

République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université a. Mira de Bejaia



Faculté de Technologie
Département de Génie des Procédés
Laboratoire des Matériaux Organiques

Mémoire EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE Master

Domaine : Science et Technologie Filière : Génie des Procédés
Spécialité : Génie Alimentaire

Présenté par

ARASSI Sonia

IGDERZEN Sabrina

Thème

Essai de formulation d'une nouvelle boisson à base de jus de fruits et l'étude de sa stabilité.

Soutenue le 03/07/2022

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade		
Mme BELKACMI Hayet	Professeur	Université de Bejaia	Président
Mme BELHADJ Nadra	MCB	Université de Bejaia	Examinateur
Mr BELHAMEL Kamel	Professeur	Université de Bejaia	Encadrant
Mme BOUZOUMBOUA Melaaz	Doctorante	Université de Bejaia	Co- Encadrant

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciements

Gloire soit rendu au Dieu tout puissant créateur de toutes choses, le très miséricordieux pour tous ses bienfaits dont il nous comblé et de nous avoir donné la force le courage et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

La première personne que nous tenons à remercier est notre encadrant Mr BELHAMEL Kamel, pour l'orientation, la confiance, la patience qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port. Qu'il trouve dans ce travail un hommage vivant à sa haute personnalité.

Nos remerciements s'étendent également à Mme BOUZEMBOUA Melaaz, Co-promoteur, pour son aide et sa disponibilité pour l'aboutissement de ce travail. Qu'elle trouve ici l'expression de notre gratitude pour le chemin parcouru.

Nos vifs remerciements vont au Mme BELKACEMI Hayet d'avoir accepté la présidence du jury, nous tenons à exprimer toute notre gratitude merci au Mme BELHADJ Nadra qui nous a donné le privilège d'examiner notre travail, Leur regard critique ne fait qu'améliorer nos compétences.

Nous souhaitons exprimer nos profondes reconnaissances à l'ensemble de personnel du département de génie des procédés, particulièrement l'ensemble du personnel du laboratoire de recherche des matériaux organique et du laboratoire microbiologique de labo d'hygiène de la wilaya de BEJAIA.

Enfin, au seuil de ce travail, qu'il nous soit permis de témoigner de notre profonde et sincère gratitude envers tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à notre recherche.

Merci ...

Dédicace

A la mémoire de Yemma Tîma

Mamie d'amour, je me rappellerai toujours tes mots d'encouragements. Tu m'as appris à être forts et à poursuivre mes rêves. Comme cadeau pour toi, je dois réaliser tous mes objectifs et de te rendre fière.

Au meilleurs Parents du Monde

Je voudrais vous remercier pour votre amour, votre générosité, votre compréhension... votre soutien fut une lumière dans tout mon parcours. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

Ce modeste travail est le fruit de tous les sacrifices que vous avez déployés pour mon éducation et ma formation. J'implore le tout-puissant pour qu'il vous accorde une bonne santé et une vie longue

A ma grande Fatma

Aucune dédicace ne peut exprimer mon amour et ma gratitude de t'avoir comme sœur. Tu es la sœur qui assure sone rôle comme il faut, je n'oublierais jamais ton encouragement et ton soutien le long de mes études, je t'estime beaucoup et je t'aime beaucoup

A mon petit Brahim et Hichem

Que ce travail soit l'expression de ma profonde affection, je vous remercie pour votre soutien que vous m'avais accordé.

A ma moitié et ma binôme Sabrina

Si j'avais su qu'un jour, j'aurais une telle amie, je ne l'aurais pas cru. Tu n'es pas seulement un binôme ou une amie, tu es ma force, mon lien et mon énergie .je remercie le bon dieu qui a croisé nos chemins.

A mes très chères Lydia, Toufik, Halima, Yass et Rabah.

Je ne peux trouver les mots pour vous exprimer mon affection, vous êtes pour moi des sœurs et des frères. En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

Aux deux familles : ARASSI & MESSAL.

Sonia

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Les deux personnes les plus importantes de ma vie : Mes Parents

Il est maintenant temps de vous remercier tous les deux de me donner l'amour, de prendre toujours soin de moi et de me faire confiance. Merci maman de m'avoir appris que l'amour est la plus grande force qui existe au monde. Merci mon père pour m'avoir montré comment résoudre les problèmes et se tenir prêt à toutes éventualités. Je vous suis et je vous resterai toujours reconnaissante, pour votre soutien et vos idées qui m'ont permis d'arriver là aujourd'hui.

A mes sœurs KATIA et LYNDIA et mes frères SAID, AUGUSTIN et TAEMIN

Je ne trouve pas les mots d'exprimer l'Amour que je dois pour vous ni la chance que j'ai de vous avoir comme frères et sœurs, merci pour votre encouragement continu et votre soutien, vous êtes ma source d'inspiration, je vous aime au fond du cœur.

A ma moitié et mon binôme SONIA

Je mesure la chance incroyable que j'ai de connaître un lien aussi fort en dehors de sa famille. D'avoir une telle complicité, une telle familiarité. C'est comme si nous étions connectées, amenées à nous rencontrer pour ne plus jamais nous quitter. Comme des âmes sœurs ou des flammes jumelles. J'ai conscience que c'est un véritable cadeau, que cela n'est pas donné à tout le monde.

A mes chers Toufik, Lydia, Halima, Yasmine et Sidou

Aucun mot n'est assez puissant mais, je tiens à vous remercier pour tout, merci pour votre soutien morale, merci d'être toujours présents pour moi pendant mes moments difficiles. Vous êtes les meilleurs je suis vraiment chanceuse de vous avoir dans ma vie je vous aime.

Sabrina

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 : propriétés nutritionnelles des composants des jus de fruit	6
Tableau I.2 : Les principaux pays producteurs de jus	7
Tableau I.3 : les principaux pays consommateurs de jus de fruits	9
Tableau I.4: les nombreuses variétés de la fraise existantes dans le monde.	17
Tableau I.5: Composition nutritionnelle de la fraise	20
Tableau I.6: Principaux pays producteurs de fraises en 2017.....	21
Tableau I.7: Production de la fraise à Jijel entre 2015 et 2019.....	22
Tableau I.8: Caractéristiques moyennes du citron	25
Tableau I.9: classification botanique d'un citron	26
Tableau I.10: les différentes variétés des citrons.....	26
Tableau I.11: Composition biochimique moyenne dans 100 gr de citron.	29
Tableau I.12: Les caractéristiques physicochimiques de jus de citron	31
Tableau I.13: valeur nutritive de la dattes.....	33
Tableau I.14: Composition chimique du sirop de dattes.	36
Tableau II.1: Caractéristiques physiques de la fraise utilisée	47
Tableau II.2: Caractéristiques physiques de citron utilisé.....	47
Tableau II.3: Représentation des ingrédients rajoutés.....	51
Tableau II.4: Composition des boissons formulé pour 100 ml.....	52
Tableau II.5: représentation des germes recherchés	60
Tableau III.1: Résultats des analyses physicochimiques de la matière première	64
Tableau III.2: Résultats des analyses physico-chimiques des boissons formulées tout au long de son stockage.....	65
Tableau III.3: Evolution des caractères organoleptique de la boisson retenue après stockage.	72

LISTE DES FIGURES

Figure I.1: Estimation de la production des boissons en Algérie pour l'année 2008.	8
Figure I.2: Les étapes de fabrication d'un concentré de fruits.	13
Figure I.3: Figure représente une fraise.....	14
Figure I.4: Caractéristiques morphologiques de la fraise.	15
Figure I.5: Schéma de l'appareil végétatif du fraisier	16
Figure I.6: Les akènes, les véritables fruits du fraisier	16
Figure I.7: Quelques différentes variétés de fraises.....	19
Figure I.8: Production nationale de la fraise.....	22
Figure I.9: Figure représente un citron	24
Figure I.10: Quelques variétés de citron.....	28
Figure I.11: production mondiale de citron par pays.....	30
Figure I.12: Evolution de la production nationale de citron	30
Figure I.13: Photographie d'une coupe longitudinale d'une datte au stade tamar	33
Figure I.14: transformation technologique et biotechnologique de la datte	35
Figure I.15: Figure représente un sirop de datte	35
Figure II.1: Photographie des fraises utilisées.....	47
Figure II.2: Photographie de citron utilisé.....	47
Figure II.3: Résumé des principales étapes d'obtention de jus de fraise pur.	49
Figure II.4: Résumé des principales étapes d'obtention de jus de citron pur.....	51
Figure II.5: photographie des boissons formulées.....	53
Figure II.6: les étapes de fabrication de la boisson (1000 ml)	54
Figure II.7: photographie de la boisson destinée au stockage	54
Figure II.8: photographie de réfractomètre utilisé	56
Figure II.9: photographie d'expérience de l'acidité titrable	59
Figure II.10: schémas de préparations des dilutions décimales	61
Figure III.1: Résultats de pH de la boisson formulée au cours de la conservation.	66
Figure III.2: Résultats de degré Brix de la boisson formulée au cours de la conservation.	67
Figure III.3: Résultats de l'acidité titrable de la boisson formulée au cours de la conservation.	68
Figure III.4: Résultats de l'extrait sec total de la boisson formulée au cours de la conservation.....	69
Figure III.5: Résultats de la teneur en pectine de la boisson formulée au cours de la conservation. ...	70
Figure III.6 : fiche de résultat d'analyse microbiologique.....	71

SOMMAIRE

INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES JUS DE FRUITS	3
I.1. Généralité sur les jus de fruits	4
I.1.1. Introduction	4
I.1.2. Définition du jus de fruits	4
I.1.3. Différentes catégories de jus de fruits	5
I.1.4. Les valeurs nutritionnelles des jus de fruits	6
I.1.5. Production des jus de fruits :	7
I.1.6. Consommation de jus de fruits	9
I.1.7. Technologie de fabrication des jus de fruits	10
I.2. Généralités sur Les fruits utilisés	14
I.2.1. Généralités sur les fraises :	14
I.2.1.1. Définition :	14
I.2.1.2. Origine et Histoire :	14
I.2.1.3. Description et classification de la fraise :	15
I.2.1.4. Les variétés de fraises :	17
I.2.1.5. Composition chimique de la fraise:	19
I.2.1.6. La production de la fraise :	21
I.2.1.7. Intérêt nutritionnel et médicinal de la fraise	23
I.2.1.8. Conservation et transformation de la fraise	23
I.2.2. Généralités sur Le citron	24
I.2.2.1. Définition :	24
I.2.2.2. Historique et origine :	24
I.2.2.3. Description et classification botanique :	25
I.2.2.4. Les variétés de fruit :	26
I.2.2.5. La composition et la valeur nutritionnelle de citron :	28
I.2.2.6. La production de citron :	29
I.2.2.7. Utilisation et aspect bénéfique de citron :	30
I.2.2.8. Jus de citron :	31
I.2.3. Généralités sur les dattes et sirop de dattes :	32
I.2.3.1. Les dattes :	32
I.2.3.1.1. Définition :	32

I.2.3.1.2. La composition et la valeur nutritionnelle de datte :	33
I.2.3.1.3. Effet thérapeutique des dattes :	34
I.2.3.1.4. Transformation des dattes :	34
I.2.3.2. Sirop des dattes :	35
I.2.3.2.1. Définition :	35
I.2.3.2.2. Composition biochimique :	36
I.2.3.2.3. Propriétés du sirop des dattes :	36
I.3. Conservation et stabilité des jus	38
I.3.1. Introduction	38
I.3.2. La conservation :	38
I.3.2.1. La conservation physique :	38
I.3.2.1.1. La technique du froid :	38
I.3.2.1.2. Les techniques de conservation par chaleur :	39
I.3.2.1.3. Technique de conservation par les additifs alimentaires :	40
I.3.3. La stabilité et altération de jus :	41
I.3.3.1. Influence des Paramètres physicochimiques sur la qualité des jus :	41
I.3.3.1.1. Les altérations de la qualité microbiologique :	42
I.3.3.1.2. Altération organoleptique :	43
CHAPITRE II : Matériels et méthodes	45
II.1 Matériel	46
II.1.1. Matériels de laboratoire	46
II.1.2. Matériel végétal	46
II.1.2.1 Echantillonnage :	46
II.1.2.2. Extraction de jus :	48
II.1.2.2.1. Jus de fraise	48
II.1.2.2.2. Jus de citron :	50
II.1.3. Préparation des ingrédients utilisés :	51
II.1.4. Formulation des boissons :	52
II.1.5. Test de dégustation :	53
II.1.6. Les étapes de fabrication de la boisson à analyser :	53
II.2. Méthodes d'analyses	54
II.2.1. Analyses physicochimique de boisson au moment de la formulation	54
II.2.1.1. Mesure du pH	54
II.2.1.2. Détermination du degré Brix ou l'extrait sec soluble:	55
II.2.1.3. Détermination de l'extrait sec totale :	57
II.2.1.4. Acidité titrable :	57

II.2.1.5. Dosage des pectines :	59
II.2.2. Etude de stabilité de boisson formulée après 21 jours de stockage :.....	60
II.2.3 Analyses microbiologiques des boissons après 21 jours de stockages au réfrigérateur :	60
II.2.3.1. Préparation des dilutions décimales	61
II.2.3.2. Recherche et dénombrement des levures et moisissures :	61
CHAPITRE III: Résultats Expérimentaux et discussion	63
III. Résultats des analyses physicochimiques :	64
III.1. Résultats des analyses physicochimiques de la matière première :	64
III.2. Résultats des analyses physico-chimiques de la boisson formulée au cours de stockage :.....	65
III.2.1. Le pH:	65
III.2.2. Le Degré Brix ^o :	66
III.2.3. L'acidité titrable:	67
III.2.4. L'extrait sec total:	68
III.2.5. La teneur en pectine:	69
III.3. Discussion des résultats des analyses microbiologiques	71
III.4. Evolution des caractères organoleptiques de la boisson stockée durant 21 jours :.....	72
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	75

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le domaine prioritaire et décisif de la vie des gens est sans aucun doute le domaine alimentaire. Outre les aliments d'origine animale, les fruits et légumes jouent un rôle important dans l'alimentation humaine, ils ont de nombreux avantages, parce qu'ils sont riches en vitamines, antioxydants, fibres, minéraux et oligo-éléments.

Les fruits ont longtemps été un mets de choix affecté par les changements saisonniers. Si les humains trouvent un moyen de garder certains d'entre eux (confitures, vins fermentés de fruits secs et cidres), Jusqu'à la fin du 19ème siècle, la production de jus était encore entièrement artisanale. Cette conversion des fruits en jus vise depuis longtemps à prolonger la durée de vie des fruits, et les consommes hors saison et profitez ainsi de sa qualité nutritive tout au long de l'année.

Le jus joue un rôle important dans l'alimentation humaine, leur valeur gustative, nutritionnelle et thérapeutique les justifie [1]. Par conséquent, le secteur de l'industrie agroalimentaire prend conscience de l'importance de la qualité des produits qui présente un enjeu à la fois d'hygiène et commercial.

En Algérie, l'industrie des jus et des boissons aux fruits s'est développée de plus en plus ces dernières années. La fabrication des jus utilise comme matière de base des concentrés ou pulpe de fruits, qui sont souvent importés, en y rajoutant des substances synthétiques dans le but de mieux conserver leur qualité et leur goût. [2]

L'objectif de ce présent travail est de préparer une boisson fruitée à base de jus de fraises, de jus de citrons et sirop de datte ainsi que le suivi de sa stabilité et de sa conservation pour une durée de 21 jours.

Ce mémoire est constitué de trois chapitres dont le premier est consacré à une synthèse bibliographique sur les jus de fruit et leur stabilité ainsi sur les fruits utilisés dans cette étude à savoir, la fraise, le citron et les dattes.

Le chapitre 2 traitera de matériel, des méthodes physico-chimiques, des analyses microbiologiques ainsi que des conditions expérimentales de formulation d'un jus.

Dans le chapitre 3, nous présenterons les différents résultats expérimentaux et discussion. Enfin nous présenterons une conclusion générale englobant les résultats les plus significatifs de cette étude ainsi que les recommandations pour la poursuite de ce travail.

CHAPITRE I :
RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE
SUR LES JUS DE FRUITS

I.1. Généralités sur les jus de fruits

I.1.1. Introduction

Les jus de fruits sont depuis longtemps associés à la santé, au bonheur, à la nutrition et au bien-être. Ils occupent une place importante dans l'alimentation humaine, justifiée par leur valeur gustative et leur haute valeur thérapeutique. En plus de leur valeur nutritive rafraîchissante, elles sont ludiques, surtout pour les pays chauds, leader de l'industrie de la conserve. Ils peuvent également stimuler le développement de l'arboriculture.

I.1.2. Définition du jus de fruits

La norme générale codex (**CODEX STAN 247-2005**) définit le jus de fruits comme étant un liquide non fermenté, mais fermentescible, tiré de la partie comestible de fruits sains, parvenus au degré de maturation approprié et frais ou de fruits conservés dans de saines conditions par des moyens adaptés et/ou par des traitements de surface post-récolte appliqués conformément aux dispositions pertinentes de la Commission du Codex Alimentarius.

Certains jus peuvent être obtenus à partir de fruits comprenant des pépins, des graines et peaux qui ne sont pas habituellement incorporés dans le jus, bien que des parties ou composants de pépins, de graines et de peaux impossibles à retirer par des bonnes pratiques de fabrication (BPF) soient acceptés.

Le jus est obtenu par des procédés adaptés qui conservent les caractéristiques physiques, chimiques, organoleptiques et nutritionnelles essentielles dont il provient. Le jus 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. De la pulpe et des cellules obtenues par des moyens physiques adaptés à partir du même type de fruits peuvent être ajoutées.

Un jus simple est obtenu à partir d'un seul type de fruit. Un jus mélangé est obtenu en mélangeant deux ou plusieurs jus ou jus et purées obtenus à partir de différents types de fruits [3].

I.1.3. Différentes catégories de jus de fruits

I.1.3.1. Jus de fruits à base de concentré

La norme générale (**Codex Alimentarius, 2005**) définit le jus de fruits à base de concentré comme le produit obtenu en remettant dans le jus de fruits concentré l'eau extraite du jus lors de la concentration, ainsi qu'en restituant : les arômes et, le cas échéant, les pulpes et les cellules que le jus a perdues mais qui ont été récupérées lors du processus de production du jus de fruits. L'eau ajoutée doit présenter des caractéristiques appropriées, notamment du point de vue chimique, microbiologique et organoleptique, de façon à garantir les qualités essentielles du jus. Le produit ainsi obtenu doit présenter des caractéristiques organoleptiques et analytiques au moins équivalentes à celles d'un type moyen de jus obtenu à partir de fruits de la même espèce [4].

I.1.3.2. Jus de fruits concentrés et déshydratés

La norme générale codex (**Codex Alimentarius, 2005**) définit le jus de fruits concentré comme le produit obtenu à partir de jus de fruits d'une ou plusieurs espèces par l'élimination physique d'une partie déterminée de l'eau de constitution. Lorsque le produit est destiné à la consommation directe, cette élimination est au moins de 50 %. [5]

I.1.3.3. Nectars de fruits

Le nectar de fruits c'est un produit fermentescible mais non fermenté, obtenu en ajoutant de l'eau et des sucres et/ou du miel aux produits à de la purée de fruits ou à un mélange de ces produits. L'addition de sucres et/ou de miel est autorisée dans une quantité non supérieure à 20 % en poids par rapport au poids total du produit fini. Dans le cas de la fabrication de nectars de fruits sans addition de sucres ou à faible valeur énergétique, les sucres peuvent être remplacés totalement ou partiellement par des édulcorants, conformément à la directive européenne et du Conseil les édulcorants destinés à être employés dans les denrées alimentaire [6].

I.1.3.4. Le Smoothie

Une nouvelle catégorie de produit est apparue sur le marché : le « Smoothie », qui correspond le plus souvent, dans le secteur des boissons, à une association de jus et de purées de différents fruits. Il n'existe pas de définition réglementaire permettant de contrôler l'usage de cette dénomination, que l'on retrouve dans divers produits du secteur alimentaire (produits laitiers) ou non alimentaire (textile). Lorsqu'ils contiennent uniquement des jus et des purées de fruits, les Smoothie sont réglementairement des jus de fruits, et doivent être dénommés comme tel [7].

I.1.4. Les valeurs nutritionnelles des jus de fruits

Les jus de fruits sont reconnus pour leur valeur nutritive, teneurs en minéraux et en vitamines. Ils sont d'importants sources de composés bioactifs tels que les composés phénoliques acides flavanones, vitamine C et caroténoïde, qui constituent une excellente source de composés phytochimiques antioxydants biodisponibles et qui améliorent les profils lipidiques sanguins, [8]. Leurs bénéfices sur la santé, leur rôle sur la prévention de certaines maladies en font un aliment qui a toute sa place dans notre alimentation (**Tableau I.1**).

Tableau I.1 : propriétés nutritionnelles des composants des jus de fruit [9].

Composants	Propriétés
Glucides	<ul style="list-style-type: none"> • Carburant privilégié du cerveau et substrat pour l'activité musculaire • Interviennent dans le stockage sous forme de glycogène
Eau	<ul style="list-style-type: none"> • Hydratation
Vitamine C	<ul style="list-style-type: none"> • Antioxydant (phase aqueuse) • Accroît l'absorption de fer • Stimule la glande surrénale (antifatigue) • Régénère la vitamine E
Beta carotène	<ul style="list-style-type: none"> • Piège les radicaux libres • Protège les épithéliums • Provitamine A, améliore la vision
Vitamine B9	<ul style="list-style-type: none"> • Anti-anémique • Impliquée dans le renouvellement tissulaire • Augmente la phagocytose et les défenses immunitaires • Participe au bon fonctionnement du système nerveux
Vitamine E	<ul style="list-style-type: none"> • Antioxydant (phase lipidique) • Joue un rôle dans l'immunité, le système nerveux, la fertilité

Caroténoïdes	<ul style="list-style-type: none"> • Assurent une protection tissulaire et cellulaire
Magnésium	<ul style="list-style-type: none"> • Favorise un bon fonctionnement neuromusculaire
Fer	<ul style="list-style-type: none"> • Anti-animique • Tient un rôle dans la défense contre l'infection
Potassium	<ul style="list-style-type: none"> • Maintient l'équilibre acido-basique et hydro électrolytique du milieu intérieur
Zinc	<ul style="list-style-type: none"> • Antioxydant • Intervient dans la faculté gustative
Fibre	<ul style="list-style-type: none"> • Favorisent le fonctionnement intestinal par prolifération symbiotique de la flore colique

I.1.5. Production des jus de fruits :

a. Production mondiale :

Actuellement, la production mondiale de jus de fruits est de l'ordre de 40 milliards de litres. Au cours des dernières années, le taux de croissance annuel moyen est de 3%.

Les principaux pays producteurs de jus sont présentés dans le tableau suivant [10]:

Tableau I.2 : Les principaux pays producteurs de jus

Pays	Production en Milliards de litres	Part en%
USA	8	20
Chine	5	12,5
Allemagne	3,5	9
Brésil	1	2,5
France	1	2,5
Angleterre	1	2,5
Espagne	1	2,5

Le jus d'oranges occupe la première place avec 36% de la production mondiale, suivi du jus de pomme avec 27%, et du jus de raisin avec 20%. La principale production des jus et concentrés provient des agrumes (l'orange en particulier). Le marché est dominé par le Brésil avec 17.000.000 de tonnes d'oranges, surtout l'État de Sao-Paulo. Les USA occupent la deuxième place avec 11.000.000 de tonnes d'oranges (essentiellement l'État de Floride). Il faut souligner que les USA ont subi au cours des dernières années des aléas climatiques ayant entraîné des destructions de plantations. Ces deux pays assurent plus de 70 % du marché mondial d'agrumes [10].

La différence principale réside dans le fait que le Brésil exporte 99% de sa production alors que 90% de la production en Floride sont consommées aux USA et seulement 10 % sont exportées [10].

b. Production Nationale

Le marché algérien de jus et nectars de fruits connaît une forte croissance. Cette dernière s'accompagne d'une tendance vers une offre plus diversifiée et qualitatives. En 2007, la production nationale de jus et nectars de fruits estimée est de 150 à 170 millions de litres/an. Les acteurs majeurs de la filière jus et nectars en Algérie sont : NCA, Vita jus, Jutop, Bon jus...etc. [11].

Le secteur industriel des boissons en Algérie est dominé par le secteur privé qui représente 94.6% des entreprises. Il affiche une croissance annuelle entre 8% et 9% depuis plusieurs années et couvre 98% des boissons nationales.

La production des boissons en Algérie estimée en 2008 est de près de 20 millions d'hectolitres, la figure I.1 représente une estimation de la production des différentes boissons produites en Algérie.

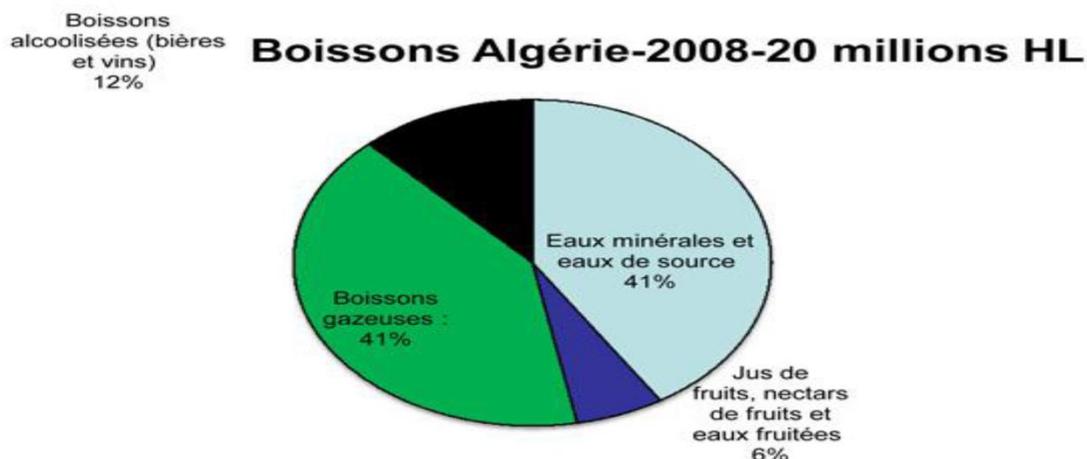


Figure I.1: Estimation de la production des boissons en Algérie pour l'année 2008.

I.1.6. Consommation de jus de fruits

a. Consommation mondiale

Selon la fédération internationale des jus de fruits (I.F.U), la consommation mondiale de jus et nectars de fruits atteignait 33 milliards de litres en 1998 et passerait 73 milliards dans une vingtaine d'année [12].

L'union Européenne reste le premier marché pour la consommation des jus et nectars de fruits, avec une consommation totale de 113 millions d'hectolitres au total (75 millions hl de jus et 38 millions hl de nectars) selon les chiffres de l'année 2009[13].

Les principaux pays consommateurs de jus de fruits sont représentés dans le tableau ci-dessous (**Tableau I.3**)

Tableau I.3 : les principaux pays consommateurs de jus de fruits [13].

Les pays	Consommation (litre par habitant par an)
USA, Canada	45
Allemagne	42
Autriche, Finlande	31
Benelux, Danemark	30
Espagne	25
France, Angleterre	23

b. Consommation Nationale

La filière des jus et boissons du secteur agroalimentaire est l'une des plus dynamiques en Algérie. Le marché des jus et boissons passera, selon les prévisions des experts contenues dans une communication du ministère du commerce, présente lors d'une récente journée d'étude, de 12 millions d'hectolitres en 2003 à 19 millions d'hectolitres en 2008 [14].

L'algérien consomme environ 17 litres de jus de fruits industriels annuellement contre 8 litres pour un Tunisien et 33 litres pour un libyen, et seulement 5 litres pour un marocain.

D'année en année la quantité des boissons consommée connaît une hausse significative, la consommation de jus de fruits en Algérie progresse fortement, avec une croissance de 9% [15].

I.1.7. Technologie de fabrication des jus de fruits

I.1.7.1 Préparation des fruits pour la transformation

Au niveau industriel, pour rendre les fruits aptes à la transformation, un certain nombre d'opérations de prés-traitement sont nécessaires. L'ordre des opérations de prés-traitement varie suivant l'espèce et le mode de transformation choisi. On cite [16]

✚ Triage

Se fait selon le degré de maturité des fruits, leurs teintures, qui déterminent dans une large mesure la qualité du jus. Le triage est indispensable pour éliminer les fruits de mauvaise qualité, ainsi que les corps étrangers (feuilles, branchettes...etc.) [17]

✚ Lavage-Nettoyage

Cette opération permet d'éliminer les pierres, les déchets terreux, les feuilles, une partie des microorganismes de surface et les résidus de produits de traitement phytosanitaire. Il peut se faire par plusieurs méthodes, par exemple, par aspersion d'eau, par aspersion suivie d'un trempage, etc. l'eau utilisée doit être propre, potable et être renouvelée [16].

I.1.7.2 Traitements préalables de la matière première avant l'extraction

✚ Broyage

Le processus mécanique d'action sur les tissus végétaux est le concassage. Les fruits sont coupés en petits morceaux, en conséquence de quoi le jus s'écoule du tissu végétal. Il est important de prendre en considération le type de la matière première à concasser. Les fruits à pépins et les tomates par exemple, sont broyés ensemble avec les graines [17].

✚ Traitement thermique

Dans le processus du chauffage, les pectines se coagulent et se déshydrates. Les cellules perdent leurs élasticités et la libération du jus devient facile. Les paramètres des processus thermiques (temps-température), dépendent de l'espèce, de la matière première, et du degré de maturité des fruits [17].

I.1.7.3 Extraction du jus

Cette opération a pour but d'extraire le jus des fruits tout en effectuant un tamisage de la pulpe [14]. Le jus à partir de la masse broyée peut être extrait par pressurage, centrifugation, diffusion...etc. [17].

✚ Pressurage

Le pressurage est la méthode fondamentale la plus répandue dans l'industrie des jus. Après le traitement préalable, les fruits sont pressés en vue d'une extraction complète du jus

et de la préservation de sa qualité, il est recommandé, durant le pressurage, d'observer les conditions suivantes [17].

- ✓ Adopter pour les paquets, des tissus perméables au jus et retenant les particules solides.
- ✓ Appliquer des surfaces dures pour créer une pression sur la masse fruitière.
- ✓ Séparer le jus sorti naturellement avant le pressurage.
- ✓ Ameublir la masse fruitière pendant le pressurage.
- ✓ Mener le pressurage en continu.

Raffinage

Il a pour but de séparer les pépins de la pulpe. Il est fait sur passoire centrifuge après chauffage de la pulpe comme pour la tomate. Une action enzymatique d'hydrolyse des polysaccharides faciliterait cette opération, mais enlèverait toute viscosité au jus. Ceci est surtout préjudiciable pour la fabrication de confiture ou de marmelade [18].

I.1.7.4 Traitements des jus

Clarification

La clarification est pratiquée pour donner à certains jus la transparence que désire le consommateur. Cette clarification est obtenue soit par l'action des enzymes pectinolytiques, amylolytiques et protéolytiques, suivies de débouillage centrifuge, de collage, ou par filtration [18].

Désaération

La désaération va permettre de recalculer l'oxygène introduit dans les jus de fruits au cours de différentes opérations parce que l'oxygène est nocif et entraîne par oxydation des pertes de vitamine C [19].

Pasteurisation

La pasteurisation consiste à porter très rapidement le jus à 95°C- 97°C, à le maintenir une douzaine de secondes à cette température, puis à le refroidir tout aussi rapidement. Le but de la pasteurisation est d'éliminer la majorité des microorganismes viables dans le jus de fruits et d'inhiber l'action des enzymes susceptibles de provoquer des réactions chimiques indésirables [20].

Concentration

L'opération de concentration vise à éliminer environ 80% de l'eau contenue dans le jus de fruits, elle est le plus souvent réalisée par évaporation sous vide d'une grande partie d'eau, à une température qui n'atteint pas 30°C pendant 5 à 7 minutes [21].

Refroidissement et conditionnement

Le refroidissement du produit est lié au type de conditionnement et au mode de conservation souhaité. On distingue en effet trois procédés différents:

- ✓ Le conditionnement dit stérile; le jus est mis dans l'emballage primaire à chaud et le plus près possible de la température de pasteurisation, en préchauffant l'emballage. Celui-ci est alors serti, et l'ensemble subit une pasteurisation de sécurité [18].
- ✓ Dans le conditionnement dit aseptique ou dans celui destiné à la congélation; le jus est refroidi aussitôt après pasteurisation et avant d'être conditionné dans l'emballage aseptique choisi [18].
- ✓ Il est possible de stocker les produits pasteurisés et refroidit dans des tanks aseptiques sous atmosphère de gaz neutre, gaz carbonique (CO₂) ou azote; mais les produits doivent être à nouveau pasteurisés avant commercialisation [18].

✓ Exemple d'un procédé de fabrication d'un concentré des fruits, voir la **figure I.2**

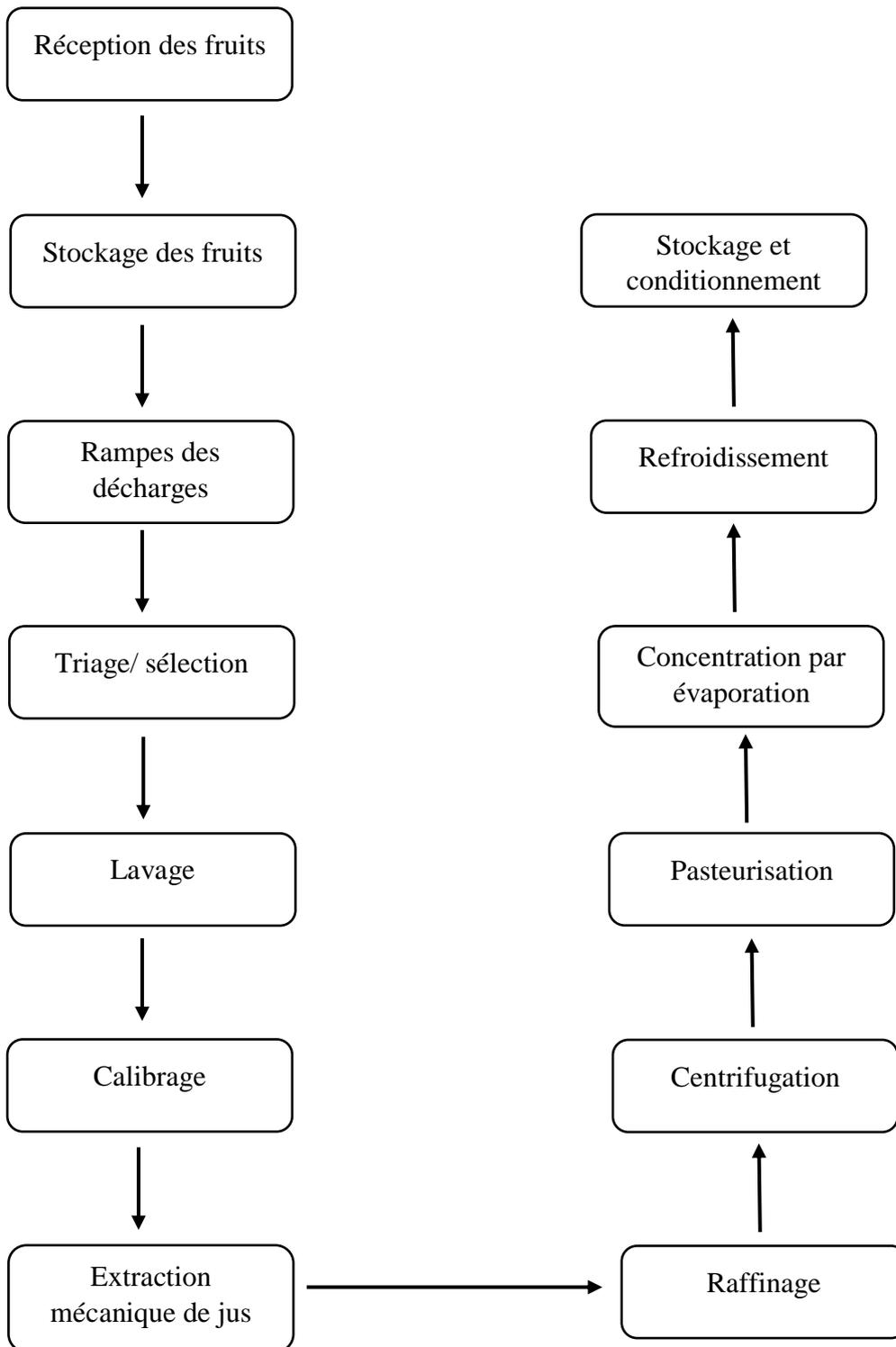


Figure I.2 : Les étapes de fabrication d'un concentré de fruits.

I.2. Généralités sur Les fruits utilisés

I.2.1. Généralités sur les fraises :

I.2.1.1. Définition :

La fraise est le fruit (en réalité un faux-fruit) des fraisiers, des plantes herbacées du genre *Fragaria* et de la famille des Rosaceae.

La fraise pousse sur un fraisier .Elle est formée par l'ensemble du réceptacle charnu de la fleur. Elle a une couleur rouge (**figure I.3**) ou jaune blanchâtre selon les variétés, et une forme ovoïde oblongue plus ou moins arrondie. [22]



Figure I.3: image représentant une fraise

I.2.1.2. Origine et Histoire :

Selon des traces archéologiques, la fraise poussait à l'état sauvage en Amérique, en Asie ainsi qu'en Europe occidentale.

En France, elle fait son apparition au Moyen-âge dans les jardins et les potagers. Plus tard, à la Renaissance, la fraise se consomme avec de la crème pour les femmes et du vin pour les hommes.

À partir du XVe siècle, les fraises se vendent de plus en plus dans le commerce. Les Anglais et les Hollandais améliorent alors les espèces sauvages afin d'obtenir une plus belle récolte avec des fruits beaucoup plus volumineux.

C'est vers le XVIIIe siècle que les grosses fraises comme nous les connaissons aujourd'hui sont arrivées – par l'intermédiaire d'un officier de marine du nom de Frézier. [23]

I.2.1.3. Description et classification de la fraise :

1) Structure :

La structure de la fraise comporte de nombreux petits carpelles individuels (akène), portés sur un réceptacle hémisphérique ou conique qui s'accroît jusqu'à devenir à la maturité une masse pulpeuse, juteuse, délicieuse au goût. [2]

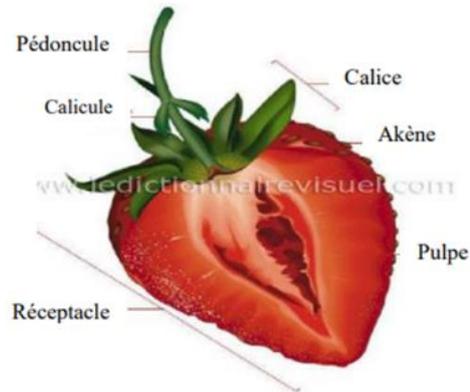


Figure I.4 : Les Caractéristiques morphologiques de la fraise.

2) Description botanique :

Plante vivace, de petite taille, de la famille de rosacées, cultivée pour son fruit (ou fraise), mais poussant aussi à l'état sauvage dans certains sous-bois et sur les talus. [24]

Le fraisier forme de petites touffes de feuilles découpées en trois folioles et rattachées à une tige épaisse, ou rhizome. Il émet des stolons (filets ou coulants), qui se marcottent naturellement. Ses fleurs, blanches, sont polonisées par le vent ou les abeilles. Ses fruits, rouges, à maturité, proviennent du développement du réceptacle des fleurs (**Figure I.5**) ; ils sont de petites graines dures (akènes).

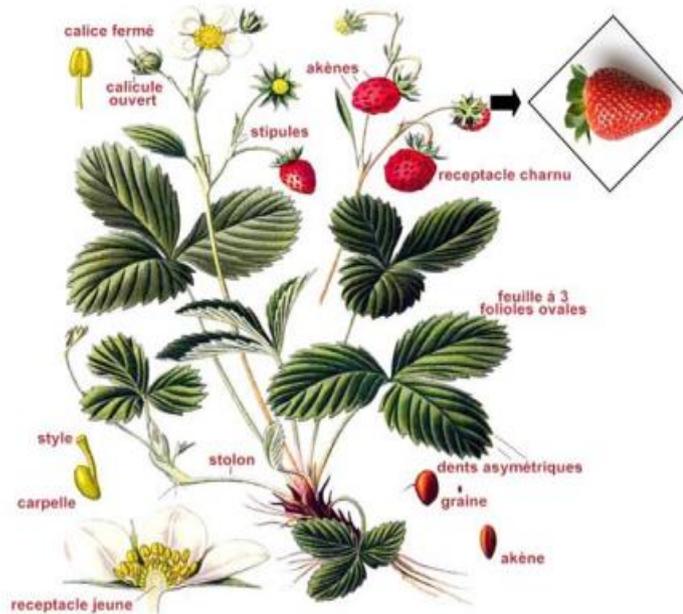


Figure I.5 : Schéma de l'appareil végétatif du fraisier

3) Classification botanique :

Au sens botanique du terme, les « vrais » fruits sont en fait les akènes (**figure I.6**), ces petits grains secs (communément appelés à tort pépins alors que ce dernier terme ne devrait désigner que leur minuscule graine centrale) disposés régulièrement sur la fraise, de couleur verte à brune, et renfermant chacun soit un ovule (non fécondé) soit une graine (qui porte alors un germe lorsque la fraise arrive à maturité). Ce sont les akènes qui produisent une hormone permettant au faux-fruit de grossir.

La fraise fait partie des 6 % environ de végétaux qui existent avec une forme mâle et une forme femelle (et il en existe aussi des formes à la fois mâle et femelle).

Elle se présente sous trois formes : mâle, femelle et combinée. Les fleurs femelles ne portent pas d'anthères. [22]



Figure I.6 : Les akènes, les véritables fruits du fraisier

Le fraisier Appartient à la classification suivante :

- Règne : *Plantae*
- Sous règne : *Trachenobionta*
- Division : *Magnoliophyta*
- Classe : *Magnoliopsida*
- Sous classe : *Rosidae*
- Ordre : *Rosales*
- Famille : *Rosaceae*
- Genre : *Fragaria*
- Espèce : *Fragaria ananassa*

I.2.1.4. Les variétés de fraises :

Les variétés de fraises changent souvent. Parce que, d'une part, les consommateurs attendent un renouvellement des goûts et des saveurs. Mais aussi parce que les plants doivent être rajeunis périodiquement pour ne pas dégénérer. C'est donc une plante en constante évolution.

On recense aujourd'hui plus d'un millier de variétés, répertoriées selon la forme (rondes, triangulaires, coniques...), la provenance et l'époque. Or, créer une nouvelle variété demande de 8 à 10 ans, car il faut 10 000 à 20 000 semis pour obtenir une variété appréciée. [25]

✚ Parmi les nombreuses variétés existantes (plus de 1000), on peut citer quelques variétés dans le tableau suivant :

Tableau I.4 les nombreuses variétés de la fraise existantes dans le monde. [25]

Variétés	Observation
Gariguette	C'est un fruit rouge orangé à la forme allongée caractéristique. Sa chair est juteuse, acidulée, parfumée. Gariguette a été obtenue en 1977 par l'INRA de Montfavet. C'est aujourd'hui la variété phare des professionnels,
Cigaline	Produite seulement en avril et mai, a une couleur brillante tirant parfois sur l'orangé. Son goût est doux, sa chair juteuse, son arôme un peu musqué.
Ciflorette	Présente un fruit de forme conique rouge saumoné, de très bonne qualité gustative quand le fruit est cueilli à maturité. Ce plant est de vigueur moyenne et sensible aux grosses chaleurs.

Darselect	Un gros fruit rustique, facile à cueillir, résistant bien au transport. Le plant est exigeant en eau. Cette variété est dotée d'une bonne qualité gustative.
Seascape	variété d'origine américaine (Californie, 1992), gros fruit ferme, productive, produit de juin aux gelées.
Mara des Bois	Une variété remontante, rouge brique, à chair tendre, idéale pour le jardin. Elle se récolte à partir de juillet. De petite taille (entre 11 et 14 grammes), elle est fragile, juteuse et sucrée. Très proche des fraises sauvages, c'est sans doute l'une des plus savoureuses.
Elsanta	En forme de cœur, est originaire des Pays-Bas
Anabelle	Croisement de Gariguet et Swettcharlie (obtention Angier), produit un fruit de très bonne qualité gustative, avec un goût de fraise des bois, couleur rouge brillant, calibre moyen à gros (10 à 15 gr.)
Charlotte	Création du CIREF, fraise rouge sang, bonne qualité gustative, s'adapte bien à la culture hors sol.
Cijosé	créé en 1997 au CIREF, jolie fraise brillante conique de taille moyenne (7 à 10 gr.), juteuse, acidulée et moelleuse.
Alpine blanche	très parfumée, à une chair jaune pâle.
Royal de Carpentras	Fruit de calibre moyen, rouge orangé à rouge vif. La chair, blanc rosé, est de saveur moyenne.
Sans rival	Très abondante en été, ce fruit de calibre moyen, rouge vif, possède une chair assez sucrée, acidulée, moelleuse et parfumée. Variété ancienne, création de R. Chapron (France, Caen), croisement entre Général de Castelman et Madame Poincaré en 1937, fraise de taille moyenne (8 à 9 gr).
Ostara	créée en 1969 au pays bas, Fruit de taille moyenne (8 à 10 g.), acidulé et fondante, productive, peu sensible aux maladies, production de fin juin aux gelées.
Mareva (R)	nouvelle obtention Marionnet, gros fruit conique rouge brillant présentant bien et se cueillant facilement, rustique, très productive, maturité tardive.



Figure I.7 : Quelques différentes variétés de fraises

1.2.1.5. Composition chimique de la fraise:

Dans un passé récent, la saveur et l'apparence étaient les attributs les plus importants des fruits et légumes frais, mais de nos jours les consommateurs sont plus préoccupés sur la sécurité alimentaire et la valeur nutritionnelle [26].

Les fraises contiennent de grandes quantités de vitamine C et de fer [27], de composés phénoliques connus pour fournir une protection contre les radicaux libres lorsqu'ils sont testés in vitro. Plusieurs études ont identifié un large éventail de composés phénoliques dans les fruits de fraise, mais les anthocyanes restent quantitativement les plus importants et sont responsables de la couleur rouge vif des fraises. Les sucres dans les fraises sont principalement des mono- disaccharides (glucose, fructose et saccharose) et la proportion relative de ces sucres individuels est importante pour créer la de la douceur [28].

Les fraises sont également une excellente source de manganèse. Elles peuvent fournir environ 5% de l'apport journalier adéquat de potassium. Elles ont été qualifiées comme une bonne source d'iode, de magnésium, de cuivre, de fer et de phosphore.

Les fraises sont une source d'acides gras essentiels et sains, l'huile de graine de fraise est riche en acides gras insaturés [29].

Tableau I.5 : Composition nutritionnelle de la fraise [29]

Type	nutriments	Teneur (par 100 g)
Minéraux	Eau (g)	90.95
	Energie (Kcal)	32
	Protéines (g)	0.67
	Cendres (g)	0.40
	Lipide total (g)	0.30
	Glucides (g)	7.68
	Fibres alimentaires (g)	2
	Sucres (g)	4.89
	Saccharose (g)	0.47
	Glucose (g)	1.99
	Fructose (g)	2.44
	Calcium (mg)	16
	Fer (mg)	0.41
	Magnésium (mg)	13
	Phosphore (mg)	24
	Potassium (mg)	153
	Sodium (mg)	1
	Zinc (mg)	0.14
	Cuivre (mg)	0.048
	Manganèse (mg)	0.0386
Sélénium (mg)	0.4	
Vitamines	Vitamine C (mg)	58.8
	Thiamine (mg)	0.024
	Riboflavine (mg)	0.022
	Acide pantothénique (mg)	0.125
	Vitamine B6 (mg)	0.047
	Folate (µg)	24
	Choline (mg)	5.7
	Bétaine (mg)	0.20
	Vitamine B9(µg)	70,5
	Lutéine + Zeaxanthin (µg)	26

I.2.1.6. La production de la fraise :

a) La production mondiale

La production mondiale augmente et l'Asie est le principal producteur

En 2017, la fraise se classait au 19e rang parmi les fruits produits dans le monde et plus de 75 pays en cultivaient. Entre 2008 et 2017, la superficie mondiale de cultures fraisières a augmenté de 2 % par année, alors que le volume de fruits a bondi de 5 % annuellement. Les trois principaux pays producteurs étaient la Chine (40 %), les États-Unis (16 %) et le Mexique (7 %). Le Canada se classait au 26e rang avec 0,3 % de la production mondiale. [30]

Tableau I.6 : Principaux pays producteurs de fraises en 2017.

Rang	Pays	Production (tonnes)	TCAM 2008-2017
1	Chine	3 717 283	8 %
2	États-Unis	1 449 280	3 %
3	Mexique	658 436	14 %
4	Égypte	407 240	8 %
5	Turquie	400 167	5 %
6	Espagne	360 416	3 %
26	Canada	28 372	4 %
Total	Monde	9 223 815	5 %

Source : FAOSTAT; compilation du MAPAQ.

L'Europe, qui a fourni 25 % des fraises en 2008, n'en a produit que 18 % en 2017 bien que les superficies (-0,05 %/an) et les volumes (+1,2 %/an) soient demeurés relativement stables. C'est l'Asie, principalement la Chine, qui a comblé l'écart en récoltant 50 % de la production mondiale en 2017 comparativement à 43 % en 2008. [30]

En Amérique du Nord, le Mexique, troisième producteur au monde, est le pays qui a enregistré la plus forte croissance au cours de la période 2008-2017 en doublant sa superficie et en triplant son volume, notamment grâce à l'afflux de grandes compagnies américaines qui s'implantent au Mexique pour pallier le manque d'eau de même que la pénurie de main-d'œuvre et ainsi produire à moindre coût. Aux États-Unis, qui représentent le deuxième joueur mondial, la production de fraises se concentre majoritairement dans deux États, soit la Californie (91 %) et la Floride (8 %). [30]

b) la production algérienne

La production des fraises en Algérie est estimée à 50000 tonnes durant la période allant de 2017 à 2018. Cependant, les rendements et les productions les plus faibles ont été enregistrées à la fin des années 1990 avec 2000 à 5000 tonnes (rendement de 90 Q/Ha dans la région de l'est). Cette production a connu des fluctuations au fil du temps.

La production a considérablement augmenté au début des années 1990 pour stagner à partir de 1994 ; cette variation est fortement liée à celle des superficies cultivées.

La croissance de la production et la superficie ne sont remarquables qu'à partir de l'an 2000 suite à la mise en place du plan national de développement agricole « PNDA ».

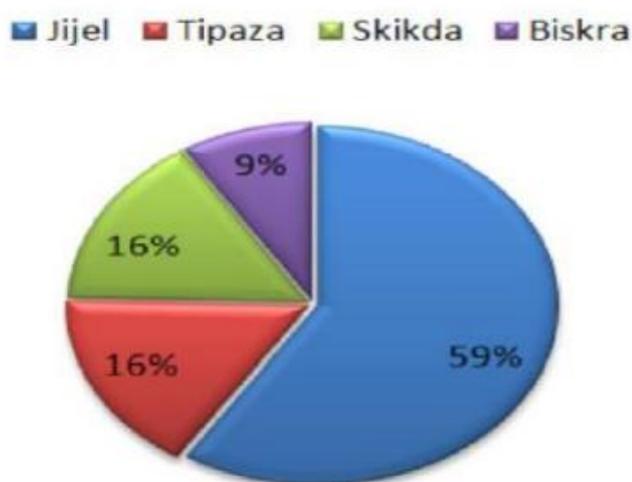


Figure I.8 : Production nationale de la fraise

Tableau I.7 : Production de la fraise à Jijel entre 2015 et 2019[31]

Spéculation	2015/2016		2016/2017		2017/2018		2018/2019	
	Surf Rc(Ha)	Prod (Qx)	Surf Rc(Ha)	Prod(Qx)	Surf Rc(Ha)	Prod(Qx)	Surf Rc(Ha)	Prod(Qx)
Fraise S/serre	101,88	29 658	113,36	38 670	149,92	60 964	164,16	En cours
Fraise S/Tunnel	212,75	61 479	254	88 620	276,5	109 028	289,9	
Total	314,63	91137	367,36	127 290	426,42	169 992	452,06	
Les rendement s moyens (Qx/Ha)	290		345		390			
Les variétés	TUDLA – TUDLA PLUS – KAMAROZA.							

I.2.1.7. Intérêt nutritionnel et médicamenteux de la fraise

La fraise est riche de bienfaits nutritionnels : [32]

- ✚ Hydratante : les fraises sont riches en eau ce qui participe à la couverture des besoins hydriques journaliers.
- ✚ Riche en antioxydants : La fraise contient des flavonoïdes qui lui donnent sa couleur rouge et sont parmi les composés qui contribuent le plus à sa capacité anti-oxydante. Parmi les flavonoïdes, on retrouve les anthocyanines, qui auraient un effet protecteur contre le cancer. Ils inhiberaient également la croissance des cellules cancéreuses humaines du côlon, de la prostate et de la cavité orale.
- ✚ Une source de fibres bien tolérées : Les fraises sont sources de fibres qui vont stimuler le transit intestinal et limiter les ballonnements.
- ✚ Une source de manganèse : La fraise est source de manganèse qui agit comme cofacteur de plusieurs enzymes qui facilitent une douzaine de différents processus métaboliques. Il participe également à la prévention des dommages causés par les radicaux libres.
- ✚ L'anti fatigue de l'été : La fraise est riche en vitamine C qui permet de lutter contre la fatigue, de stimuler le système immunitaire et de lutter contre diverses infections et coups de froid hivernaux.
- ✚ Une source de vitamine B9 : La fraise est source de vitamine B9 qui permet le bon développement du fœtus pendant la grossesse.
- ✚ Le mot du nutritionniste : Les fraises sont riches en eau, peu chargées en sucres et pauvres en calories. Elles sont donc un aliment de choix en période de perte de poids. C'est également un excellent anti fatigue pour l'été de par la présence de vitamine C en quantité notable.
- ✚ Source de la vitamine B1.

I.2.1.8. Conservation et transformation de la fraise

La fraise se conserve mal, même au frais : il faut la déguster rapidement et la laver juste avant consommation. Elle est généralement consommée fraîche mais beaucoup de fraises sont transformées, tels que le jus, le nectar, la purée, la confiture, les gelées [33], la crème, le vin et le sirop de fraises [27]. Sa faible teneur en pectine explique qu'il faut en ajouter lorsque l'on fait de la confiture de fraise [34].

Les étapes communes de traitement sont la concentration du jus de fruit, le stockage dans un réservoir fermé, ou production de confiture de fraises par chauffage sous vide, embouteillage, fermeture sous vide et refroidissement [33].

Pour comprendre les effets de traitements pour augmenter la durée de conservation et la valeur nutritionnelle, plusieurs travaux de recherche ont visé à trouver le meilleur compromis entre durée de conservation et le maintien de la valeur nutritionnelle. Cependant, la couleur était négativement touchée, probablement en raison de l'inhibition des enzymes liées à la synthèse des anthocyanes ; aussi, la réduction dans la teneur en acide ascorbique pendant le stockage était observée [35].

I.2.2. Généralités sur Le citron

I.2.2.1. Définition :

Fruit du citronnier, de couleur jaune, de forme ovale, avec un mamelon au sommet et dont la pulpe contient un jus acide, riche en vitamine C et agréablement parfumé. [36]

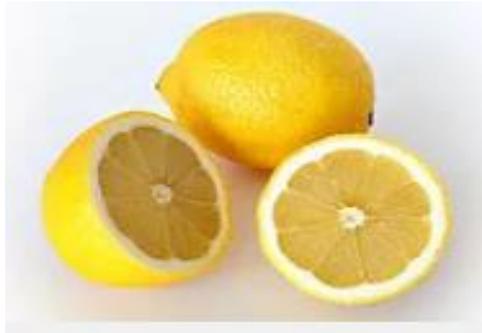


Figure I.9 : Figure représente un citron

I.2.2.2. Historique et origine :

Autrefois appelé limon, qui vient de l'italien limone, de l'espagnol lima, de l'arabe laymûn, du persan limou, du sanskrit nimbú. Le mot lime a été gardé pour nommer le citron vert. Et on continue à appeler populairement cette plante le limonier d'Inde. [37]

Son origine est incertaine, il pourrait être le résultat d'hybridation naturelle entre le cédrat, la lime et le pamplemousse. [37]

Originaire de Chine et d'Inde, sur les contreforts de l'Himalaya, il a été utilisé dès le début du Moyen Âge sur les bateaux arabes puis en Europe vers la fin du XII^e siècle. Il a traversé l'Atlantique en 1493 sur le bateau de Christophe Colomb. C'était avec l'oignon le seul remède connu contre le scorbut. [37]

On dit parfois que son bois était déjà connu des Grecs et des Romains de l'Antiquité qui en faisaient de meubles de grande valeur, mais il est probable qu'ils utilisaient en fait du bois de cédrat. [37]

I.2.2.3. Description et classification botanique :

a) Description de fruit :

Lemon est un arbre qui atteint de 3 à 6 mètres de hauteur. Les bourgeons et les pétales sont blancs et violets.

Le fruit est jaune à l'extérieur et à l'intérieur presque incolore, sphérique à ovale, souvent avec une protubérance au sommet et souligné à l'autre extrémité. La peau peut être de très rugueux à lisse, plus ou moins doublé à l'intérieur d'une masse spongieuse blanche appelée albédo. [38]

Ils sont ovales, présentant un téton à une extrémité et quelquefois à chaque extrémité. La longueur du fruit est de l'ordre de 30% à 50% plus grande que son diamètre pour la plupart des variétés, les fruits ont les caractéristiques moyennes suivantes (**tableau I.8**) :

Tableau I.8 : Caractéristiques moyennes du citron [18].

	Diamètre (mm)	Poids/fruit (g)	Huile essentielle (g/kg)	% de pulpe
T . petits	<50	80	5.5	40
Petits	51 à 55	100	5.2	42
Moyens	56 à 64	135	4.8	45
Gros	65 à 70	197	4.4	47
T.Gros	>71	>250	4	50

b) Classification botanique :

Le citron Appartient à la classification présenté dans le tableau suivant :

Tableau I.9 : classification botanique d'un citron

domaine	Eucaryotes
uni	plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Superdivision	<u>spermatophyta</u>
division	Angiosperme
classe	magnoliopsida
sous-classe	Rosidae
ordre	Sapindales
famille	Rutaceae
sous-famille	Aurantioideae
tribu	Citreae
<u>sexe</u>	<i>agrumes</i>
espèce	<i>C. limon</i>

I.2.2.4. Les variétés de fruit :

Les citrons sont cultivés sur tout le pourtour du Bassin méditerranéen, en Amérique du Sud, aux États-Unis (en Californie et en Floride surtout). Par le biais des importations, ils sont présents toute l'année sur les marchés. Principales variétés (**tableau I.10**) :

Tableau I.10 : les différentes variétés des citrons [39]

Variétés		Observation
Citrons jaunes	Eureka	le plus cultivé dans le monde, d'origine californienne ; rond, peau fine, très acide, peu de pépins ; se trouve toute l'année.
	Fino (ou mesero, blanco, primofiori)	ovale avec une petite queue, peau fine, pulpe très juteuse ; d'octobre à janvier.

	Limoniivernale	Rond, peau fine, pulpe juteuse et peu de pépins ; de décembre à mi-mai.
	Lisbon	proche d'Eureka, avec une écorce plus rugueuse et plus parfumée, rond ou ovale avec une petite queue, pulpe très juteuse avec peu de pépins, très acide ; d'octobre à février.
	Verdelli	moins juteux, moins parfumé et souvent déverdi avant sa commercialisation ; de mi-mai à septembre.
	Verna	rond, bien jaune, sans pépins ; de février à juillet.
	Citron de Menton	cultivé depuis le XVe siècle à Menton, dans le sud de la France, et issu de trois variétés anciennes, plus ou moins juteuses mais toutes très parfumées ; en voie d'obtenir une IGP (indication géographique protégée) ; toute l'année.
	Citron Meyer	Sa peau et sa chair sont jaunes et orangées car ce citron résulte du croisement d'une orange ou d'une mandarine et d'un citron. Originaire de Chine, il porte le nom de Franck Meyer qui l'a introduit en 1908 aux Etats-Unis. Très juteux, il a un parfum intense et un jus plus doux. Il se trouve toute l'année.
	Citron caviar	Long et assez mince, il a une peau vert foncé, et sa chair renferme de nombreuses billes croquantes qui explosent dans la bouche. Sa saveur est légèrement acide. Rare, ce citron pousse dans les forêts australiennes.
	Citrons verts ou lime	Cultivés dans de nombreux pays, les citrons verts sont petits et ronds, avec une peau vert vif, une chair plus ou moins juteuse selon leur provenance, mais toujours assez acide. Deux groupes de variétés : à gros fruits (Lime de Tahiti ou de Perse ou Lime bears) et à petits fruits (Gallet ou limette, Mexicana, des Antilles, d'Italie etc). Ceux des Antilles sont les plus parfumés, ceux du Mexique les plus juteux. Toute l'année.
		C'est l'ancêtre du citron. Gros fruit ovale, bosselé, de 10 à 20 cm. Son écorce est très épaisse, sa pulpe très amère et acide,

Cédrat	immangeable. Il a été beaucoup cultivé en Corse jusqu'à la fin du XIXe siècle. Il l'est toujours un peu mais aussi en Italie, au Maghreb, en Amérique du Sud.
---------------	---



Figure I.10 : Quelques variétés de citron.

I.2.2.5. La composition et la valeur nutritionnelle de citron :

Le citron est plein d'atouts pour notre santé. C'est un fruit riche en eau et peu sucré, ce qui fait de lui un fruit très peu calorique. Très riche en antioxydants, il est à consommer sans modération pour ses divers bienfaits pour notre organisme. [40]

La composition biochimique moyenne du citron est donnée par le **tableau I.11**.

Tableau I.11 : Composition biochimique moyenne dans 100 gr de citron.

Constituant	Teneur moyenne	Constituant	Teneur moyenne
Eau (g)	89,2	Beta-Carotène (µg)	3
Protéines (g)	0,8	Vitamine E (mg)	0,8
Glucides (g)	2,45	Vitamine C (mg)	53
Lipides (g)	0,3	Vitamine B1 (mg)	0,05
Sucres (g)	2,2	Vitamine B2 (mg)	0,02
Fibres (g)	2	Vitamine B3 (mg)	0,2
Sodium (mg)	<3	Vitamine B5 (mg)	0,19
Magnésium (mg)	8,93	Vitamine B6 (mg)	0,08
Potassium (mg)	149	Vitamine B9 (µg)	11
Calcium (mg)	18	Phosphore (mg)	15,5

I.2.2.6. La production de citron :

1. La production mondiale :

La production mondiale de citrons et limes (citron vert) est de l'ordre de 19 millions de tonnes (MT) par an, l'Inde (3 MT) ou la Chine (2,5 MT) ne distinguant pas ces deux espèces dans leurs statistiques nationales. Mis à part ces deux pays, les principaux producteurs de citron sont l'Argentine (1,9 MT), la Turquie (1 MT), l'Espagne (1 MT) et les Etats-Unis (0,8 MT). Le Mexique (2,6 MT) et le Brésil (1,4 MT) sont quant à eux les principaux fournisseurs mondiaux de lime.

Les quantités de citron (hors lime) échangées mondialement atteignent 2,2 MT par an. L'Espagne, la Turquie, l'Afrique du Sud et l'Argentine sont à l'origine des trois-quarts de ce volume, avec l'Union Européenne à 28 comme première destination.

L'industrie des dérivés du citron mobilise 25 à 30 % de la production mondiale et constitue donc un important débouché, notamment pour l'Argentine, la Californie, l'Espagne et l'Italie (jus concentré, huiles essentielles...). [41]

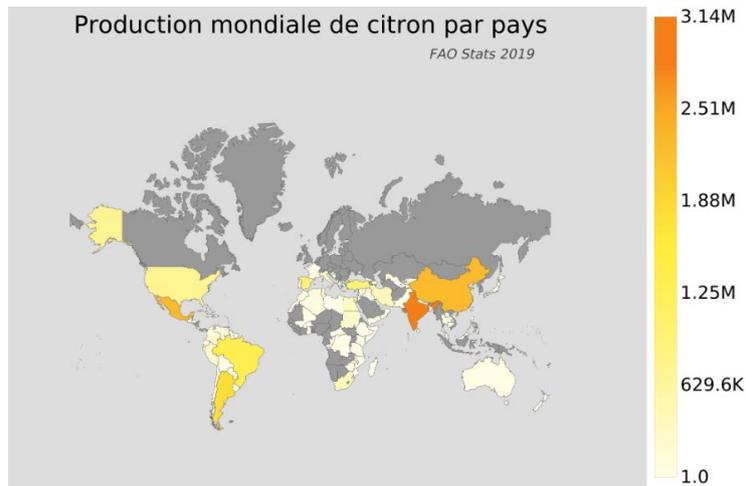


Figure I.11 : production mondiale de citron par pays

2. La production algérienne :

Une légère diminution de la production est constatée au cours de l'année 2010, puis une nette croissance par la suite.

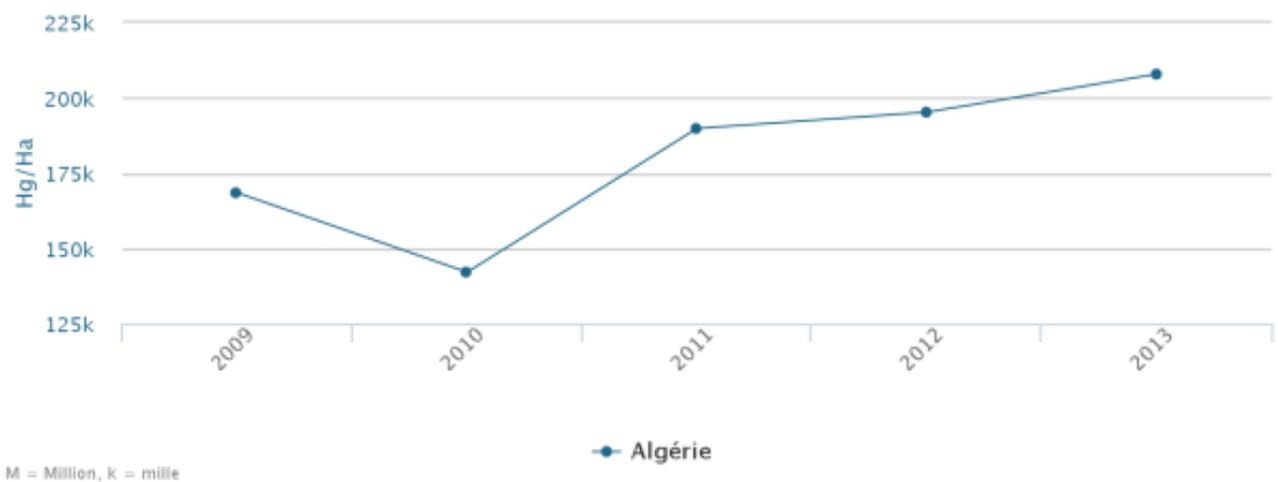


Figure I.12 : Evolution de la production nationale de citron [FAO, 2013]

I.2.2.7. Utilisation et aspect bénéfique de citron :

1. Utilisation en alimentation :

Il a de multiples usages en cuisine : [42]

- Le jus frais est utilisé en assaisonnements sur le poisson.
- Il remplace le vinaigre dans les salades.
- Additionné d'eau et de sucre, il compose la citronnade : une boisson rafraîchissante.

- Il est également un ingrédient essentiel de la limonade.

A température ambiante, il se conserve une dizaine de jours, mais une fois coupé (ou cuit), il perd ses vitamines, il faut donc le consommer rapidement.

2. Aspect bénéfique :

Le citron a une teneur élevée en vitamine C. C'est un produit naturel, sans graisse, un aliment naturel sans matière grasse, sans sel ni sodium, avec une faible teneur en sucre, et une source de vitamine C qui contribue au : [43]

- ✚ Fonctionnement normal du système immunitaire.
- ✚ Fonctionnement normal du système nerveux.
- ✚ La protection des cellules contre les dommages causés par l'oxydation.
- ✚ Une fonction psychologique normale.
- ✚ Un métabolisme énergétique normal.
- ✚ Une formation normale de collagène pour un fonctionnement normal : des vaisseaux sanguins • des os • des cartilages • des gencives • de la peau • des dents.
- ✚ Contribue à réduire le sentiment de lassitude et d'épuisement, ainsi que la fatigue.
- ✚ Facilite la régénération de la forme réduite de vitamine E.
- ✚ Améliore l'absorption du fer.

1.2.2.8. Jus de citron :

La qualité d'un citron n'est que partiellement liée à celle de son jus car la peau représente une part importante de la valorisation du citron.

Le rendement théorique en jus pulpeux est en moyenne de 45 %, comme jus de citron, il est surtout utilisé comme base de boissons et de sirop. La demande concerne surtout des jus très pulpeux. Le rendement usuel est voisin de 40 %, soit un rendement d'extraction de 90 %. [44]

- Les caractéristiques physicochimiques de jus de citron sont les suivantes (tableau I.12):

Tableau I.12: Les caractéristiques physicochimiques de jus de citron[44].

Caractéristique	Valeurs
Indice réfractométrique	7 à 12%
Densité	1,030 à 1,040
Teneur en sucre	17 à 27 g/l
Acidité ascorbique	300 à 500mg/l
Huile essentielles : maximum	0,2 à 0,3 ml/l
pH	2 à 3,2
Pulpe décantable	10 à 15 %
Coloration	Jaune

I.2.3. Généralités sur les dattes et sirop de dattes :

I.2.3.1. Les dattes :

I.2.3.1.1. Définition :

La datte est une baie, de forme généralement allongée, oblongue ou ovoïde. Elle est constituée de deux parties (**Figure I.13**) :

- Une partie non comestible de la datte, formée par la graine ou le noyau, ayant une consistance dure.
- Une partie comestible, dite aussi chaire ou pulpe, comporte une enveloppe fine cellulosique, l'épicarpe. La graine est entourée par une zone interne de teinte plus claire et de texture fibreuse, l'endocarpe, réduite à une membrane parcheminée. Les deux sont séparés par le mésocarpe charnu et fibreux dont la consistance varie selon les variétés, le climat ainsi que la période de maturation [44].

Les dimensions de la datte sont très variables, de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 grammes selon les variétés. Leur couleur va du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambre, rouges, brunes plus ou moins foncées. [44]

La figure suivante montre bien la structure de la datte avec ses différentes parties dont le péricarpe, le mésocarpe, l'endocarpe et la graine (aussi appelée noyau, ou pyrène).

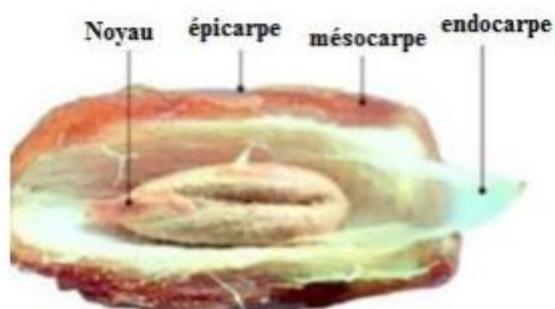


Figure I.13 : Photographie d'une coupe longitudinale d'une datte au stade tamar

I.2.3.1.2. La composition et la valeur nutritionnelle de datte :

La datte est une baie très énergétique. Elle contient 64,7 % de glucides, qui sont des sucres. On y trouve aussi des fibres alimentaires et des lipides, dont des acides gras saturés, ainsi que des poly et mono insaturés. Pour le reste, elle est riche en eau ainsi qu'en micronutriments : vitamines, minéraux... Parmi les vitamines de la datte se trouvent en majorité des vitamines B : B1, B2, B3, B5, B6 et B9. Elle renforce également des vitamines naturellement anti oxydantes, à savoir les vitamines C et E. [45]

En ce qui concerne les minéraux présents dans la datte se trouve le potassium en très grandes quantités. Viennent s'y ajouter le cuivre, le fer, le manganèse et le magnésium. En plus petites quantités, les dattes contiennent du phosphore, du calcium, du sélénium, du sodium, du zinc et de l'iode. Riche en protéines, elle contient également des agents antioxydants comme des caroténoïdes et des composés phénoliques.[45]

Tableau I.13: valeur nutritive de la datte.

	Datte séchée dénoyautée 25g (3 petits fruits)	Datte fraîche Medjool dénoyautée, 1 gros fruit, 24g
Calories	70	66
Protéines	0,6 g	0,4 g
Glucides	18,7 g	18,0 g
Lipides	0,1 g	0,0 g
Fibres alimentaires	2,0 g	1,6 g
Charge glycémique	Forte	
Pouvoir antioxydant	Très élevé	

I.2.3.1.3. Effet thérapeutique des dattes :

- + Facilitent la digestion : riches en fibres solubles et insolubles, elles aident le transit et favorisent la digestion.
- + Régulent la glycémie : riches en sucre, elles favorisent néanmoins une glycémie saine en libérant progressivement ses glucides.
- + Protègent la santé de votre cœur : source de potassium, ce minéral régit la contraction musculaire et donc celle du myocarde. Le potassium favorise également la bonne santé du système nerveux.
- + Renforcent les os et luttent contre l'anémie : contenant du sélénium, du manganèse, du cuivre ainsi que du magnésium, les dattes sont excellentes pour renforcer la santé osseuse.
- + Favorisant la prise de masse : riches en sucres naturels tels que le glucose, le fructose et le saccharose. [46]

I.2.3.1.4. Transformation des dattes :

Dans le domaine de transformation industrielle de la datte, les opérations technologiques sont très diverses et pratiquement innombrable. La liste suivante, indicative seulement, donne les actions possibles de transformation de la production dattier avec les produits dérivés de la datte :

-la diversification des productions : pate, farine, confiture, datte fourrée etc.

-la transformation des dattes : sirop, boissons, vinaigre, alcool chirurgical ou industriel, levure etc.

-l'utilisation des déchets de dattes : sucre, aliment de bétail, etc.

Globalement on peut distinguer deux types de transformations de dattes : transformation technologique et transformation biotechnologique (figure 12). [47]

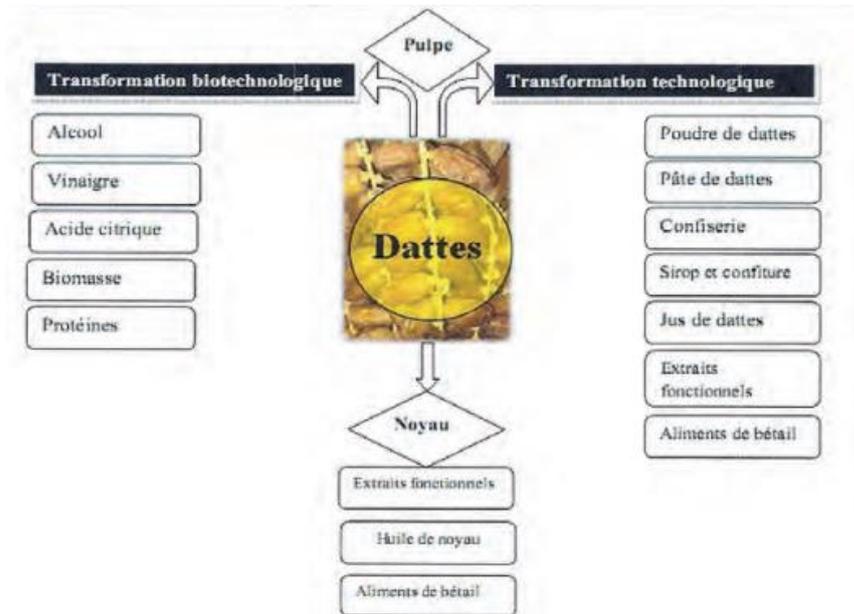


Figure I.14 : transformation technologique et biotechnologique de la datte

I.2.3.2. Sirop des dattes :

I.2.3.2.1. Définition :

Aussi appelé "mélasse de datte" ou "miel de datte", le sirop de dattes (**Figure I.15**) est le jus obtenu à partir de dattes dénoyautées, cuites et pressées. Sa couleur brune et sa texture sirupeuse rappellent celles du sirop d'érable. Au goût, on retrouve une légère saveur de datte, mais surtout celle du caramel due à la cuisson. Ce sucre 100 % naturel commence à percer dans les magasins bios : il répond à la demande de produits non raffinés et plus sains. [48]



Figure I.15 : Figure représente un sirop de datte

I.2.3.2.2. Composition biochimique :

Le sirop de dattes contient en plus du sucre, des macros et micro éléments tels que les protéines, les lipides, la pectine et les sels minéraux (**Tableau N° I.14**) qui peuvent jouer un rôle important en considérant le sirop de dattes comme un aliment complet.

Tableau I.14 : Composition chimique du sirop de dattes.

Composants	Teneurs (%)
Teneur en eau	16
Teneur en cendres	6,8
Solides totaux	84
Sucres totaux	79,45
Sucre inverti	74,83
Protéines totales	0,83
Lipides totaux	1,98
Pectines	1,46
Vitamine C (mg/100g)	0,185
Minéraux (mg/100g)	
Sodium	13
Potassium	202,8

I.2.3.2.3. Propriétés du sirop des dattes

1. Propriétés organoleptiques

✓ **Goût**

Le sirop de dattes est caractérisé par un goût relativement sucré, à cause de sa teneur en fructose, osé à pouvoir sucrant élevé. Son goût rappelle celui de la datte dont il est issu [49]. Le sirop de dattes est caractérisé par le goût sucré pur, grâce à la teneur de solides solubles élevée, par rapport à la matière première utilisée pour son élaboration.[50]

✓ **Couleur**

Le sirop de dattes élaboré par des méthodes technologiques actuelles (extraction par diffusion) a une couleur ambrée [51]. Le sirop de datte il peut prendre une couleur noir-rougeâtre dans des flacons transparents [50]. Le sirop de dattes est un produit stable d'une couleur plus ou moins brune.[52]

2. Propriétés physiques

✓ La densité

La densité moyenne d'un sirop est en fonction de leur concentration. Cette dernière est inversement proportionnelle à la température ambiante [53]. La densité de sirop de dattes est très élevée grâce au taux de solides solubles existant dans ce produit, ce caractère permet leur stockage pendant une longue durée.[50]

✓ La viscosité

La viscosité est une propriété physique importante du sirop de dattes, elle détermine les conditions de stockage du produit. La viscosité augmente lorsque la teneur en eau diminue, elle est proportionnelle au TSS dans le sirop, ce qui lui donne un pouvoir sucrant élevé. Le sirop de 72 à 75% de teneur en matières sèches, à une viscosité de 500 centipoises [53]. Le sirop de dattes est un produit très visqueux, ceci est dû à la faible humidité. Cette propriété est importante pour préserver la qualité du produit durant deux ans et empêche la prolifération des microorganismes. [50]

✓ Aspects bactériologiques

Le développement des microorganismes est lié à l'activité de l'eau et au couple pH/température ambiante.

L'humidité du sirop de dattes est égale à 25%, ce caractère le protège des risques recommandés par les établissements de restauration modernes du monde entier.

La forte teneur en sucre de ce sirop devrait justifier son utilisation comme source riche en sucre liquide, convient à une variété d'aliments tels que les confitures oranges, boissons concentrées, glaces au chocolat, bonbons, Cuisine au four et bio. Cependant, le sirop de datte peut également être utilisé comme édulcorants, qui sont un type d'isoglucose, un sucre liquide composé principalement d'un rapport variable de glucose au fructose, un édulcorant alternatif au saccharose.

Il est également utilisé comme agent aromatisant pour les produits laitiers, c'est-à-dire Lait fermenté d'altérations microbiennes. [50]

I.3. Conservation et stabilité des jus

I.3.1. Introduction

Malgré les avantages liés à la consommation des fruits et leur jus frais, celle-ci pose un problème de sécurité alimentaire. En effet, dans la mesure où ces aliments consommés sans aucun traitement de conservation, ils sont depuis longtemps reconnus comme sources de transmission de maladies infectieuses. Même si la majorité des intoxications alimentaires sont dues à la consommation d'aliments d'origine animale contaminés. Le nombre de cas d'intoxications associés aux fruits et leur jus frais a progressé au cours des dix dernières années. Ainsi une large gamme de ces produits contaminés a récemment causé d'importantes épidémies d'infections microbiennes. [54]

I.3.2. La conservation :

Appliquer la technologie de conservation des aliments pour contrôler la qualité de la nourriture s'est détériorée. Cette détérioration peut être causée par réactions microbiennes et/ou physico-chimiques diverses survenant après récolte ou abattage.

Cependant, tout processus de préservation doit donner la priorité à la minimisation du risque d'altération dû à l'émergence ou au développement de micro-organismes intoxication alimentaire ou alimentaire.

I.3.2.1. La conservation physique :

I.3.2.1.1. La technique du froid :

Le refroidissement est une technique de conservation des aliments qui arrête ou ralentit l'activité de développement des cellules, des réactions enzymatiques et des micro-organismes. Réfrigération ne tue pas les micro-organismes pouvant être présents dans les aliments.

La majorité des micro-organismes présents peuvent reprendre leur activité immédiatement après être revenus à une certaine température favorable. C'est pour cette raison que le froid doit être constant.

Alors que les micro-organismes psychrophiles peuvent survivre à -5°C, toute vie microbienne arrête à des températures inférieures à -7°C.

✚ La réfrigération :

La réfrigération consiste à refroidir puis à stocker les aliments à basse température proche de la congélation, mais toujours d'actualité. La température de réfrigération générale est d'environ 0°C. A ces températures, la croissance des micro-organismes contenus dans les aliments est ralentie.

La réfrigération est utilisée pour la conservation des denrées périssables à court et moyen terme. La durée de conservation varie de quelques jours à quelques semaines, selon le produit, la température, l'humidité relative et le type d'emballage.

✚ La congélation :

La congélation a pour but d'augmenter la durée de conservation d'un aliment tout en gardant à la fois son aspect, sa texture, sa saveur et ses qualités nutritionnelles. La méthode consiste à refroidir un aliment jusqu'à -18°C afin que l'eau contenue dans le produit se transforme en glace. Un procédé qui paraît donc sans faille, mais qui nécessite de connaître certaines règles et de les respecter. [55]

✚ La surgélation :

Opération de stabilisation des denrées alimentaires par un abaissement rapide de leur température à cœur à une valeur inférieure ou égale à -18°C , de manière à limiter le temps de séjour du produit durant la phase de cristallisation maximale, comprise entre -1°C et -5°C , selon les aliments. [56]

I.3.2.1.2. Les techniques de conservation par chaleur :

✚ La pasteurisation :

La pasteurisation est un traitement thermique ayant pour but de détruire une grande partie d'agents microbiens qui pourraient se développer dans l'aliment pendant son stockage. C'est un procédé de conservation des aliments qui sont chauffés à une température définie pendant une période de temps définie avant d'être refroidi rapidement. Les températures de pasteurisation varient entre 70°C et 80°C . Sous l'effet d'un traitement thermique, les bactéries pathogènes et altération sont détruites. [57]

Comme tout traitement thermique, la pasteurisation doit permettre :

- Préserve le contenu nutritionnel du produit, par exemple ne détruit pas les vitamines.
- N'altère pas ses qualités organoleptiques, telles que pas de brunissement, de décoloration, de goût cuit, etc.

✚ La stérilisation :

La stérilisation est un traitement thermique qui a pour but de détruire toute forme microbienne vivante [58]. Il s'agit d'enfermer l'aliment dans un récipient thermo scellé et de le chauffer pour assurer la destruction des micro-organismes et des enzymes qui pourraient altérer l'aliment.

Le processus apparent se compose de 4 étapes :

1. Présentation du produit, correctement préparé, dans un contenant ;
2. Scellement des conteneurs (sertissage) ;
3. traitement thermique des contenants et de leur contenu (120 à 130°C) ;
4. Refroidir.

- Avantage :

Destruction des micro-organismes et conservation pendant 3 à 5 ans à la température ambiante.

- Inconvénient :

Qualité organoleptique peut s'altérer. [59]

✚ Le traitement à ultra haute température (UHT) :

Le traitement à ultra haute température (UHT) consiste à chauffer le produit à une température assez élevée, entre 135°C et 150°C, pendant un temps très court, entre 1 à 5 secondes. Le produit stérilisé est ensuite refroidi puis conditionné aseptiquement.

Ce processus est utilisé pour la stérilisation des produits liquides (lait, jus de fruits, ...) ou de consistance plus épaisse (desserts lactés, crème, jus de tomate, soupes...). [60]

I.3.2.1.3. Technique de conservation par les additifs alimentaires :

La technique implique l'utilisation de conservateurs chimiques pour prolonger la durée de conservation des aliments et prévenir partiellement toute détérioration.

Les additifs alimentaires peuvent être d'origine minérale ou organique.

Ils doivent assurer :

- ❖ Sécurité alimentaire en inhibant la reproduction et la production de tout micro-organisme pathogène présent.
- ❖ Améliore la stabilité sensorielle des aliments en inhibant les micro-organismes de détérioration.

La conservation chimique présente un triple avantage [61] :

- Réduire les traitements thermiques, ou éviter la réfrigération ;
- Préserver et empêcher une altération possible ;
- Allonger la durée de conservation à l'état frais.

➤ Exemples de conservateurs chimiques :

✚ L'acide citrique (E330) :

L'acide citrique ou acide 2, hydroxyle, 1.2.2propane tricarboxylique, extrait originellement des fruits du citronnier. Selon le Codex Alimentaire, la référence de l'OMS et de la FAO en termes de normes alimentaires, l'acide citrique alimentaire est employé dans l'industrie agro-alimentaire comme régulateur de l'acidité, antioxydant et séquestrant. Il limite la disponibilité des cations pour améliorer la stabilité, la préservation et la qualité du produit. [62]

✚ L'acide ascorbique (E300) :

Acide ascorbique ou vitamine C, la formule chimique est (C₆ H₈ O₆), (PM=176). Il est utilisé pour ses propriétés anti oxydantes, il est oxydé par la quinone en acide dihydro-ascorbique. Sa présence empêche le brunissement des jus et des boissons.

La vitamine C est la plus vulnérable des vitamines et sert donc d'indicateur de la sévérité du traitement thermique.

I.3.3. La stabilité et altération de jus :

La qualité des aliments se détériore pendant le stockage, la qualité change, elle peut être le résultat d'une combinaison de facteurs chimiques, physiques et microbiens.

La qualité initiale de la boisson, composition, conditions de stockage (température, lumière, humidité relative, etc.) et les emballages auront une incidence sur ces diverses modifications.

De tous les temps, l'homme cherchait à lutter contre l'altération des denrées alimentaires qui sont causées par :

- Dégradation dues réactions chimiques telle que l'oxydation et le brunissement enzymatique ;
- Altérations physicochimiques (déstabilisation des émulsions, floculation dans les liquides) ;
- Altération enzymatique (réaction d'hydrolyse et d'oxydation) ;
- Facteurs extérieurs intervenant dans l'altération (température, l'intensité lumineuse). [63]

I.3.3.1. Influence des Paramètres physicochimiques sur la qualité des jus

De nombreux paramètres physicochimiques, telle que la température de stockage, le pH, la composition chimique, la couleur et l'acide ascorbique influent également sur la bio détérioration des jus de fruits et provoquant le rejet du produit. [64]

L'augmentation du pH favorise la croissance des bactéries qui entraîne l'accumulation de sous-produits métaboliques conduisant à la biodégradation des jus et éventuellement leur

gâchés. Les nutriments essentiels tels que les antioxydants, les vitamines A, C, E et les phytonutriments sont également détruits en raison de l'exposition aux fluctuations de la lumière et de la température pendant le stockage, ce qui entraîne une durée de vie réduite du produit. [65]

I.3.3.1.1. Les altérations de la qualité microbiologique :

Les bactéries présentes dans le jus et le nectar proviennent principalement de matières premières. Ils sont généralement très riches en fruits fraîchement pressés : il dépend de l'état du fruit (propreté, maturité) et du processus d'extraction. Autre la pollution est provoquée par le sucre et les sirops sucrés, qui sont utilisés dans la fabrication et manutention.

Une majeure partie de ces germes est incapable de se développer dans les jus et nectars de fruits due à la forte acidité et la pression osmotique de milieu ; mais toute fois la flore banale acidophile et osmophile peut entraîner un certain nombre d'altérations malgré les traitements de stabilisation. [58]

Parmi les paramètres affectant le développement microbien, on cite : Température, pH (un pH bas est généralement mauvais pour les micro-organismes pathogènes) et activités de l'eau.

Concernant les microorganismes altérant les jus de fruits, trois groupes de microorganismes ont été signalés comme les plus importants : les bactéries aciduriques, les moisissures et les levures. [66]

✚ Les Bactéries

Les bactéries lactiques et acétiques sont les bactéries de détérioration les plus courantes trouvées dans jus de fruits. Leurs capacités à tolérer des milieux à pH bas est essentielle pour leur croissance dans les jus de fruits, Erwiniasp, Enterobactersp, Clostridium, Alicyclobacillus, Pseudomonas sp, et Bacillus sp. Ont été signalés comme agents détériorant dans les jus. [67]

✚ Les Levures

Les levures ont la capacité de se développer à un pH faible, à une concentration élevée en sucre et à une faible activité de l'eau. Les jus de fruits sont généralement riches en glucides simples et en sources d'azote complexes et sont donc des substrats idéaux pour le développement des levures [68]. Les levures sont les principaux contaminants dans les jus de fruits. La détérioration des jus de fruits par les levures est caractérisée par la formation de CO₂ et de l'alcool. Les levures peuvent également produire de la turbidité, de la floculation, des pellicules et des agglutinants. Ainsi la production des pectinases qui dégradent la pectine

participe à cette détérioration. Les acides organiques, et l'acétaldéhyde, qui contribuent à un « goût fermenté », peuvent également être formés. Pichia, Candida, Saccharomyces et Rhodotorula sont les principaux genres responsables de la détérioration des jus de fruits.[69]

Moisissures

Comme les levures, plusieurs moisissures tolèrent un pH faible et on considère qu'une acidité élevée peut être le facteur le plus important dans la détérioration fongique des jus de fruits. Contrairement à de nombreuses bactéries et levures, l'oxygène est généralement nécessaire pour la croissance des moisissures. Cependant, certaines espèces peuvent aussi se développer sous anaérobie avec métabolisme fermentatif. En outre, plusieurs espèces (Fusarium et Rhizopus spp.) peuvent se développer à une faible concentration en oxygène. La croissance des champignons peut entraîner plusieurs types de détérioration. [67]. Les moisissures peuvent produire un grand nombre d'enzymes telles que les lipases, les protéases dont l'activité peut conduire à la production de mauvaises odeurs et de saveurs. Ainsi, la production de substances volatiles telles que le sulfure de diméthyle. En outre, la contamination fongique peut entraîner une décoloration des produits, la formation d'allergènes et la production de composés toxigènes. [70]

I.3.3.1.2. Altération organoleptique :

Le terme « qualité organoleptique » regroupe les propriétés suivantes :

- L'aspect (couleur et forme), relevant de la vision ;
- La flaveur, relevant du goût et de l'odorat.

Les différentes altérations sont :

Modification de la couleur

La couleur est un facteur important dans l'évaluation de la qualité des produits alimentaires, en particulier les jus et les nectars, et une diminution d'intensité correspond à des changements dans le produit.

Elle est généralement liée à la maturité des fruits utilisés, à la présence d'impuretés, à la bonne mise en œuvre des traitements techniques, à de mauvaises conditions de stockage, etc.

Modification du goût

Le changement de goût se caractérise principalement par l'acidité. Un goût indésirable peut se développer lors d'un traitement et d'un stockage non hygiénique.

✚ Modification de l'arome

Le changement d'arôme est dû à la stimulation de récepteurs situés dans les cavités buccale et nasale par un certain nombre de composants alimentaires. Les molécules odorantes volatiles, telles que les esters, qui contribuent à l'arôme des jus et des nectars, diminuent pendant le stockage.

CHAPITRE II :

Matériels et méthodes

La réalisation de notre projet se déroule au niveau du laboratoire de l'université du Bejaia. Il consiste en un essai de formulation d'un jus de fruit a base de jus de fraise, jus de citron et sirop de datte.

Dans le cas de notre expérimentation, 10 essaies de formulation ont été effectuées puis on a évalué la stabilité de la boisson sélectionnée durant 21 jours ou des contrôles physicochimiques, microbiologiques et organoleptiques ont été estimés.

L'étude expérimentale concerne ces étapes :

- + Description physique de la variété des fruits utilisés ;
- + Caractérisation physicochimique de la matière première et des jus ;
- + Analyses physico-chimiques de la matière première (jus de fraise et jus de citron) ;
- + La formulation des différentes boissons en variant la quantité des ingrédients utilisés ;
- + Réalisation d'un test de dégustation pour étudier l'acceptabilité de notre produit par le consommateur ;
- + Analyses physico-chimiques des boissons formulées au moment de la préparation, après 7 jours, 15 jours et 21 jours ;
- + Analyses microbiologiques sur les boissons formulées après 21 jours de stockage à la température de réfrigérateur.

II.1 Matériel

II.1.1. Matériels de laboratoire

Les appareilles, la verrerie, les réactifs et les milieux de cultures utilisés durant notre expérimentation sont représentés dans **L'Annexe N°1**.

II.1.2. Matériel végétal

II.1.2.1 Echantillonnage :

Dans cette expérimentation nous avons utilisé la variété de fraise et la variété de citron locale provenant du marché local.

II.1.2.1.1. Quelques caractéristiques physiques de la fraise utilisée :

Tableau II.1 : Caractéristiques physiques de la fraise utilisée

Caractéristiques	Variété étudiée
Forme de fruit	Avoïde oblongue.
Couleur de fruit	Rouge.
Gout de fruit	Sucré un peu acide.



Figure II.1: Photographie des fraises utilisées.

II.1.2.1.1. Quelques caractéristiques physiques de citron utilisé :

Tableau II.2 : Caractéristiques physiques de citron utilisé.

Caractéristiques	Variété étudiée
Forme de fruit	Rond et ovale
Couleur de fruit	jaune
Gout de fruit	acide
Poids de fruit (g)	130 ± 10,06
Rendement de fruit (ml)	45 ± 8,26



Figure II.2 : Photographie de citron utilisé.

II.1.2.2. Extraction de jus :

II.1.2.2.1. Jus de fraise

La quantité de fraises utilisées est de l'ordre de 1,725 kg.

- Les fraises sont transportées au laboratoire, lavées abondamment à l'eau minérale afin d'éliminer toutes les impuretés puis séchées à température ambiante pendant environ 20min ;
- Découpage de fruits ;
- Broyage et mixage de la fraise avec un bras mixeur pour obtenir la purée ;
- filtration pour obtenir le jus de fraise ;
- Conditionnement jus obtenu dans une boîte en verre et le stockage au réfrigérateur à $T=4^{\circ}\text{C}$ pour sa conservation tout au long de l'expérimentation.



-Lavage



-Découpage





-Mixage



-Filtration



-Stockage au réfrigérateur à $T=4^{\circ}\text{C}$ jusqu'au moment de son utilisation

Figure II.3: Résumé des principales étapes d'obtention de jus de fraise pur.

II.1.2.2. Jus de citron :

La quantité de citron utilisé est de l'ordre de 900 g.

- Le citron est transporté au laboratoire, lavé abondamment à l'eau minéral afin d'éliminer toutes les impuretés puis séchés à température ambiante pendant environ 20min ;

-Découpage de citron en deux ;

- pressage de citron ;

-filtrage pour obtenir un jus de citron pur.



- La variété utilisée



-Pressage puis filtration





-Jus de citron pur.

Figure II.4 : Résumé des principales étapes d’obtention de jus de citron pur.

II.1.3. Préparation des ingrédients utilisés :

Tableau II.3 : Représentation des ingrédients rajoutés.

L’ingrédient	fonction	Photo originel
<p>L’eau</p>	<p>utilisée dans le but de diluer la boisson et les rendre buvable</p>	
<p>Le sirop de datte</p>	<p>un édulcorant 100% végétal et naturel et sain populaire, utilisé à la place des édulcorants artificiels tels que le sucre dans notre cas.</p>	
<p>L’acide citrique</p>	<p>L’acide citrique (E330) a pour rôle d’ajuster le pH (en le diminuant). De permettre l’inversion du saccharose, d’améliorer le goût, tout en conservant le produit [1].</p>	

	❖ Pour les nectars de fruits, la limite maximale d'adjonction d'acide citrique est de 5000mg/L (CODEX ALIMENTARIUS, 1995).	
--	--	---

II.1.4. Formulation des boissons :

On a procédé à la formulation des boissons de différentes quantités d'ingrédients. Le résumé de la formulation est donné dans le **Tableau N°II.4**.

Tableau II.4: Composition des boissons formulé pour 100 ml.

formulation	Fraise (ml)	Citron (ml)	Sirop de datte (ml)	Eau minéral (ml)	Acide citrique (mg)
1	40	/	20	40	/
2	40	/	10	50	/
3	40	/	15	45	/
4	40	/	30	30	/
5	40	15	20	25	/
6	40	15	10	35	0.005
7	45	5	/	50	/
8	40	10	5	45	/
9	50	/	10	40	0.005
10	40	/	20	40	0.005

On a choisi les valeurs selon les normes générales de jus et nectar de fruits (**Codex STAN 274**) :

- ✓ Valeur Brix minimale Jus de fraise et jus de citron reconstitués et purées reconstituées respectivement : 7.5 °B et 8°B ;
- ✓ Teneur minimale en jus et/ou pulpe (%) du nectar de fraise est fixé à 40%.

Les formulations sont ensuite pasteurisées à 80C° pendant 20min suivi d'un refroidissement immédiat.



Figure II.5 : photographie des boissons formulées.

II.1.5. Test de dégustation :

Pour confirmer l'acceptabilité de notre jus par le consommateur, les dix formulations sont destinées pour le test de dégustation ou une trentaine (30) de personnes de différente catégorie ont répondu à un questionnaire (Annexe N°2). Ce dernier nous a autorisés de choisir la sixième formulation pour ses caractéristiques organoleptiques.

Les résultats de ce test sont représentés dans L'ANNEXE N°3.

II.1.6. Les étapes de fabrication de la boisson à analyser :

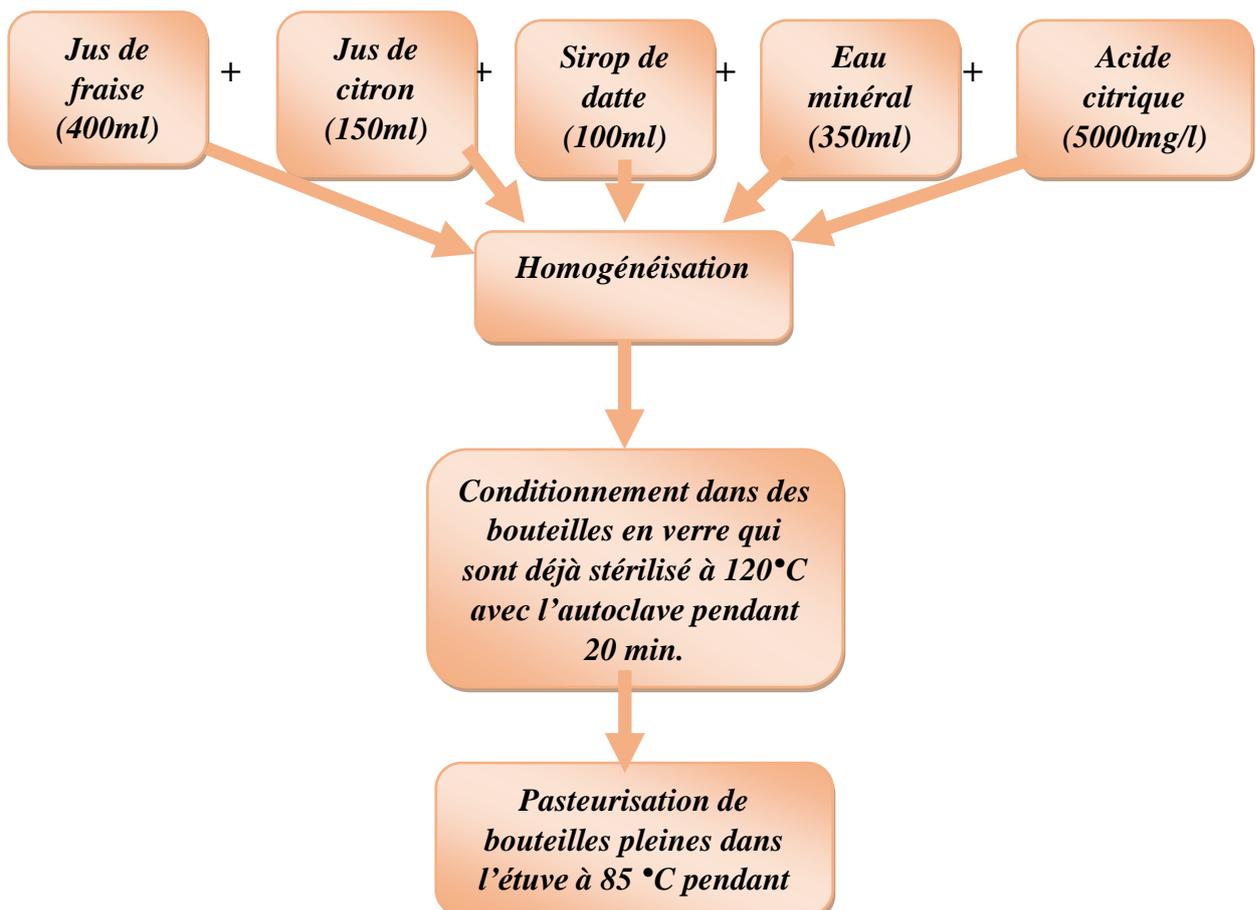




Figure II.6 : les étapes de fabrication de la boisson (1000 ml)

- ✚ La quantité de la boisson formulée est devisée en quatre :
 - Boissons pour les analyses physico-chimiques au moment de la préparation ;
 - Boissons stockées à la température de réfrigérateur pour les analyses physico-chimiques après 7 jours.
 - Boissons stockées à la température de réfrigérateur pour les analyses physico-chimiques après 15 jours.
 - Boissons stockées à la température de réfrigérateur pour les analyses physico-chimiques et microbiologiques après 21 jours.



Figure II.7: photographie de la boisson destinée au stockage

II.2. Méthodes d'analyses

II.2.1. Analyses physicochimique de boisson au moment de la formulation

II.2.1.1. Mesure du pH

Le potentiel hydrogène, noté pH, permet de mesurer l'acidité ou la basicité d'une solution.

Il est lié à la concentration en ions hydronium H_3O^+ dans la solution.

La valeur du pH est un nombre sans unité compris entre 0 et 14.

❖ **Appareillage :**

- PH-mètre

❖ **Principe :**

C'est une méthode potentiométrique utilisant une électrode de verre spécifique aux ions H^+ . Elle permet le dosage de l'Acidité de la boisson.

❖ **Mode opératoire :**

1. Etalonnage de l'appareil :

Pour l'étalonnage du pH mètre, on utilise des solutions tampons du pH= 4 et pH =7.

- Plonger la sonde dans la solution de calibration pH= 7 et attendre la stabilisation de la mesure. Appuyer sur standardise.
- Rincer la sonde avec l'eau distillée et recommencer l'opération avec la solution de calibration pH=4.

2. Mesure du pH de nos échantillons :

- Remplir le bêcher à moitié avec l'échantillon à analyser (l'eau fruitée) ;
- Introduire la sonde de pH-mètre ;
- Mesurer le pH ;
- Il est nécessaire de rincer l'électrode avec l'eau distillée avant et après chaque mesure, puis la sécher.

❖ **Expression des résultats :**

La valeur du pH est directement lue sur l'écran de l'appareil.

II.2.1.2. Détermination du degré Brix ou l'extrait sec soluble:

Le Brix (%) représente le pourcentage de concentration en solides solubles contenus dans l'échantillon (solution aqueuse). La teneur en solides solubles représente le total de tous les solides dissous dans l'eau, y compris les sucres, les sels, les protéines, les acides, etc. et la mesure lue est leur somme.

Le résidu sec soluble est la concentration saccharose en solution aqueuse de même indice de réfraction que le produit analysé, dans des conditions de préparation et des températures définies. Le point de ceci est exprimé en pourcentage de masse.

❖ **Appareillage :**

Réfractomètre

❖ **Principe :**

Son principe repose sur le mesurage, au moyen d'un fragmentaire de l'indice de réfraction d'une solution d'essai à 20°C et lecture directe du résidu sec soluble sur le réfractomètre. La teneur du jus en matière sèche soluble ne doit pas être inférieure à 10% déterminé par réfractomètre à 20°C, exprimé en Brix

❖ **Mode opératoire :**

- Tout d'abord, nettoyer le prisme du réfractomètre avec l'eau distillée, et sécher avec du papier absorbant ;
- Déposer le liquide en quantité suffisante sur la surface du prisme ;
- Attendre la stabilisation de la valeur de l'indice de réfraction.

❖ **Expression des résultats :**

La valeur de l'indice de réfraction s'affiche directement sur l'appareil, elle est exprimée en Degré Brix.

-1 degré Brix= 1g de sucre dans 100g de Solution

-1brix°= 1% de matière sèche soluble



Figure II.8 : photographie de réfractomètre utilisé

II.2.1.3. Détermination de l'extrait sec totale :

L'extrait sec total ou matières sèches totales est l'ensemble de toutes les substances qui, dans des conditions physiques déterminées, ne se volatilisent pas.

❖ Principe :

Son principe réside dans l'homogénéisation puis chauffage jusqu'à masse constante du produit liquide réparti dans des verres de montres à 105°C pendant une heure.

❖ Mode opératoire

- Sécher un verre de montre dans une étuve à T=105°C pendant 30mn ;
- Après refroidissement au dessiccateur, peser le verre de montre à vide et mentionner son poids (m0) ;
- Tarer la balance. Homogénéiser l'échantillon (cas de présence de pulpes), et introduire 2g de l'échantillon (m1) ;
- Sécher le verre de montre contenant l'échantillon dans l'étuve à 105°C/1h. Puis, transférer l'échantillon dans un dessiccateur, et laisser.
- Refroidir. Ensuite, Peser de nouveau. Noter m2.

❖ Expression des résultats :

$$EST\% = \frac{m2 - m0}{m1} * 100$$

Avec :

- ✓ m0 : la masse du verre de montre à vide.
- ✓ m1 : la masse de l'échantillon avant étuvage.
- ✓ m2 : la masse de l'échantillon après étuvage.

II.2.1.4. Acidité titrable :

L'acidité titrable correspond à la somme des acides minéraux et organiques libres dans le jus de fruits. Il s'agit de l'acide citrique dans le cas des jus d'agrumes.

❖ Principe :

Le principe est basé sur dosage de l'Acide citrique ajouté à la boisson par la méthode acido-basique. C'est un titrage d'une prise d'essai avec le NaOH en présence de la phénolphthaléine.

❖ **Préparation des solutions :**

- ✚ Pour La solution phénolphtaléine nous avons mis 1g de la poudre de phénolphtaléine dans 50 ml de l'eau distillée et 50ml d'éthanol.
- ✚ La solution de NaOH 0.1N, est préparée à partir de 0.8g de NaOH dans 200ml de l'eau distillé.

❖ **Mode opératoire :**

- Prélever 25 ml d'échantillon préparé dans un bécher et compléter jusqu'à 250 ml avec de l'eau distillée. Puis chauffer jusqu'à ébullition ;
- Prendre un volume $V_0=25$ ml auquel on ajoute 0.25 à 0.5 ml de phénolphtaléine en agitant bien la solution ;
- Verser à l'aide d'une burette la solution NaOH (0.1N) jusqu'à l'obtention d'une coloration rose persistante et faire la lecture sur la burette graduée pour avoir le volume de NaOH ayant décoloré la solution.

❖ **Expression des résultats :**

$$\text{Acidité titrable} \left(\frac{\text{m} \acute{\text{e}}\text{q}}{100\text{ml}} \right) = \frac{250}{25} * \frac{V_1}{10} * \frac{100}{V_0}$$

Avec :

- ✓ V_0 : est le volume, en millilitres, de la prise d'essai ;
- ✓ V_1 : est le volume, en millilitres, de la solution d'hydroxyde de 0.1 N.



Figure II.9: photographie d'expérience de l'acidité titrable

II.2.1.5. Dosage des pectines :

❖ Principe

Le dosage des pectines repose sur leur précipitation par l'acétone.

❖ Mode opératoire

- Prélever 20ml de la boisson, ajouter 50ml de l'acétone ;
- Mélanger bien en fragmentant le caillot qui s'est formé.
- Filtrer et recueillir le résidu sur papier filtre.
- Laver à l'acétone puis reprendre par l'eau distillée de manière à dissoudre entièrement.
- Recueillir le filtrat sur un papier filtre taré, laver et sécher une vingtaine de minute à 100°C et peser le résidu.

❖ Expression des résultats :

$$S = \frac{p}{v} * 100$$

Avec :

- ✓ S : teneur en pectine en g/100ml.
- ✓ V : volume en ml de la prise d'essai.
- ✓ P : poids de précipitation en g.

II.2.2. Etude de stabilité de boisson formulée après 21 jours de stockage :

Les essais de stabilité sont utilisés pour définir le comportement physico-chimique et microbiologie et confirmation de la stabilité des boissons dans certaines conditions climatiques, l'un des facteurs les plus importants est la température.

Pour garantir aux consommateurs une meilleure qualité d'hygiène, selon la législation en vigueur, tout nouveau produit mis sur le marché doit d'abord passer par des tests de stabilité, parmi lesquels les différents tests sont en détails au Journal Officiel de la République Algérienne.

Le test de stabilité a été effectué sur notre boisson formulée en vérifiant les paramètres suivants :

- ✓ Détermination du pH, le degré Brix°, L'acidité titrable, les pectines et l'extrait sec total.
- ✓ Détermination des critères microbiologiques (recherche des levures et moisissures).

II.2.3 Analyses microbiologiques des boissons après 21 jours de stockages au réfrigérateur :

Une surveillance fiable de la qualité du jus nécessite un contrôle microbien. L'objectif est d'assurer une bonne sécurité sanitaire, une bonne commercialisation, pour augmenter la production en minimisant les pertes en raison de mauvaises conditions de fabrication.

Les examens microbiologiques permettent d'estimer la qualité des jus de fruits en contrôlant leur qualité hygiénique. L'étude de stabilité est par numération bactérienne pendant le stockage (21 jours).

Les analyses microbiologiques réalisées sur notre boisson correspondent à la recherche et au dénombrement des levures et moisissures. (**Annexe 4**)

Tableau II.5 : conditions microbiologiques de recherche

Germes recherchés	Milieu utilisé	Type d'ensemencement	T°C d'incubation	Durée d'incubation
Levures et moisissures	Sabouraud	En surface	37°C	3 à 5 jours

II.2.3.1. Préparation des dilutions décimales

A partir de la solution mère (SM), on prépare une série de dilution allant de 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} (voir parfois jusqu'à 10^{-5}), puis on répartit de manière aseptique les dilutions décimales à l'aide d'une pipette pasteur. (**Figure N°II.10**)

- ✓ On introduit 1 ml de la solution mère dans 9 ml d'TSE (dilution à $1/10$ ou 10^{-1}) ;
- ✓ On prélève ensuite 1 ml de la dilution 10^{-1} et on l'introduit dans 9 ml d'TSE (dilution à $1/100$ ou 10^{-2}) ;
- ✓ On prélève encore 1 ml de la dilution 10^{-2} et on l'introduit dans 9 ml d'TSE (dilution à $1/1000$ ou 10^{-3}) ;

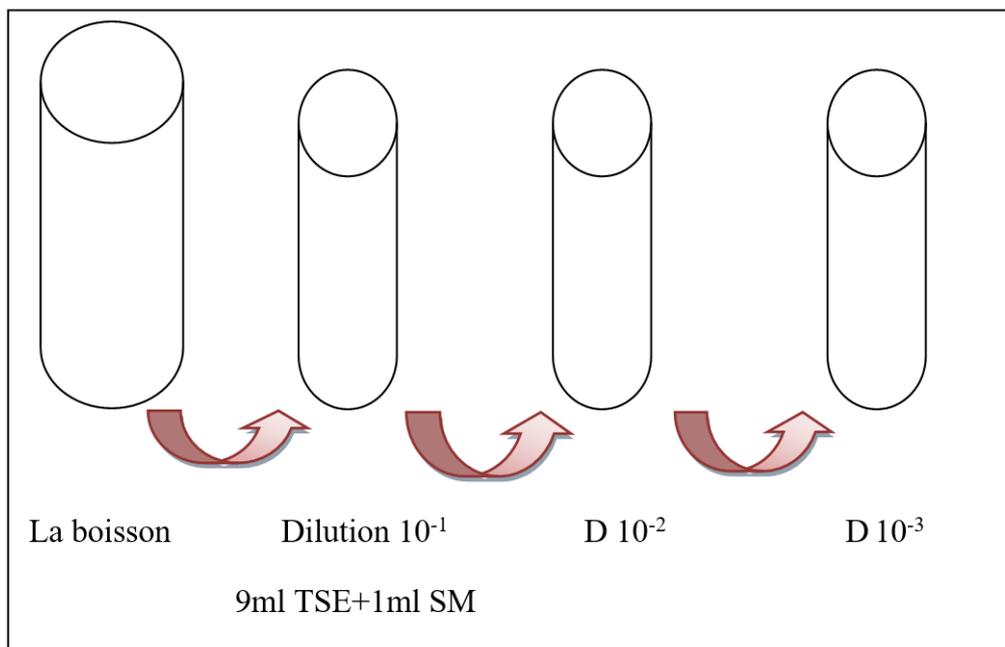


Figure II.10 : schémas de préparations des dilutions décimales

II.2.3.2. Recherche et dénombrement des levures et moisissures :

❖ Levure :

La levure est un champignon eucaryote unicellulaire qui peut causer la fermentation de matières organiques animales ou végétales. Leurs formes varient selon les espèces (sphérique, ovale, en forme de bouteille, triangulaire ou épineux, c'est-à-dire gonflé comme un citron aux deux extrémités), mais généralement ovale, d'environ 6 à 10 microns, jusqu'à 50 microns.

❖ **Les moisissures:**

Elles sont multicellulaires, mais la notion de cellules est assez floue du fait que leurs structures sont des cellules mycéliennes et homocaryotes. Les parois sont riches en cellulose ou en chitine. Son corps est constitué de deux parties : le mycélium et la spore. Le mycélium est un groupe de plusieurs filaments appelés hyphes. Chaque mycélium a une taille de 5 à 10 microns diamètres et un cytoplasme commun.

❖ **Caractéristiques physiologiques**

- Ils sont eucaryotes, non photosynthétiques, hétérotrophes et immobiles ;
- Ils sont acidophiles, obtenus sur des milieux à pH acide ;
- Ils sont mésophiles.

❖ **Mode opératoire :**

- A partir des dilutions décimales, 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 4 gouttes dans 3 boîte de pétri contenant un milieu Sabouraud et la 4^{ème} boîte de pétri contenant uniquement le milieu Sabouraud (Témoin) ;
- A l'aide d'une pipette pasteur étaler les gouttes sur toute la surface ;
- Incubation dans une étuve a 37°C pendant 3 à 5 jours.

❖ **Expression des résultats :**

La première lecture doit se faire à partir de la 48ème heure d'incubation ; elle consiste d'abord en :

- ✓ La lecture de la boîte témoin car si elle présente des levures ou des moisissures, l'analyse est à refaire ;
- ✓ Dans le cas échéant, dénombrer les colonies de levures à part et les colonies des moisissures à part ;

CHAPITRE III:

Résultats Expérimentaux et discussion

III. Résultats des analyses physicochimiques :

III.1. Résultats des analyses physicochimiques de la matière première :

Les résultats d'analyses physicochimiques de la matière première sont présentés dans le **tableau N°III.1**.

Tableau III.1 : Résultats des analyses physicochimiques de la matière première

Jus utilisé	<i>Jus de fraise</i>	<i>Jus de citron</i>
<i>paramètre</i>		
<i>pH</i>	3.55	3.08
<i>L'extrait sec soluble (degré Brix)</i>	7	7.1

Le jus de fraise est caractérisé par un degré Brix faible et un pH acide, les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessus sont identiques à celle trouvés par **Djouder& Mansour (2019)** et légèrement inférieur à celles indiqués dans les normes générales des jus et nectar de fruit (**Codex STAN 274**), cela veut dire que le jus de fraise utilisé dans notre étude est caractérisé par un gout acide et peu sucré

Pour le jus de citron, on peut constater aussi, un pH acide et un degré Brix faible, les résultats trouvés sont très proches à ceux obtenus par **Abbas et Khoudi**, et ils sont identiques aux résultats élaborés par les normes générales du **Codex Stan 247-2005**.

La valeur faible de degrés Brix trouvé pour deux jus est expliquée par les faibles teneurs en lactose et/ou d'autre sucre présent dans les fruits utilisés. Cela revient à la variation des saisons de récolte et des niveaux de maturité des fruits. Les vendeurs achètent les fruits et les légumes à l'avance avant qu'ils atteignent le stade de maturité pour répondre à la demande du marché. De cette façon certains fruits peuvent ne pas être complètement développés, entraînant des jus avec faibles attributs physico-chimiques.

D'après les résultats obtenus, on peut dire que les paramètres physico-chimiques de la matière première répondent parfaitement aux normes exigées par les normes générales des jus et nectar de fruit (**Codex STAN 274**), ce qui influe directement sur la qualité physico-chimique et organoleptique du produit fini.

III.2. Résultats des analyses physico-chimiques de la boisson formulée au cours de stockage :

Les résultats des analyses physico-chimiques des boissons formulées au moment de la formulation, après 7 jours ,15 jours et 21 jours de stockage sont représentés dans le Tableau N°02.

Tableau III.2: Résultats des analyses physico-chimiques des boissons formulées tout au long de son stockage.

Durée de stockage \ Le paramètre physico-chimique	Le pH	Le Brix (°B)	L'acidité titrable (m _{éq} /100ml)	La teneur des pectines	L'extrait sec total (%)
Au moment de la formulation (jus frais)	<i>3,25</i>	<i>15,2</i>	<i>15,46 ± 0,23</i>	<i>1,05</i>	<i>17,02</i>
Après 7 jours de stockage	<i>3,26</i>	<i>14,14</i>	<i>15,86 ± 0,46</i>	<i>0,807</i>	<i>14,155</i>
Après 15 jours de stockage	<i>3,28</i>	<i>14,1</i>	<i>16 ± 0,4</i>	<i>0,742</i>	<i>13,895</i>
Après 21 jours de stockage	<i>3,29</i>	<i>13,8</i>	<i>16,4 ± 0,4</i>	<i>0,706</i>	<i>12,66</i>

Les analyses physico-chimiques du produit fini sont très importantes et obligatoires puisqu'elles permettent de vérifier sa conformité et de s'assurer qu'aucun défaut n'a été provoqué pendant la pasteurisation ou le conditionnement.

III.2.1. Le pH:

La mesure du pH dans la production agroalimentaire est un indicateur essentiel de sa qualité, de sa sécurité et de son homogénéité. Les variations de pH dans la production agroalimentaire pouvant entraîner d'importantes différences de goût, de fraîcheur et de durée de conservation d'un produit fini, la valeur du pH est l'un des paramètres les plus souvent mesurés lors des inspections avant commercialisation.

Les valeurs du pH des échantillons analysés au cours du temps sont illustrées dans la figure suivante:

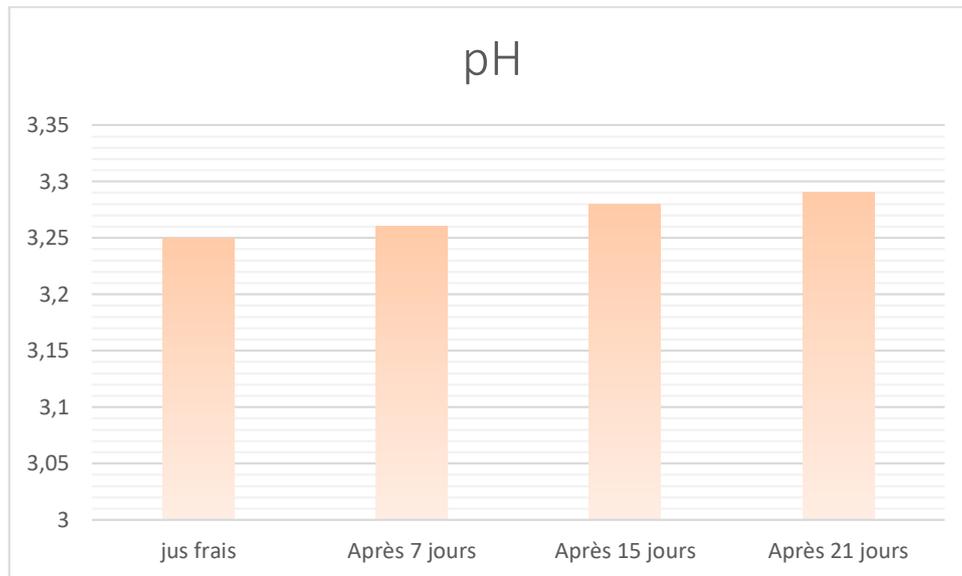


Figure III.1 : Résultats de pH de la boisson formulée au cours de la conservation.

Les résultats du pH obtenus ont montré que le jus formulé est acide, vue sa composition en fruits acides à savoir la fraise et le citron. Ce pH permet de bien préserver notre boisson contre les éventuelles altérations microbiologiques.

Les normes Internationales exigent un pH relativement acide à la fin du procédé. La norme imposée pour le pH se situe dans la plage de 2,8 à 3,5, ce qui démontre que le traitement thermique (pasteurisation) n'influe pas sur le pH.

Une légère augmentation du pH au cours de conservation, cela peut être expliqué par le degré de maturité des fruits utilisé pour chaque préparation.

III.2.2. Le Degré Brix°:

Le degré Brix est la mesure de la matière sèche soluble qui celle-ci s'exprime en pourcentage dans le secteur de l'agroalimentaire le réfractomètre est couramment utilisé pour déterminer la teneur en sucre d'un milieu dit simple tel que les jus de fruits, le vin, confiture, etc. Dans ce cas la mesure observée est considéré comme étant égal à la teneur en sucres dans le milieu, soit $20^{\circ}\text{Brix} = 20\%$ de sucres dans le milieu, car pour ce type de milieu les minéraux et autres substances sont négligeables.

Les valeurs du Brix du jus formulé au cours de conservation sont présentées dans la figure suivant :

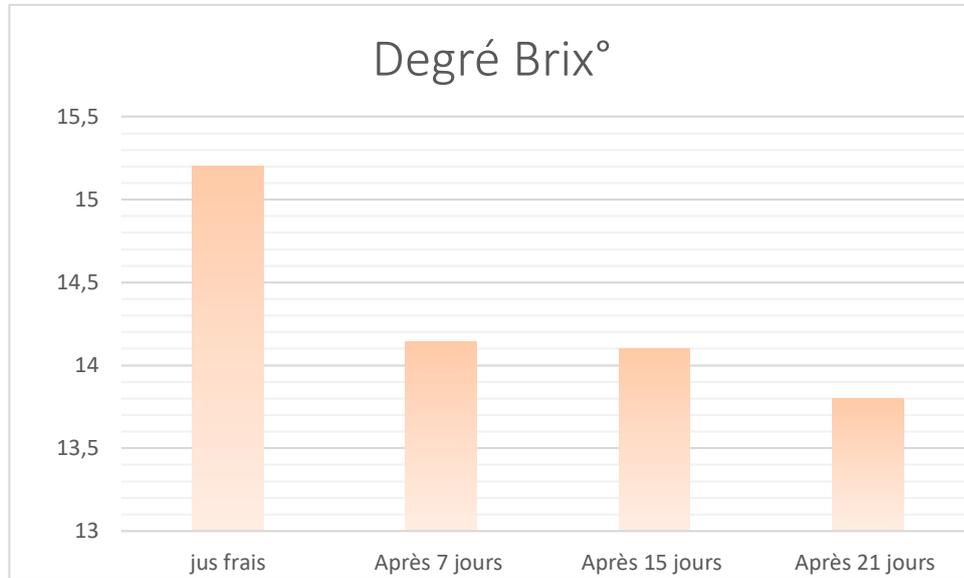


Figure III.2 : Résultats de degré Brix de la boisson formulée au cours de la conservation.

La norme CODEX pour les jus et nectars des fruits (CODEX STAN 247- 2005), définit le degré de Brix pour le jus de fruit entre 12 et 25°B, ce qui permet de dire que les résultats obtenus sont conformes aux normes exigées.

La diminution de Brix est négligeable mais peut être expliquée par l'effet de condensation (condition de stockage) qui provoque l'augmentation de l'eau et donc la diminution de la concentration du saccharose dans le jus.

Théoriquement si on prolonge la durée de stockage, la diminution de Brix va être significative.

III.2.3. L'acidité titrable:

La détermination de l'acidité joue un rôle essentiel pour garantir que les produits de consommation courante sont conformes aux exigences spécifiques (apparence, texture, goût, informations nutritionnelles, etc.). Cette étape garantit que les aliments et les boissons produits pour les consommateurs présentent des propriétés homogènes et bien définies, notamment en ce qui concerne leur durée de conservation.

Les tests d'acidité sont également essentiels pour garantir la conformité des produits aux exigences réglementaires et s'assurer qu'ils ne présentent aucun risque pour la sécurité ou la santé des consommateurs. En résumé, l'acidité est un attribut important pour de nombreux produits agroalimentaires.

Les valeurs d'acidité titrable du jus formulé au cours de conservation sont présentées dans la figure suivant :

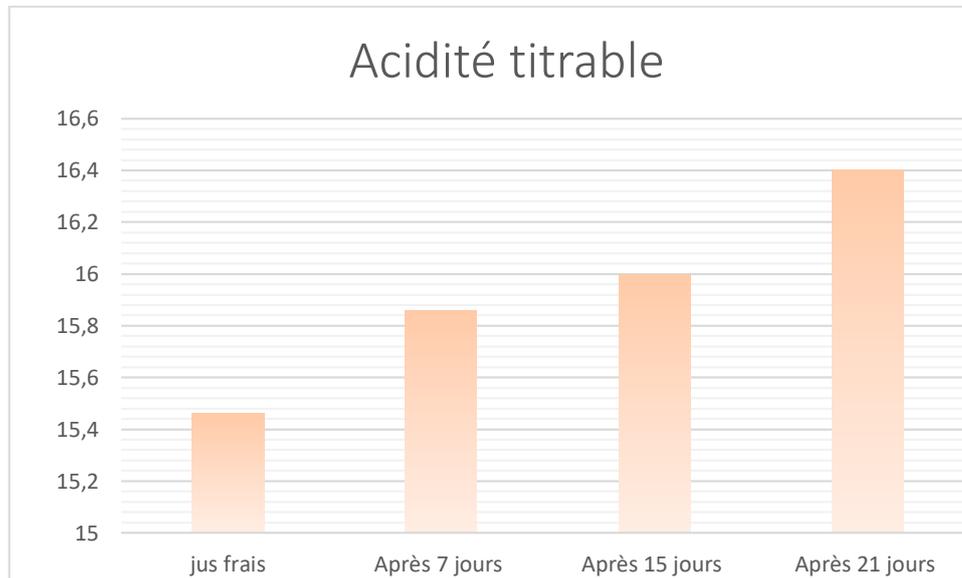


Figure III.3 : Résultats de l'acidité titrable de la boisson formulée au cours de la conservation.

D'après les résultats de la mesure de l'acidité de la boisson conservée, montre une augmentations négligeable de l'acidité [15.46- 16.4] après 21 jours de stockage. Cette acidité est en relation étroite avec le pH, elle peut être due essentiellement à l'ajoute de l'acide citrique, ou encore à la fermentation alcoolique, cette explication est confirmée par les travaux effectués par **Echeverria et Valich (1989)**.

III.2.4. L'extrait sec total:

L'extrait sec total ou matières sèches totales est l'ensemble de toutes les substances qui, dans des conditions physiques déterminées, ne se volatilisent pas. Ces conditions physiques doivent être fixées de telle manière que les substances composant cet extrait subissent le minimum d'altération.

D'après (**Luh et al.**), la teneur en matière sèche soluble doit être maintenue à un niveau bas pour empêcher la croissance des levures et des moisissures.

Les valeurs de l'extrait sec totale du jus formulé au cours de conservation sont présentées dans la figure suivante :

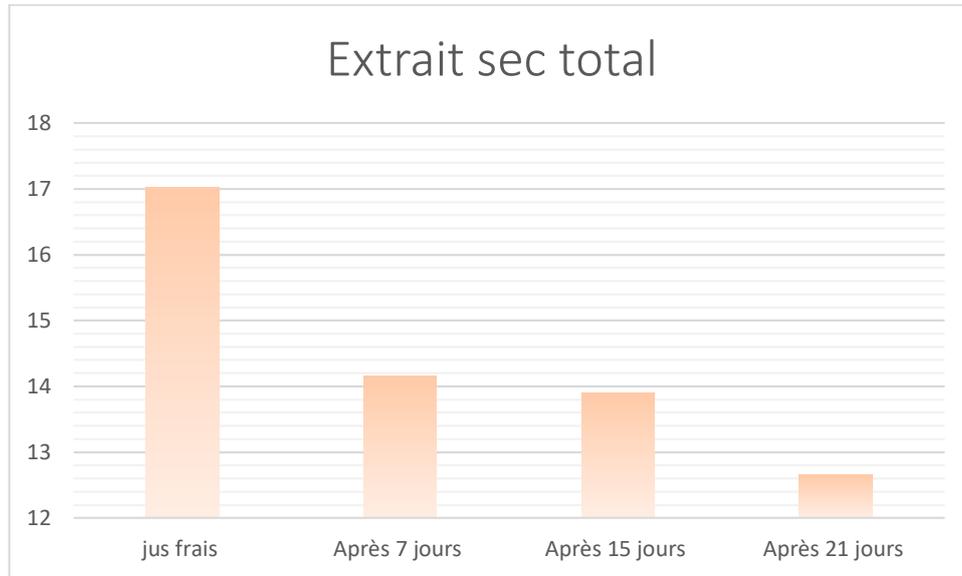


Figure III.4 : Résultats de l'extrait sec total de la boisson formulée au cours de la conservation.

La baisse des valeurs de l'extrait sec total pourrait probablement être causée par la conversion des sucres en acides organiques, ce qui a entraîné, par la suite, l'augmentation de l'acidité titrable au cours du stockage.

III.2.5. La teneur en pectine:

La pectine est un polysaccharide qui a été découvert pour la première fois dans le jus de pomme par Vauquelin en 1790 (Chan 2017). Son nom est issu du mot grec "pektikos" qui signifie se congeler ou se solidifier. Dans le monde végétal, la pectine est un biopolymère indispensable. Présente dans tous les végétaux et localisée au niveau de la paroi cellulaire, cette dernière assure la cohésion et la rigidité, en agissant comme ciment intercellulaire.

Nous remarquerons que la teneur de pectine dans notre boisson au moment de la formulation (jus frais) est de 1.05 g/100ml ce qui signifie que notre jus a une teneur importante de pectine et cela est dû à la nature des fruits qu'on a utilisés, car le citron est connu comme un fruit très riche en pectine dont sa teneur (% du poids frais) est de [2.5-4.00] (Bonnin et al., 1997 ; Thibault et Ralet, 2001), et aussi la fraise qui est un fruit moyennement riche en pectines Michel (2002).

Les valeurs de la teneur en pectine du jus formulés au cours de conservation sont présentées dans la figure suivant :

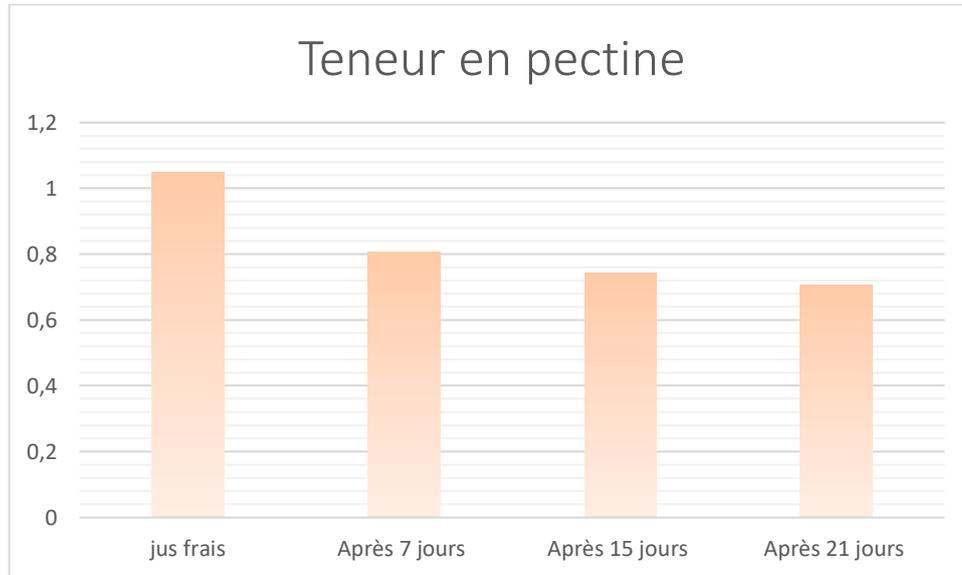


Figure III.5 : Résultats de la teneur en pectine de la boisson formulée au cours de la conservation.

Au cours de la conservation nous remarquons que la teneur en pectine dans notre boisson se dégrade avec un intervalle de [1.05-0.706] durant les 21 jours et on peut expliquer cela par rapport à la condition de stockage (la température) car Les pectines en solution dans un milieu acide sont stables, en revanche, des réactions de désestérification et de dépolymérisation (hydrolyse ou β -élimination) peuvent se produire sous des conditions données de pH et de température. Aux températures inférieures à 10°C, la désestérification prédomine alors qu'à des températures plus élevées, la dépolymérisation a lieu plus rapidement et peut conduire à la dégradation totale de la pectine (Voragen et al. 1995). Et On peut dire aussi que le temps de stockage influence sur la teneur en pectines.

III.3. Discussion des résultats des analyses microbiologiques

Les résultats obtenus sont présentés dans la figure suivante :

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

DIRECTION DE LA SANTE ET DE LA POPULATION
WILAYA DE BEJAIA
LABORATOIRE D'HYGIENE DE WILAYA

N° D'ENREGISTREMENT

01

FICHE DE RESULTATS D'ANALYSES

ECHANTILLON : JUS A BASE DE FRAISE CITRON ET SIROP DE DATTE.

ANALYSE DEMANDEE : BACTERIOLOGIQUE.

DATE DU PRELEVEMENT : 12/06/2022.

<u>ANALYSES PRATIQUES</u>	<u>RESULTATS</u>
Germes totaux	/
Coliformes totaux	/
Coliformes fécaux	/
Streptocoques fécaux	/
Anaérobies sulfite réducteurs (ASR)	/
Levures	00 UFC/g
Moisissures	00 UFC/g
Staphylococcus aureus	/
Salmonelles	/
Vibrions cholériques	/

CONCLUSION :
Dans les limites qu'autorise le contrôle d'un prélèvement isolé :

L'ECHANTILLON EST DE QUALITE BACTERIOLOGIQUE SATISFAISANTE.

Date : 15/06/2022

Figure III.6 : fiche de résultat d'analyse microbiologique.

Les résultats obtenus montrent l'absence totale des germes recherchés (levures et moisissures) dans les boissons tout au long du stockage.

Ceci montre bien que la pasteurisation de la boisson et son conditionnement sous emballage en verre stérilisé permettent une conservation suffisante avec une bonne préservation de la qualité hygiénique durant le stockage. Aussi, ceci peut être expliqué par les bonnes précautions prises lors de la préparation des jus de fruits (Bonne Pratique de Fabrication) et la formulation de la boisson sur le plan de l'hygiène du procédé, ainsi que la bonne manipulation lors des examens microbiologiques.

III.4. Evolution des caractères organoleptiques de la boisson stockée durant 21 jours :

Tableau III.3 : Evolution des caractères organoleptique de la boisson retenue après stockage.

Durée	Gout	Couleur	Odeur	Texteur	Photo originel
Après 7 jours	Même gout	Rouge carrant	Aucun changement	Même texture	
Après 15 jours	Même gout	Rouge carrant	Aucun changement	Même texture	

Après 21 jours	Même gout	Rouge carrant	Aucun changement	Même texture	
----------------	-----------	---------------	------------------	--------------	---

Dans l'ensemble, les résultats obtenus à travers de ce tableau, permettent de conclure qu'il n'y a pas eu un de changement organoleptique, ni physico-chimique tout en long de la conservation, ce qui nous permet d'affirmer que notre jus retenu, formulé par des produits naturels en substituant le sucre de table par le sirop de dattes, ce qui monte sa stabilité au cours de la période de stockage.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Étant donné que certains fruits ne sont pas disponibles, cela est dû à leur production saisonnière, les concepts et les essais pour prolonger leur durée de protection doivent être développés dans le temps et l'espace, pour les transformant en formes de boissons fruitées et cocktail. La qualité et la valeur nutritionnelle des boissons sont directement liées aux propriétés des matières premières, leurs compositions chimiques et à la formulation adéquate de tous les ingrédients.

Au cours de cette étude expérimentale, nous avons testé la possibilité de produire une nouvelle boisson fruitée à base de jus de fraise, de jus de citron et de sirop de datte. Nous avons élaboré 10 essais de formulation avec des différentes teneurs du jus de fruits et additifs utilisées. Après le test de dégustation, une boisson a été choisie pour sa qualité organoleptique et nutritive, qui correspond à la composition suivante : 400ml du jus de fraise ,150ml du jus de citron, 100ml de sirop de datte ,350ml d'eau minéral et 5g d'acide citrique.

Pour suivre l'évolution des propriétés physicochimiques, microbiologiques et organoleptiques au cours du stockage, la boisson a été soumise à des tests de stabilité, qui consistaient à stocker des échantillons de la même boisson à température réfrigérée (4°C) pendant 21 jours.

Les analyses physico-chimiques de notre boisson ont permis de mesurer le Brix, le pH, l'acidité titrable, la teneur de la pectine et l'extrait sec total :

- La mesures de pH montrent que les boissons sont acides, ce qui leur donne une bonne protection contre les micro-organismes et haute acidité titrable, et met en évidence sa richesse en acides organiques ;

-La quantité de pectine nous montre que les boissons contiennent des niveaux élevés de pectine, le jus de citron qui contient une valeur importante de pectine.

L'analyse microbiologique n'a révélé aucun micro-organisme qui s'est développé durant la conservation du jus pendant 21 jours (absence des levures et moisissures). Cette absence confirme la bonne qualité hygiénique de la boisson préparée.

Les balances de pasteurisation sont efficaces, mais l'utilisation du conservateur et du froid est nécessaire pour préserver la qualité de la boisson.

Il est souhaitable que ce travail soit complété par des études approfondies sur :

- le dosage de la vitamine C dans les jus préparés.
- Des analyses phytochimiques (polyphénols, caroténoïdes et flavonoïdes)
- L'activité antioxydante et le pouvoir réducteur de nouvelles formulation de
- Le contrôle de la stabilité des boissons à des différentes températures et pour une période allant de 6 à 12 mois.
- Améliorer les boissons à base de jus en les enrichissant par d'autres composés naturels.

**RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

- [1] ARAF. F., Fishier-Zorn, M. (2008). Comparaison chimique et frelatage possible. Science et recherche, jus de grenade. VOL 1, pp : 8.
- [2] DJOUDER Narimane et MANSOUR Kenza, {Préparation de boissons nectars à base de trois fruits : analyses physicochimiques, sensorielles et microbiologiques.}, mémoire de master en Sciences Alimentaires, UMMTO, 2018/2019.
- [3] CODEX STAN 129-1995 (1995). « La norme générale CODEX pour les additifs alimentaires ».
- [4] Codex Alimentarius (2005). Codex STAN 247-2005 - Codex General Standard for Fruit Juices and Nectar. 19 p.
- [5] Cendres, A. (2011). Procédé novateur d'extraction de jus de fruits par micro-onde : viabilité de fabrication et qualité nutritionnelle des jus. Thèse de doctorat en Biochimie, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse. 227p.
- [6] Tchango, J. (1996). Qualité microbiologique des jus et nectars de fruits exotiques croissance et thermorésistante des levures d'altération. Thèse de doctorat en Microbiologie. L'université des sciences et technologies, Lille, 217p.
- [7] Braesco, V.; Gauthier, T. and Bellisle, F. (2013). Jus de fruits et nectars. Cahiers de nutrition et de diététique, 48 : 248-256.
- [8] Obasi, B. C.; Whong, C. M. Z. And Ameh, J. B. (2017). Nutritional and sensory qualities of commercially and laboratory prepared orange juice. African Journal of Food Science, 7:189 -199.
- [9] Lecerf J-M. (2003). Nutrition, jus de fruits et vitalité. Service de nutrition et de Médecine interne, Institut Pasteur de Lille, F-59000 Lille, France.
- [10] Cahier du CEPI N° 27 Etude de positionnement stratégique de la branch «Jus de fruits ».
- [11] Boiron A., Arvault G. (2008) Boissons montées en gamme. Ed. La revue de l'industrie agroalimentaire Algérie.
- [12] Guy A., Varouquaux P et Montigaud J. (2002). Technologie de transformation des fruits. Tec & Doc éditions. Paris. Collection sciences et techniques agroalimentaires.

[13] ANONYME, (2011). La production mondiale de jus de fruits :

<https://www.europages.fr/entreprises/Fabricant%20Producteur/jus%20de%20fruits.html>.

[14] Synthèse de Mourad (2003) La production d'eau minérale en Algérie en hausse. www.algeriedz.com.

[15] ABBAS Fazia et ZERROUKI Wissam, Formulation d'une nouvelle boisson à base du concentré du citron, orange et carotte par leD plan de mélange, 2018.

[16] Nout R., Honnhonigan J-D., Boekel T-V. (2003). Les aliments : Transformation, conservation et qualité. Ed. CTA, Germany. PP 37 -42, 134-261, 109-119.

[17] BENAMARA S. et AGOUGOU A. (2003). Jus alimentaire. Technologie agroalimentaire. Ed. 2.01.4280.

[18] Espirad, E., 2002 introductions à la transformation industrielle des fruits end tec à doc.

[19] Claudian J. (1986) Boisson. Les aliments «Manuel d'alimentation humaines». Ed., E.S.F, Paris, II, pp 399-400.

[20] Cheftel J. C., Cheftel H. (1986) Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Ed. Lavoisier Tec et Doc, Paris II, pp 47-52.

[21] Vasseneix, C., et al (2003). "Enophtalmie endogène unilatérale à Pseudomonas aeruginosa chez un prématuré: à propos d'un cas." Journal Français d'Ophtalmologie 33.8 (2010): 556-560.

[22] Carol Cruzan Morton, « The secret sex life of strawberries », Science, 7 September 2018.

[23] www.terroir-artisan.fr /Juil 16, 2020 | Monde végétal.

[24] Mohamed Seddik Ben Yahia {Etude d'adaptation des variétés de la culture de fraise aux conditions Agro climatiques de la Wilaya de Jijel}, mémoire de fin d'étude, Université de Jijel. 2019.

[25] Thierry Souccar - Journaliste et auteur scientifique, directeur de laNutrition.fr, 2009.

[26] Cordenunsi, B. R., Nascimento, J. D., & Lajolo, F. M. (2003). Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. Food Chemistry, 83(2), 167-173.

- [27] Jules, V. (2010). Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales, Lexicographie.
- [28] Crespo, P., Bordonaba, J. G., Terry, L. A., & Carlen, C. (2010). Characterisation of major taste and health-related compounds of four strawberry genotypes grown at different Swiss production sites. *Food Chemistry*, 122(1), 16-24.
- [29] Giampieri, F., Tulipani, S., Alvarez-Suarez, J. M., Quiles, J. L., Mezzetti, B., et Battino, M. (2012). The strawberry: composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition*, 28(1), 9-19.
- [30] portrait-diagnostic sectoriel - Fraises et framboises du Québec. 2019.
- [31] DSA, Jijel. (2019). Production de la fraise à Jijel entre 2012 et 2019.
- [32] Catherine Canon-passeport, Santé, Nutrition- LA FRAISE, 2021.
- [33] Giampieri, F., Alvarez-Suarez, J. M., Mazzoni, L., Romandini, S., Bompadre, S., Diamanti, J., ... & Tulipani, S. (2013). The potential impact of strawberry on human health. *Natural product research*, 27(4-5), 448-455.
- [34] Santich, B. (2013). 500 plants comestibles: histoire, botanique, alimentation. Delachaux et Nistlé, Paris.
- [35] Cordenunsi, B. R., Nascimento, J. D., & Lajolo, F. M. (2003). Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. *Food Chemistry*, 83(2), 167-173.
- [36] dictionnaire de français larousse.
- [37] www.techno-science.net. Anonyme.
- [38] <https://boowiki.info/art/agrumes/citrus-limon.html>
- [39] www.academiedugout.fr , tous les secrets des grands chefs, citron (fruit).
- [40] Yannick taes, *Le Quotidien Du Patient*, Le Citron, ses bienfaits et ses valeurs nutritionnelles, 28 juillet 2015.
- [41] Ctifl (Le Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes), 22/11/2021.
- [42] www.techno-science.net . Citron - Définition et Explications.
- [43] thelemonage.eu . Catalogue de la campagne les citrons d'Espagne.

- [44] Récolte et conditionnement des dattes. [Auteur : DOWSON V. H. W. - ATEN A.]
[Éditeur : Rome] [Année : 1963].
- [45] <https://www.naturaforce.com/les-fibres/aliments-riches-en-fibres/dattes>.
- [46] <https://www.iletaitunenoix.com/les-7-bienfaits-dattes>.
- [47] Hasnahaarak et M. Mohamed boujnah, valorisation technologique des dattes au Maroc, thèse doctorat, édition 2012.
- [48] <https://www.topsante.com/nutrition-et-recettes/manger-equilibre/manger-moins-sucre/sucre-zoom-sur-le-sirop-de-datte>.
- [49] Entezari, M.H., Nazary, S. H., Khodaparast, M. H. (2004). The direct effect of ultrasound on the extraction of date syrup and its micro-organisms. *Ultrasonics Sonochemistry* 11: 379-384.
- [50] Abdelfattah, A.C. (1990). La date et le palmier dattier. Ed Dar El-Talae, Caire.
- [51] Mimouni, Y.(2009). Mise au point d'une technique d'extraction de sirops de dattes; comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose (HFCS) issus de l'amidonnerie. Mémoire de Magister. Université KasdiMarbah Ouargla.
- [52] Munier, P (1973).-Le palmier dattier .G.P.Maison neuve et la rose, Paris, 221p.
- [53] Guerin, B., Gauthier, A., et orthieb, J. (1982). Série de synthèse bibliographique : Les sirops (saccharose, glucose, fructose et autre édulcorants : valeur technologique et utilisation. Ed. APRIA, n0 18, Paris.
- [54] Hmid, I. (2013). Contribution à la valorisation alimentaire de la grenade marocaine (*Punica Granatum l.*): caractérisation physicochimique, biochimique et stabilité de leur jus frais. Thèse de doctorat en science agronomique .université de Béni Mellal (Maroc) .177p
- [55] Prévention : Tout savoir sur la congélation des aliments .Ecrit par Stan Jaillard le 26.08.2016.
- [56] Tout savoir sur la surgélation | Techniques de l'Ingénieur.
- [57] Multon, J-Let Bureau, G, (1998). L'emballage des denrées alimentaires de grande consommation. IIème Ed Lavoisier, Paris.
- [58] GUIRAUD J-P. (2003). Microbiologie alimentaire. Ed. Dunaux. Paris.

- [59] ELHAKMAOUI A. (2008). Cours de contrôle de qualité. PP 65.
- [60] Conserver les aliments - Conservation par la chaleur - Fiches santé et conseils médicaux.
- [61] LEYRAL G et VIERLING E., (2007). Microbiologie et toxicologie des aliments. Hygiène et sécurité alimentaire. 4^{ème} édition. Doines édition. Paris. PP 183.
- [62] <https://www.consoglobe.com/acide-citrique-additif-alimentaire-ubiquitaire-cg>.
- [63] VIERLING E. (2008). Alimentation et boissons : Technologie et aspect réglementaire. BOICIENCES ET TECHNIQUES. Alsace-Lorraine, Centre régionale de documentation pédagogique d'Aquitaine, PP 202.
- [64] Abbo, E.S. ;Olurin, T.O and Odeyemi, G. (2006). Studies on the storage stability of soursop (*Annonamuricata* L.) juice. African Journal of Biotechnology, 5: 1808–1812.
- [65] Amiri, S. and Niakousari, M. (2008). Shelf life of unpasteurized sour orange juice in Iran. Fruits, 63: 11–18.
- [66] Graumlich, T.R. ; Marcy, E.J and Adams, J.P. (1986). Aseptically Packaged Orange Juice and Concentrate: A Review of the Influence of Processing and Packaging Conditions on Quality. J. Agric. Food Chem, 34: 402 – 405.
- [67] Juvonen, K.; Virkajärvi, V.; Priha, O. and Laitila, A. (2011). Microbiological spoilage and safety risks in non-beer beverages. Espoo. VTT Tiedotteita – Research Notes 2599, 107p.
- [68] Arias, C.R.; Burns, K. J. ; Friedrich, L.M. ; Goodriche, R.D. and Parich, M.E. (2002). Yeast Species Associated with Orange Juice: Evaluation of Different Identification Methods. Applied and environmental microbiology, 68: 1955–1961 p.
- [69] Aneja, K.D.; Dhiman, R.; Aggarwal, N.K and Aneja, A. (2014). Emerging Preservation Techniques for Controlling Spoilage and Pathogenic Microorganisms in Fruit Juices. International Journal of Microbiology, ID 758942: 14 p.
- [70] Wareing, P. and Davenport, R.R. (2005). Microbiology of soft drinks and fruit juices, in: Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices, Second Edition, Blackwell Publishing Ltd, 280-299p

ANNEXES

ANNEXE N°1 :

Appareillage

- pH mètre
- Bain marie
- Balance de précision
- Réfrigérateur
- Congélateur
- Mixeur
- Bec benzène
- Etuve
- Réfractomètre
- Autoclave
- Plaque chauffante

Verrerie

- Des béchers
- Pipette graduée
- Pipette pasteur
- Burettes
- Fiole jaugée
- Entonnoir
- Tubes à vices stériles
- Flacons de 250 ml stériles
- Boîtes de pétri
- Papier filtre
- Verre de montre

Réactifs

- Phénolphtaléine
- Eau distillée
- Eau minérale
- Solution NAOH
- L'acétone
- Milieu Sabouraud
- Le TSE

ANNEXE N°2 : Test de dégustation

Age: ans

Sexe: masculin féminin

Fonction :

Dans le cadre d'une enquête pour la fabrication d'un jus à base de fraise ,citron et sirop de datte , nous vous proposons notre gamme de fabrication des boissons pour évaluer chacun des descripteurs pour ces formulations à l'aide de l'échelle d'intensité allant de 1 à 4. Merci de répondre à ce questionnaire.

Comment trouver-vous ce produit ?

• La couleur

- Très mauvaise
- Mauvaise
- Moyenne
- Très bonne

• La consistance

- Trop liquide
- Liquide
- Consistant
- Très consistant

• L'odeur

- Très agréable
- Agréable
- Moins agréable
- Plus en moins agréable

• Le goût

- Très bon
- Bon
- Moyen
- Mauvais

• **Le goût (acidité)**

- Très acide
- Moyennement acide
- Peu acide
- Très peu acide

• **Le goût (sucré)**

- Très sucré
- Sucré
- Moyennement sucré
- Peu sucré

Merci...

ANNEXE N°3 : les résultats de test de dégustation

Formule	Couleur	Consistance	Odeur	Gout	Acidité	Gout sucré
1	Moyen	Consistant	Moins agréable	bon	Peu acide	sucré
2	Moyen	Consistant	Très agréable	Moyen	Peu acide	Peu sucré
3	mauvaise	Consistant	Moins agréable	mauvais	Peu acide	Moyennement sucré
4	Moyen	Consistant	Très agréable	Très bon	Très peu acide	Très sucré
5	Très bon	Très consistant	Plus au moins agréable	bon	Moyennement acide	sucré
6	Très bon	Consistant	Très agréable	Bon	Moyennement acide	Moyennement sucré
7	Très bon	liquide	Très agréable	Moyen	Moyennement acide	Peu sucré
8	Très bon	Consistant	Très agréable	Moyen	Moyennement acide	Peu sucré
9	Moyen	Consistant	Agréable	Moyen	Peu acide	Moyennement sucré
10	Moyen	Consistant	Plus au moins agréable	Moyen	Très peu acide	Très sucré

ANNEXE N°4

8 Chaoual 1438
2 juillet 2017

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39

25

11- Eaux, boissons et jus de fruits et de légumes

Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc/g)	
		n	c	m	M
Eaux minérales naturelles et eaux de source	<i>Escherichia coli</i>	5	0	Absence dans 250 ml	
	Entérocoques	5	0	Absence dans 250 ml	
	Spores anaérobies sulfite-réductrices	5	0	Absence dans 50 ml	
	Coliformes totaux	5	0	Absence dans 250 ml	
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5	0	Absence dans 250 ml	
Boissons gazeuses	Germes aérobies à 30 °C	5	3	10	10 ²
	Levures et moisissures	5	2	10	10 ²
Boissons non gazeuses traitées thermiquement	Coliformes totaux	5	0	10	
	Coliformes thermotolérants	5	0	Absence	
	Entérocoques	5	0	Absence	
	Anaérobies sulfite-réducteurs	5	0	Absence dans 20 ml	
	Levures et moisissures	5	2	10	10 ²
Boissons à base de jus de fruit et de lait	Germes aérobies à 30 °C	5	2	10 ²	10 ³
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	1	10
	Enterobacteriaceae	5	2	1	10
	Levures et moisissures	5	2	10	10 ²
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 ml	
Jus de fruits et de légumes non pasteurisés	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
	Levures et moisissures	5	2	10 ⁴	10 ⁵
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 ml	
Jus de fruits et de légumes, nectars et boissons fruitées pasteurisées	Levures et moisissures	5	2	10	10 ²

Résumé :

La fraise, le citron et les dattes sont des fruits très nutritifs cultivés en Algérie. Pourtant la fraise n'est pas disponible toute l'année à cause de son caractère saisonnier. C'est pourquoi il paraît intéressant de la transformer en boissons fruitée et la tester sur le plan qualitatif.

Au terme de cette étude expérimentale, nous avons testé la possibilité de fabriquer une nouvelle boisson de type jus à base de jus de fraise additionné d'un jus de citron et sirop de dattes présentant des qualités organoleptiques et nutritionnelles satisfaisante sa fin d'évaluer ses qualités physicochimiques, microbiologiques et sa stabilité dans le temps.

En ce qui concerne les analyses effectuées, les résultats sont satisfaisants, parmi les 10 boissons formulées, une boisson est appréciée. Quant au test de stabilité, les analyses microbiologiques après 21 jour de stockage montrent que les résultats obtenues sont conformes aux normes, ce qui explique le rôle de traitement thermique « pasteurisation » effectué et l'effet de l'acide citrique sur les boissons durant le stockage et garantissant sa stabilité.

Cette étude mérite d'être approfondie en tenant compte de tous les paramètres et les facteurs pouvant contribuer à la conservation des qualités organoleptiques, hygiéniques et nutritionnelles, mais uniquement dans le respect des principes d'hygiène et des bonnes pratiques de fabrication, notamment la qualité microbiologique des matières premières et les conservateurs utilisés ainsi que l'optimisation des traitements thermiques efficaces.

Mot clé : Fraise, citron, nouvelle boisson fruitée, Stabilité, analyses physicochimiques, analyses microbiologiques, pasteurisation, stockage.

Abstrat:

Strawberry, lemon and dates are very nutritious fruits grown in Algeria. However, strawberries are not available all year round because of their seasonal nature. This is why it seems interesting to transform it into fruity drinks and test it qualitatively.

At the end of this experimental study, we tested the possibility of making a new juice-type drink based on strawberry juice added with lemon juice and date syrup with satisfactory organoleptic and nutritional qualities in order to evaluate its qualities. Physicochemical, microbiological and its stability over time.

With regard to the analyses carried out, the results are satisfactory, among the 10 drinks formulated, one drink is appreciated. As for the stability test, the microbiological analyzes after 21 days of storage show that the results obtained comply with the standards, which explains the role of heat treatment "pasteurization" carried out and the effect of citric acid on the drinks during storage. Storage and ensuring its stability.

This study deserves to be deepened by taking into account all the parameters and factors that can contribute to the preservation of the organoleptic, hygienic and nutritional qualities, but only in compliance with the principles of hygiene and good manufacturing practices, in particular the quality of the raw materials and the preservatives used, as well as the optimization of effective heat treatments.