est de bonne qualité microbiologique selon les spécifications réglementaires en vigueur.

Conclusion

Conclusion

Au terme de cette étude expérimentale, nous avons testé la possibilité de fabriquer une nouvelle boisson à base de jus de citron et deux plantes médicinales : anis étoilé (qui présente une qualité organoleptique intéressante) et la menthe. La boisson formulée est composée aussi d'un sirop de saccharose qui est utilisé pour améliorer les propriétés organoleptiques, de la boisson, sans affecter sa qualité nutritionnelle. Cette composition lui a conféré une valeur nutritionnelle intéressante.

Le barème de pasteurisation a été efficace, et l'ensemble des analyses physico-chimiques et microbiologiques effectuées ont montré la conformité, sur le plan microbiologique, de notre boisson aux normes décrites par le Journal Officiel de la république Algérienne **N°35 de 27 Mai 1998**. Cette étude mérite d'être approfondie et promet sans doute de bonnes perspectives d'élaboration d'une nouvelle boisson à base d'anis étoilé, en tenant compte de tous les paramètres et facteurs pouvant contribuer à la maîtrise de la formulation d'une boisson à forte valeur ajoutée à savoir :

- ✓ L'optimisation de la préparation de la boisson en utilisant un plan de mélange du moment que nous avons utilisé 3 matrices végétales et une solution de saccharose ;
- ✓ Suivi des paramètres physicochimiques au cours de sa conservation ;
- ✓ Suivi de sa qualité organoleptique et nutritionnelle ;
- ✓ Suivi de la qualité microbiologique des matières premières, ainsi que l'optimisation du traitement thermique (pasteurisation) ;
- ✓ Analyse de sa qualité sensorielle.

Références bibliographiques

Références Bibliographiques

A

Adrian J. et Frangne R. (1986). La science alimentaire de A à Z. Ed. Lavoisier, p293.<http://www.aprifel.com/fiche-nutri-produit-composition-citron,2.html>

AL jabri N. Hossain M. (2014).Comparative chemical composition and antimicrobial activity study of essential oils from two imported lemon fruits samples against pathogenic bacteria, science directe.3. pp247 -253

AL jabri N. Hossain M. (2018). Chemical composition and antimicrobial potency of locally grown lemon essential oil against selected bacterial strains.30.pp14-20

Apab (Association des Producteurs Algériens de Boissons). (2011). Guide des bonnes pratiques d'hygiène, industrie algérienne des jus de fruits, nectars et produit dérivés. Algérie, 151p.<http://apab-algerie.org/index.php/filiere-boissons/etudes-sectorielles>

Azzouzi, H., Elfazazi, K., Achchoub, M., Chafik, L., Jbilou, M., and Salmaoui, S. (2018). EFFECT OF THERMAL PASTEURIZATION ON THE PHYSICOCHEMICAL STABILITY AND NUTRITIONAL QUALITY OF MOROCCAN VALENCIA LATE ORANGE JUICE.*INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCES & RESEARCH TECHNOLOGY*,7(8), 277-283.

B

Bautista.G. Vidallon.M. Salamanez.K. Rodriguez.E. (2019). Nanodelivery system based on zein-alginate complexes enhances in vitro chemopreventive activity and bioavailability of pomelo [Citrus maxima (Burm.) Merr.] seed limonoids.54.101-296

Bézanger-Beauquesne L., Pinkas M., Torck M. et Trotin F. (1990). Plantes médicinales des régions tempérées. Maloine, Paris.

Boudra, A. (2007). Industrie des boissons et des jus de fruits, chap. présentation du sous-secteur, Algérie, p.81-82.

Bourdjioua, N., Boumalou, S. (2012) Caractérisation sensorielle et hédonique d'une série de boisson au jus de citron différemment formulée produite par Tchén-Lait/Candia de Bejaia. Université Abderrahmane MIRA de Bejaia.

Références Bibliographiques

Bourgeois C. (2003). Les vitamines dans les industries agroalimentaires, chap. structure chimique et propriétés physicochimique, Paris, p.22-23.

Bourgeois, C.M et Leveau, J.Y (1991).Le contrôle microbiologique. Techniques d'analyses et de control dans les industries agro alimentaire, volume 3, édition Lavoisier- Tec & Doc. 451 Pages.

BousmahaFatma, B.R., AbdelHamid, H., Hebib, A., Claude, S., (2013) .Évaluation de la contamination bactérienne superficielle des carcasses bovines dans un abattoir algérien. Journal of Animal &Plant Sciences 19, 2901-2907.

Brahmi.F. Nguyen.A .Nacoulma.A. Sheridand.H. Wang.J. Guendouze.N. Madani.KH. Duez.P. (2020). Discrimination of Mentha species grown in different geographical areas of Algeria using ¹H-NMR-based metabolomics. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis.113430.p9

C

Codex Alimentarius. (2005). Normes générale codex pour les jus et les nectars de fruits. Codex.STAN 247-2005, pp 19.

Craig W .J. 1997.Phytochemicals: Guardians of our health. Journal of the American Dietetic Association, 97: S199-S204.

D

De Kesel M, Hautier P, Tinant B, Vander Borgh C. (2006). Didactique spéciale en sciences naturelles. Faculté des Sciences Université Catholique de Louvain. Belgique, 215p.

Divya, A.H. and Solomon.P.A. (2016). Effects of some water quality parameters especially total coliform and fecal coliform in surface water of Chalakudyriveri. International Conference on Emerging Trends in Engineering, Science and Technology (ICETEST-2015).ProcediaTechnology, 24. 631 – 638 pages.

Domingues Lopez A. (2002). Caractérisation et optimisation de la Flaveur du jus de citron non fait de Concentré. Thèse en Sciences des Aliments et de Nutrition, Faculté des études supérieures de l'Université Laval. 20-24-191p

F

Fain O., (2005). manifestations rhumatologiques du scorbut, rev. Du Rhumatisme, vol.72, p.201-206.

Ferloo. (2011). À <http://www.ferloo.com>

Références Bibliographiques

G

Gálvez, S.L., Loiseau, G., Paredes, J.L., Barel, M., Guiraud, J.-P., (2007). Study on the microflora and biochemistry of cocoa fermentation in the Dominican Republic. *International journal of food microbiology* 114, 124-130.

Guiraud, J.P., Viard-Gaudin, C., Galzy, P., (1980). Etude de l'inulinase de *Candida salmenticensis* Van Udenet Buckley. *Agricultural and Biological Chemistry* 44, 1245-1252.

Guy L et Vierling E. (2001). *Microbiologie et toxicologie des aliments* hygiène et sécurité alimentaires 3^{ème} Édition : Dion. Paris. Pp 274.

H

Harkat-Madouri.L. Boudria.A. Madani.KH. Bey-Ould Si Said.Z. Rigouc.P. Grenier.D. Allaloua.H. Remini.H. Adjaouda.A. Boulekbache-Makhlouf.L. (2015). Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of essential oil of *Eucalyptus globulus* from Algeria, *science directe*.78.pp148-153

Hashemi.S. Khaneghah.A. Barba.F. Nemati.Z. Shokofti.S. Alizadeh .F. (2017). Fermented sweet lemon juice (*Citrus limetta*) using *Lactobacillus plantarum* LS5: Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities. *Science directe*.38.pp409-414

Hayam Allam. (2016). Impact of Processing on Flavor Volatiles and Physicochemical Properties of Pomegranate Juice. *Journal of Food Sciences; Suez Canal University*, 3 (1), 67 - 74.

Hellal Z. (2011). Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et anti-oxydantes de certaines huiles essentielles extraites des citrus. Application sur la sardine (*sardina pilchardus*). Mémoire de magister spécialité biologie, université de Tizi-Ouzou. 24-25 P.

Himed L. (2011). Evaluation de l'activité anti-oxydante des huiles essentielles de *citrus limon*: Application à la margarine. Mémoire de magister spécialité sciences alimentaires, université de Constantine. 14-15 P.

I

Iberraken, Z., Bendjeddou, K.E., (2016). Analyse physicochimique et microbiologique d'un jus IFRUIT.

Références Bibliographiques

ISO7954 :(1987) . Directives générales pour le dénombrement des levures et moisissures. Techniques par comptage des colonies à 25°C.

J

Josh ipura K.J., HuF.B., Manson J.E., Stamp fer M.J., Rimme.B., Speizerf .E.(2001).The effect of fruit and vegetable intake on risk for coronary he art disease . Journal of Internal Medicine, 134 : 1106-1114.

K

Karadeniz F. 2004. Main Organic Acid Distribution of Authentic Citrus Juices in Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Fore stry, 28: 267-271.

Klimek Szczykutowicz. M. Szopa. A. Ekiert. H. (2020). Citrus limon (Lemon) Phenomenon—A Review of the Chemistry, Pharmacological Properties, Applications in the Modern Pharmaceutical, Food, and Cosmetics Industries, and Biotechnological Studies,plants.9.pp30-688

Koskinen. (2011). A <http://users.kymp.net/citruspages/lemons.html>

M

Margean. A, Lupu, M. Alexa, E. Padureanu, V.Canja, C. Cocan, I. Negrea, M. calefariu, G and Poiana, M. (2020).An Overview of Effects Induced by Pasteurization and High-Power Ultrasound Treatment on the Quality of Red Grape Juice. Molecules 25, 1669.

Mathlouthi JF. (2007). Les boissons rafraichissantes. Dossier CEDUS, université de Reims. P 6-7.

Mohamed A. R, Amal. Z , Zorita S and Bele C. (2014). Effect of pasteurization and shelf life on the physicochemical properties of physalis (*phisalisperuviana L*) juice.Journal of Food Processing and Preservation

Mohammedi-Boubekka, N., (2015). Les pucerons des Agrumes et leurs ennemis naturels en Mitidjaorientale (Algérie).ENSA.

M.R. Karim, F. Hashinaga. (2002). Isolation and characterization of limonoidglucosyltransferase from pummelo albedo tissue. Food Chemistry .76 .pp431–436

N

Newmann D. et Cragg G.M (2007). *Journal of Natural Products*; **70**: 461-477.

O

Références Bibliographiques

Othmane, A., Bouchakour, T. (2018). Etude de l'activité insecticide de l'huile essentielle de *Syzygium aromaticum* et *Illicium verum* vis-à-vis *Aphispiraecola*. Université Abdelhamid IbnBadis-Mostaganem.

P

Peacock, S., Schorn, P., (2002). Crystal recovery efficiency as an overall measure of sugar mill performance, Proc S Afr Sug Technol Ass, p. 544.

Perrot E. (1944). Matières premières usuelles du règne végétal. 2 tomes, Paris, France, Editions Masson, 2344 p.

Peter A., Roussos., Chrisa Pazioidimou and Mina Kafkaletou. (2011). Assessment of Twenty Two citrus cultivars (Orange, Mandarins and lemons) for quality characteristics and Phytochemical's concentration

Phytomania (2000). Disponible sur : <http://www.phytomania.com/phyto/badiane.htm>

Poulin, J.-F., Amiot, J., Bazinet, L., (2006). Simultaneous separation of acid and basic bioactive peptides by electrodialysis with ultrafiltration membrane. Journal of biotechnology 123, 314-328.

Prologeau V et Renaudin N. (2009). Charte d'engagement volontaire de progrès nutritionnels : Jus et nectar de fruits. Version grand public, UNIJUS: Union Nationale Interprofessionnelle des Jus de Fruits. 47p.

R

Ranganna.S. Ramana. K. V. R.(1983). citrus fruits , varieties, chemistry, technology, and quality evaluation. partII.chemistry, technology, and quality evaluation. A. chemistry. Food science and nutrition, 18.pp313

Rekha C., Poornima G., Mansa M., Abhipsa V., PavithraDeviJ., Vijay Kumar H.T., PrashithKekuda T.R. (2012). Ascorbic Acid, Total Phenol Content and Antioxidant Activity of Fresh Juices of Four Ripe and Unripe Citrus Fruits: 303-310.

S

Saini.M. Capalash.N. Kaurc.CH. Singh.S. (2019). Targeted metabolic profiling indicates differences in primary and secondary metabolites in Kinnow mandarin (*C. nobilis* × *C. deliciosa*) from different climatic conditions. Science directe. 83.pp103-278.

Sidali B (2010). Journal national d'ergonomie. Ecole superieur d'El harach –Alger.

Références Bibliographiques

Simopoulos A.P. (2001). The Mediterranean diets: what is so special about the diet of Greece? The scientific evidence. *The Journal of Nutrition*. 131: 3065S-3073S.

T

Teuscher E., Anton R. et Lobstein A. (2005). Plantes aromatiques : Epices, aromates, condiments et huiles essentielles. Lavoisier.

Tchango J. (1996). Qualité microbiologique des jus et nectars de fruits exotiques croissance et thermoresistance des levures d'altération. Thèse de doctorat en Microbiologie. L'université des sciences et technologies, Lille, 217p.

Thring.T. Hili.P. Naughton. D. (2009).Anti-collagenase, anti-elastase and anti-oxidant activities of extracts from 21 plants. *Biomed central*.10.1186/1472-6882-9-27

V

Vierling, E., (2008). Aliments et boissons. Filières et produits-3e édition.

W

WangG-W, Hu W-T, Huang B-K, Qin L-P. (2011).Illiciumverum: A review on its botany, traditional use, chemistry and pharmacology. *journal of Ethnopharmacology*136, 10-20.

Wargovich M.J., Woods C., Hollis D.M. and Zander M.E. (2001). Herbals, Cancer Prevention and Health. *The Journal of Nutrition*. 131: 3034S–3036S.

Z

Zaidi, S. Dahiya, P.(2015).In vitro antimicrobial activity, phytochemical analysis and total phenolic content of essential oil from *Menthaspicata* and *Menthapiperita*. *International Food Research Journal*.22(6): 2440-2445

Zhou.Y.He.W. Zheng.W. Tan.Q. Xie.Z. Zheng.C. Hu.C . (2018).Fruit sugar and organic acid were significantly related to fruit Mg of six citrus cultivars. *Food chemistry*.259.pp278-285.

Annexe

Annexe I : Composition de quelques milieux de culture

- **Gélose PCA :**

Pour 1 litre de milieu : - Tryptone 5,0g

- Extrait autolytique de levure 2,5 g

- Glucose 1,0 g

- Agar agar bactériologique 12,0 g

pH du milieu: $7,0 \pm 0,2$.

- **Gélose au Dichloran Rose Bengale Chloramphénicol (DRBC) :**

Pour 1 litre de milieu :

- Polypeptone 5,0 g

- Glucose 10,0 g

- Phosphate monopotassique 1,0 g

- MgSO₄·H₂O 0,5 g

- Dichloran 2,0 mg

- Rose bengale 25,0 mg

- Chloramphénicol 50,0 mg

- Chlorhydrate de chlortétracycline 50,0 mg

- ZnSO₄·7H₂O 10,0 mg

- CuSO₄·5H₂O 5,0 mg

- Tergitol 1 mL

- Agar agar bactériologique 12,4 g

pH du milieu: $5,6 \pm 0,2$.

Annexe

Annexe II: Traitements thermiques, valeur nutritionnelles des jus des fruits et des boissons gazeuses et traitements de la préforme et de bouchon de la SARL « IFRI »

Tableau N°I : Différents traitements thermiques des jus des fruits et des boissons gazeuses.

Etapes	Boissons gazeuses	Jus de fruits
Préchauffage	25 à 75°c	20à 60°c
Chauffage	75 à 94°c	<85° c
Chambrage	95°c pendant 15 à20 s	95°c pendant 15 s
Pré-refroidissement	50°c	/
Refroidissement	5°c	20°c

Annexe III :

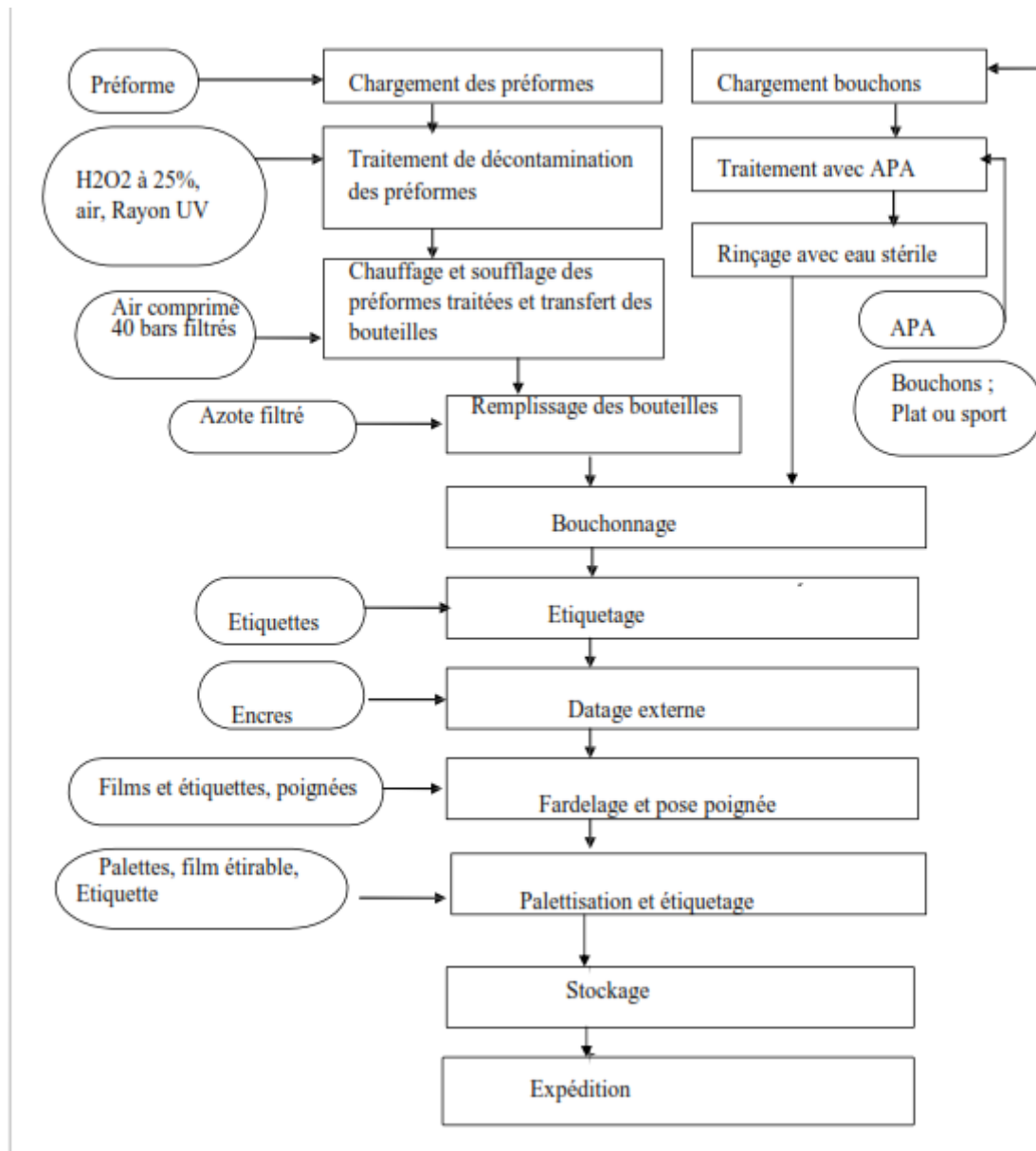


Figure 01 : Les étapes de remplissage et conditionnement des jus de fruits.

Résumé

Le présent travail a été entrepris au sein de l'organisme «IFRUIT-IFRI» dans le but de l'élaboration d'une boisson à base de deux plantes médicinales (anis étoilé, menthe) associées à un fruit (citron). La production mondiale du citron (*Citrus limon*), menthe (*Mentha spicata*) et d'anis étoilé (*Illicium verum*) sont assez importantes. C'est pourquoi il paraît intéressant de procéder à la valorisation de ces produits par l'élaboration d'une boisson de haute valeur nutritionnelle et bénéfique pour la santé humaine. Le principe consiste à incorporer ces matières premières dans un sirop (sucre) et d'appliquer un traitement thermique (pasteurisation). Ces préparations préliminaires ont été présentées à un panel de dégustation qui a sélectionné la meilleure formulation sur laquelle nous avons mené notre étude. Tout d'abord, nous avons effectué des analyses physico-chimiques sur les matières premières puis sur la boisson formulée, cette dernière a aussi subi une analyse microbiologique qui a permis de mettre en évidence sa conformité, qui répond aux normes de l'entreprise ainsi qu'à la réglementation Algérienne en vigueur.

Mots clés : Valorisation, Anis étoilé, Citron, pasteurisation, Menthe, analyses physico-chimiques, analyses microbiologiques.

Abstract:

The present work was undertaken within the organization "IFRUIT-IFRI" with the aim of developing a new drink based on two medicinal plants (star anise, mint) combined with a fruit (lemon). The production of limon (*Citrus limon*), mint (*Mentha spicata*) and star anise (*Illicium verum*) is quite important worldwide. This is why it seems interesting to proceed to the valorization of these products by the elaboration of a drink with high nutritional value and beneficial for human health.. The principle consists of mixing the raw materials with sirup (sugar) and the application of a heat treatment (pasteurisation). These préliminaire preparations were presented to a tasting panel that selected the best formulation on which we conducted our study. First of all, we carried out physico-chemical analyses on the raw materials and the formulated drink, this latter has also been analysed for its microbiological quality which has allowed to highlight the conformity, which meets the standards of the company as well as the Algerian regulation in force.

Key words: Valorization, Star anise, Limon, Mint, Pasteurization, physico-chemical analysis, microbiological analysis.