



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE**



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES

FACULTE DE TECHNOLOGIES

DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES

Spécialité : Génie alimentaire

PREPARATION DU NECTAR DE LA GRENADÉ

Présenté par :

Terfaia zohra

Toukal manel

Promotrice : Mme Idir.L MA(A).

Président de jury : Mr Aksas. H MC(A).

Examinatrice : Mme Larid.R MA(A).

2019 / 2020

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier Allah le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

En guise de connaissance, nous tenons à témoigner nos sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de notre travail de fin d'étude et à l'élaboration de ce mémoire. Surtout nos parents pour nous avoir donné la force et l'encouragement pour continuer notre carrière.

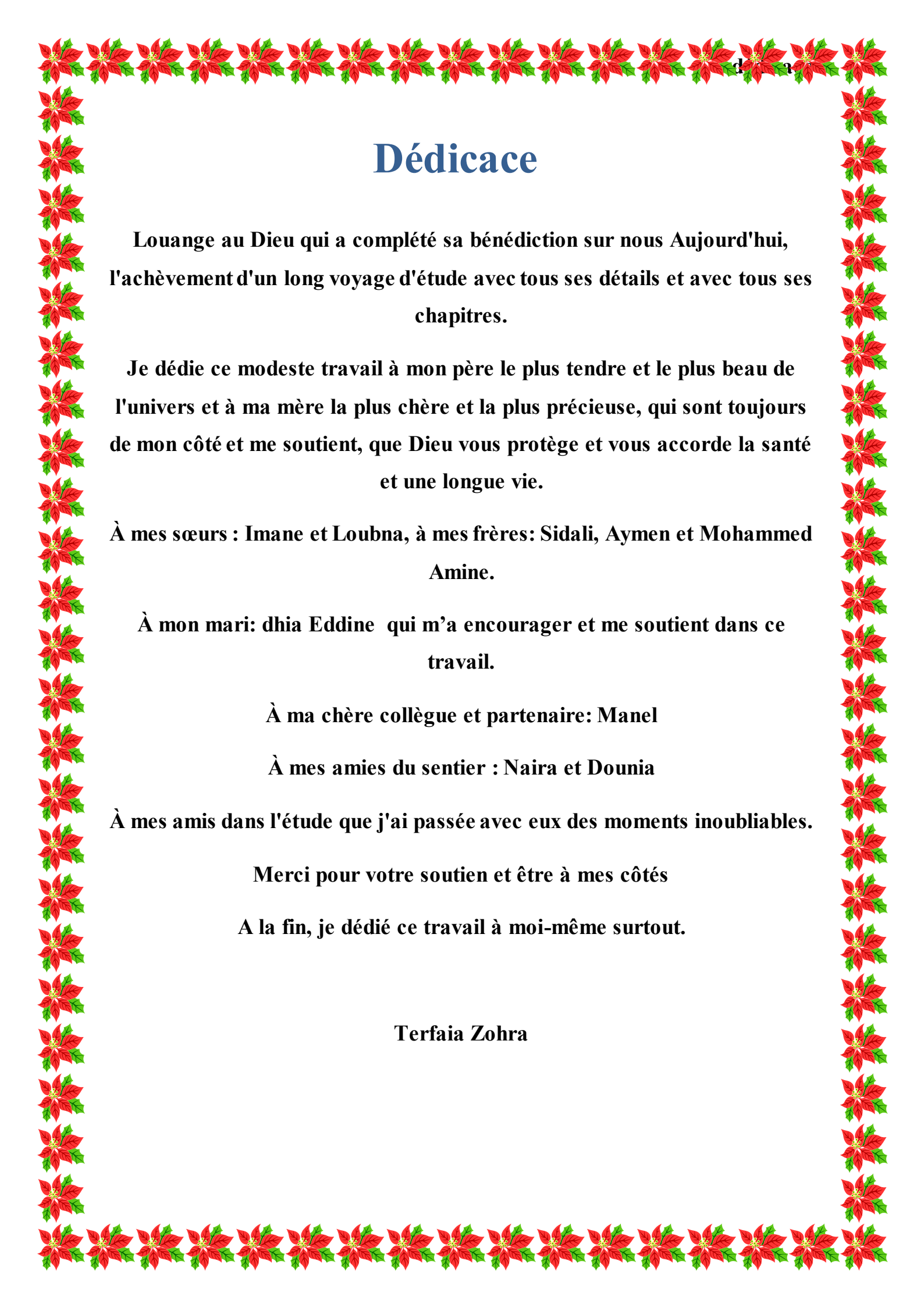
Dans ce modeste travail, je voudrais d'abord passer notre profond remerciement et sincère à notre promotrice : Mme **IDIR. L** pour son aide, ses conseils et ses orientations qu'elle nous a apporté tout au long de ce travail.

Nous tenons à remercier les membres du jury qui ont bien voulu noter ce travail.

Mr : Akssas et Mme : Larid.

Nous tenons également à remercier le personnel du laboratoire universitaire « ami Hamid »

Notre profond remerciement à nos familles pour leurs encouragements et leurs Doua



Dédicace

**Louange au Dieu qui a complété sa bénédiction sur nous Aujourd'hui,
l'achèvement d'un long voyage d'étude avec tous ses détails et avec tous ses
chapitres.**

**Je dédie ce modeste travail à mon père le plus tendre et le plus beau de
l'univers et à ma mère la plus chère et la plus précieuse, qui sont toujours
de mon côté et me soutient, que Dieu vous protège et vous accorde la santé
et une longue vie.**

**À mes sœurs : Imane et Loubna, à mes frères: Sidali, Aymen et Mohammed
Amine.**

**À mon mari: dhia Eddine qui m'a encourager et me soutient dans ce
travail.**

À ma chère collègue et partenaire: Manel

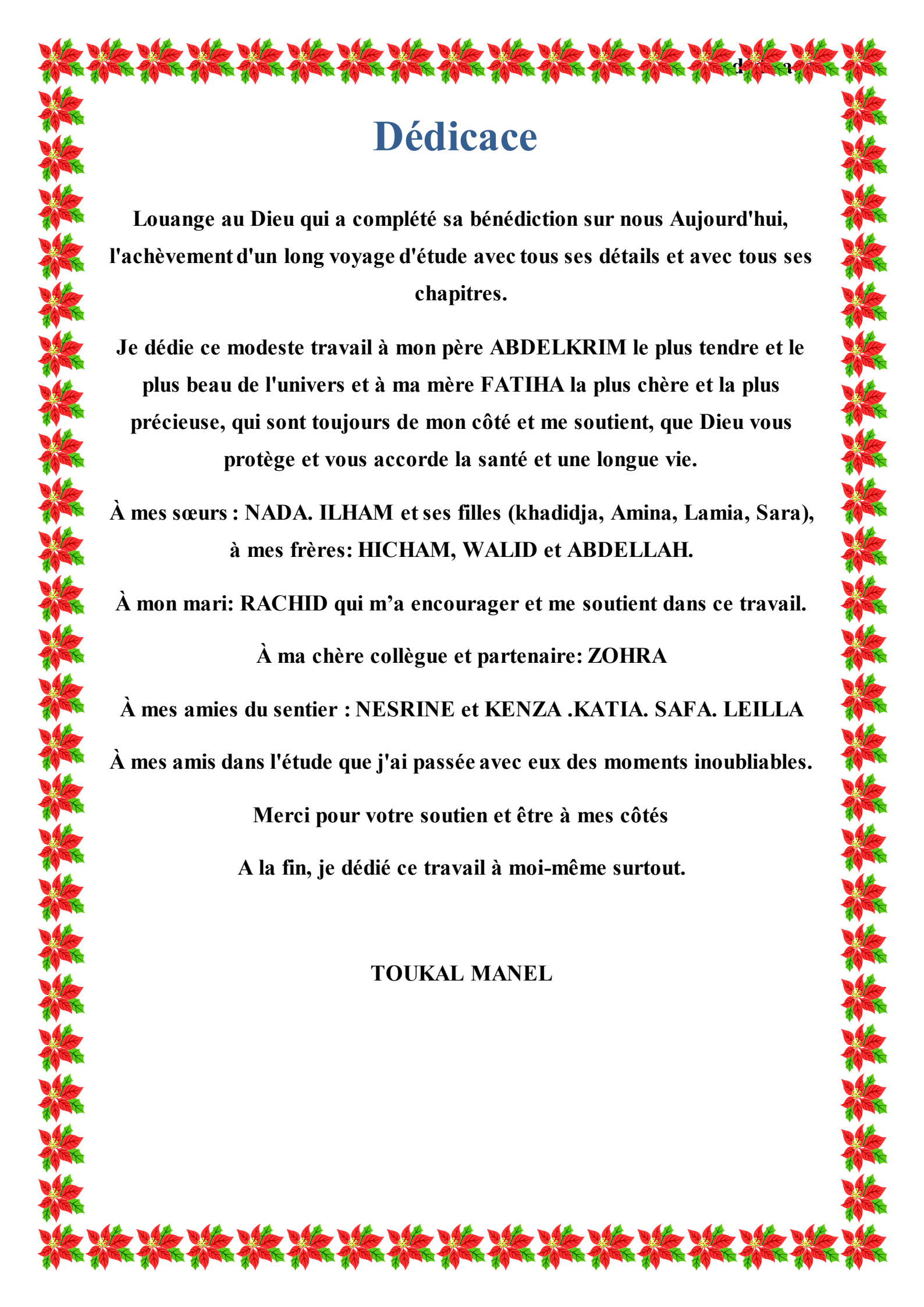
À mes amies du sentier : Naira et Dounia

À mes amis dans l'étude que j'ai passée avec eux des moments inoubliables.

Merci pour votre soutien et être à mes côtés

A la fin, je dédié ce travail à moi-même surtout.

Terfaia Zohra



Dédicace

**Louange au Dieu qui a complété sa bénédiction sur nous Aujourd'hui,
l'achèvement d'un long voyage d'étude avec tous ses détails et avec tous ses
chapitres.**

**Je dédie ce modeste travail à mon père ABDELKRIM le plus tendre et le
plus beau de l'univers et à ma mère FATIHA la plus chère et la plus
précieuse, qui sont toujours de mon côté et me soutient, que Dieu vous
protège et vous accorde la santé et une longue vie.**

**À mes sœurs : NADA. ILHAM et ses filles (khadidja, Amina, Lamia, Sara),
à mes frères: HICHAM, WALID et ABDELLAH.**

À mon mari: RACHID qui m'a encourager et me soutient dans ce travail.

À ma chère collègue et partenaire: ZOHRA

À mes amies du sentier : NESRINE et KENZA .KATIA. SAFA. LEILLA

À mes amis dans l'étude que j'ai passée avec eux des moments inoubliables.

Merci pour votre soutien et être à mes côtés

A la fin, je dédié ce travail à moi-même surtout.

TOUKAL MANEL

Résumé

Cette étude vise à Creuser plus profondément dans la partie théorique en raison des conditions actuelles. Le contenu de l'étude peut être résumé dans la grenade et ce que nous pouvons en extraire du jus et du nectar.

Nous avons fait trois chapitres : généralités sur la grenade, jus de fruits et nectar, conservation et altération des jus.

Nous nous sommes attachés à donner diverses informations sur la grenade, comment la planter et en prendre soin, ses différentes transformations en jus et nectar, et comment la conserver.

Mots clés : Grenadier, *Punica granatum*, jus de fruits, nectar, conservation, altération.

Abstract:

This study aims to dig deeper into the theoretical part Due to the current conditions. The contents of the study can be summarized in the pomegranate and what we can extract from it as juice and nectar.

We have made three chapters: a generality on pomegranate, fruit juice and nectar, preservation and alteration of juices.

We have focused on giving various information about the pomegranate, how to plant it and take care of it, it's different transformations into juice and nectar, and how to preserve it.

Key words: Pomegranate, *Punica granatum*, fruit juice, nectar, preservation, spoilage.

ملخص :

تهدف هذه الدراسة إلى التعمق أكثر في الجزء النظري بسبب الظروف الحالية، ويمكن تلخيص محتويات الدراسة في الرمان وما يمكن استخلاصه منه من عصير ورحيق. لقد أعدنا ثلاثة فصول: تعميم عن الرمان وعصير لقد ركزنا على إعطاء معلومات مختلفة حول الرمان، وكيفية الفاكهة والرحيق وحفظ العصائر وتغييرها زراعته والعناية به ، وتحولاته المختلفة إلى عصير ورحيق ، وكيفية الحفاظ عليه. الكلمات المفتاحية: الرمان ،الصنف. عصير فواكه ، رحيق ، حفظ ، تغيير

Liste des tableaux :

Tableau n° 01: Variétés de grenadier autorisées à commercialiser en Algérie.....	4
Tableau n° 02: Variétés de grenadier à fruit.....	7
Tableau n° 03: composition chimique du fruit de la grenade.....	12
Tableau n° 4: Les principaux pays producteurs de jus de fruits.....	14

Liste des figures :

Figure 1: Grenade et ses nombreuses graines.....	6
Figure 2: les étapes de triage.....	17
Figure 3 : les étapes de lavage-nettoyage.	17
Figure 4: les étapes de broyage.	18
Figure 5: schéma général de processus de fabrication de nectars de fruits au niveau industriel.....	22
Figure 6: Schéma général de la réaction de Maillard.....	29

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Résumé

Liste des tableaux :

Liste des figures :

Introduction	1
I.1. Historique :	3
I.2. Nomenclature :	3
I.3. Production de grenade :	4
I.3.1. Production de grenade dans le monde :	4
I.3.2. La production de grenade en Algérie :	4
I.4. Description botanique :	5
I.5. Classification botanique :	5
I.6. Variétés :	6
I.7. Facteurs écologiques liées à la culture du grenadier :	8
I.7.1. Climat :	8
I.7.2. Sol :	8
I.7.3. Irrigation :	8
I.7.4. Pestes et ravageurs :	8
I.8. Composition phytochimique du fruit :	9
I.8.1. Graines :	9
I.8.1.1. Pépins :	9
I.8.1.2. Pulpe :	9
I.8.2. Ecorce de fruit :	10
I.8.3. Feuilles :	11
I.8.4. Fleur :	11
I.8.5. Racine et écorce de l'arbre :	11
II .1. Définition Jus de fruits :	14
II .2. Production de jus et nectars de fruits :	14
II .2.1. Production nationale :	14

Sommaire

II .2.2. Production mondiale :	14
II .3. Les différents types de jus :	15
II .3.1. Les purs jus de fruits :	15
II .3.2. Les jus à base de jus concentrés :	15
II .3.3. Jus de fruits obtenus par extraction hydrique :	16
II .3.4. Purée de fruits :	16
II .3.5. Les boissons aux fruits :	16
II .3.6. Concentré de purée de fruits :	16
II .3.7. Nectar de fruits :	16
II .4. Procédés de fabrication de jus de fruits :	17
II .4.1. Préparation des fruits pour la transformation :	17
II .4.2. Traitements préalables de la matière première avant l'extraction :	19
II .4.3. L'extraction du jus :	20
II .4.4. Traitements des jus :	21
II .5. Fabrication des nectars :	22
II .6. Jus de grenade :	23
III .1. La conservation :	25
III .1.1. Techniques de conservation par la chaleur :	25
III .1.1.1. La pasteurisation :	25
III .1.1.2. La stérilisation :	26
III .1.1.3. Optimisation des traitements thermiques :	26
III .1.1.4. Les critères de choix des traitements thermiques :	26
III .1. 2. Techniques de Conservation par le froid :	27
III. 1. 2. 1. La réfrigération :	27
III.1.2. 2. La congélation :	27
III. 1.3. Techniques de conservation par additifs alimentaires :	28
III .2. Les altérations :	29
III.2.1. Brunissement non enzymatique (BNE) : La réaction de Maillard :	29
III.2.2. Le brunissement enzymatique :	30
III.2.3. Les altérations microbiologiques :	31
III.2.4. Action des microorganismes sur les aliments :	31
III.2.5. Les altérations organoleptiques :	32
III.2.5.1. Modification de la couleur :	32
III.2.5.2. Modification du goût :	32

Sommaire

III.2.5.3. Modification de l'arôme :	32
Conclusion :	33
Références :	34

Introduction

Tout commence en Perse où pousse un arbre appelé le grenadier. C'est un bel arbre aux fleurs écarlates et aux feuilles luisantes qui pourrait vivre jusqu'à deux cents ans et atteindre les six mètres de haut. Le grenadier a été introduit à Rome où le fruit, la grenade porte le nom de *Punica granatum*. Punica pourrait se rapprocher de Puniceus qui signifie rouge écarlate et Granatum des multiples graines dont est composée la grenade.

Aujourd'hui, la grenade est toujours cultivée dans le bassin méditerranéen, comme en Turquie, Espagne, Palestine, mais aussi en Asie, comme en Afghanistan, en Chine ou encore au Japon. Il existe de nombreuses variétés qui dépendent beaucoup du pays producteur et du terroir, la Wonderful en Palestine ou la Tendrar en Espagne. Vers juin et juillet, le grenadier voit ses branches se couvrir de fleurs rouges vifs et les fruits sont ensuite cueillis au début de l'automne, la grenade est disponible sur nos étals d'octobre à mars. (**Anonyme**).

A côté des produits alimentaires d'origine animale, les fruits et légumes jouent une grande importance dans l'alimentation humaine. Ils fournissent à l'organisme des substances de valeur telle que les glucides, les protéines, les vitamines, les sels minéraux et les acides organique. On trouve également les pectines, les polyphénols et les substances aromatiques responsables des caractéristiques organoleptiques des produits végétaux. (**Benamara et Agougou**, 2003).

Pour conserver le fruit en général et la grenade en particulier, les intérêts concernés ont eu recours à sa transformation en une forme de jus. Les jus de fruits sont classés en trois catégories: jus de fruits, jus de fruits à base de concentré et nectar.

Notre travail sera réparti en trois chapitres :

1* Généralités sur la grenade.

2* jus de fruits et nectar

3* altération et conservation

Chapitre I : Généralités sur la grenade

I.1. Historique :

La grenade (*Punica granatum L.*), en latins pomus et granatus, ce qui signifie une tête de série ou de pomme granulaire, originaire de l'Iran à l'Himalaya dans le nord de l'Inde, où elle a été cultivée depuis des milliers d'années. Il y a plus de 1000 cultivars de *Punica granatum*, qui sont passés de l'Iran, à l'est en Chine et en Inde et à l'ouest par la région Méditerranéenne, sur le sud-ouest américain, la Californie et le Mexique (*Levin, 1994 ; Lansky et Newman, 2007*).

La grenade est globalement cultivée dans de nombreuses régions géographiques, en répondant aux besoins nutritionnels et médicinales des populations des différents pays comme l'Iran, l'Inde, l'Egypte, la Chine, la Tunisie, la Syrie, le Liban, la Turquie, la Grèce, l'Italie, la France, l'Espagne, le Chili, le Portugal, les Etats-Unis, Oman et plus récemment en Afrique du sud (*Al-Said et al., 2009; Holland et al., 2009 ; Fawole et al., 2011*).

Son nom est dérivé du latin "*granatum*" qui signifie "fruit à grain". La grenade est mentionnée dans la mythologie grecque, ainsi que dans la Bible et le Coran, preuve que ce fruit est connu et consommé depuis des millénaires (*Calin Sanchez et al, 2012*)

I.2. Nomenclature :

La nomenclature de Grenadier est :

- * Nom scientifique : *Punica granatum*
- * Nom français : Grenadier
- * Nom anglais : Pomegranate
- * Nom espagnol : Granada
- * Nom italien : Melograno
- * Nom arabe : Romane

I.3. Production de grenade :

I.3.1. Production de grenade dans le monde :

La surface mondiale dédiée à la culture du grenadier est de 300 000Ha, dont plus de 76% sont répartis sur cinq pays (Inde, Iran, Chine, Turquie et USA).

Cependant, l'Espagne, l'Egypte, Palestine ont une superficie comprise entre 16 000 et 2 400 ha et sont parmi les pays qui ont développé le secteur d'exportation et aussi la sélection de nouvelles variétés (*Quiroz, 2009*).

D'autres pays pratiquent également cette culture notamment Afghanistan, Pakistan, Arménie, Géorgie, Tadjikistan, Jordanie, Italie, Tunisie, Azerbaïdjan, Libye, Liban, Soudan, Myanmar, Bangladesh, Mauritanie, Chypre et Grèce (*Melgarejo et al, 2012*)

I.3.2. La production de grenade en Algérie :

Bien que le grenadier soit peu exigeant, les plantations ne sont pas très importantes en Algérie. Il existe de nombreuses variétés de grenades, de qualités très différentes. Plusieurs sortes de grenadier sont signalées dans des petits jardins en Kabylie, on ne connaît que leur appellation locale (Lahlou, Elmouze,...). Quatorze variétés sont actuellement autorisées à la production et à la commercialisation par l'Etat (tableau 01) (*INRAA, 2006*)

Tableau n° 01: Variétés de grenadier autorisées à commercialiser en Algérie. (*INRAA, 2006*)

variétés de grenadier commercialisées en Algérie		
Messaad	Corda travita	Doux de Kolea
Gajin	Sefri	Zemdautomne
Spanish duoy	Chelfi	Moller huesso
Mellisse	Sulfani	Selection station
Espagne rouge	Papers shell	

I.4. Description botanique :

La grenade est le fruit d'un arbuste appelé grenadier, de nom latin *Punica granatum L.* appartenant à la famille des Punicacées (*Espiard, 2002*).

La grenade est le fruit du grenadier qui est un petit arbre ou un grand arbuste (2 à 7 m de hauteur). Le tronc est recouvert d'une mince écorce grise; se ramifie irrégulièrement en branche plus ou moins épineuses et hérissées, portant des feuilles caduques et lancéolées en spires (*Boullard, 1997 ; Iserin, 2001*).

Ses feuilles sont simples, lancéolées et peuvent mesurer de 3 à 8 cm de long. Ses fleurs de couleur rouge orangées sont très ornementales. Son fruit, la grenade, est une baie qui possède une peau lisse dont la couleur varie du jaune doré au rouge. La taille de la grenade est comparable à celle d'une pomme. Cette baie renferme de nombreuses petites graines rouges contenues dans des loges, séparées par des membranes au goût amer. Toutes ces graines possèdent un mésocarpe charnu et gélatineux, acidulé et sucré, représentant la partie comestible du fruit (*Wald, 2009*).

Le poids des grenades varie généralement selon l'origine et le cultivar entre 163 et 216g. Du point de vue botanique, le fruit de grenadier se compose de 3 parties: l'épiderme (écorce), les arilles et les pépins.

La proportion de l'épiderme qui est la partie extérieure du fruit représente 28 à 32% du poids total du fruit, alors que le taux en graines varie de 55 à 60% du poids total du fruit (*Oukabli et al. 2004*).



Figure n° 01: Grenade et ses nombreuses graines (*Wald, 2009*).

I.5. Classification botanique :

Généralités sur la grenade

Le grenadier, *Punica granatum*, a été décrit par Linné et introduit dans sa classification en 1953, d'après (*Quezel et Santa, 1963*). Telle est cette classification :

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Myrtales

Famille : Punicaceae

Genre : Punica

Espèce : *Punica granatum* L.

I.6. Variétés :

Il existe plus de 1000 variétés de *Punica granatum* L (*Lansky et Newman, 2007*). Les critères les plus utilisés pour les distinguer sont la taille du fruit, la couleur de l'écorce, la couleur des graines, la dureté des pépins, la teneur en jus, acidité et astringence et la période de maturation (*Stover et Mercure, 2007*). Les cultivars « Wonderful » est le plus commercialisé aux Etats Unis. Découvert en floride en 1896, il est largement cultivé en Californie (*Lansky et Newman, 2007 ; Stover et Mercure, 2007*), Caractérisé par une couleur rouge intense de l'écorce et des graines.

Tableau n° 02: Quelques variétés de grenadier à fruit

Zone géographique	Variétés	Maturité des fruits	Taille des fruit	Caractéristique des fruits	Graines	Qualité Gustative
Espagne	Blanca	Sep/oct	Moyenne	Peu lisse	Roses	Pulpe juteuse et sucrés
	Dulce	Oct	Gros	Peu lisse, fine et	Gros,	Très bonne

Généralités sur la grenade

	Colorada			Teintées de rouge	rouges	
	Cagin	Oct	Gros	Colorés	Petits, rouges Et très acides	Excellente pour la grenadine
	Pignonenca	-	Gros	Colorés	Grains rouges	Bonne Conservation
Maroc	Meknes	-	-	-	Sans grains	-
Tunisie	Zéri	Août/sep	Assez gros	Peau ferme, rouge	Très petits, rouges	Bonne, très juteuses
	Gabsi	Sep.	Gros	Peau jaunâtre claire	-	Bonne
	Chelfi	Sep/oct.	Assez gros	Teintés de rouge	-	Très rustique
	Tounsi ou Tounsi	-	Assez gros	Colorés, teintés de rouge	Rouge foncé, pulpe très coloré	-
	Maiki	Oct	Assez gros	Peau ferme, jaune	Gros	Rustique, Médiocre

I.7. Facteurs écologiques liées à la culture du grenadier :

I.7.1. Climat :

La culture du grenadier est essentiellement limitée à un climat semi-aride, légèrement tempéré et subtropical. Il s'adapte naturellement à des régions avec des étés chauds et des hivers froids, comme les pays méditerranéens, l'Afghanistan, l'Iran et les Etats Unis (Californie).

Cette espèce peut supporter des températures extrêmes allant de -10 à +40°C (*Oukabli, 2004*). Le fruit est récolté en automne, à maturation.

I.7.2. Sol :

Le grenadier s'adapte à plusieurs types de sol allant du sable pure à l'argile lourde. Il donne de meilleurs résultats en sol d'alluvions profond avec des disponibilités en eaux satisfaisantes ainsi que sur limon lourd bien irrigué (*Oukabli, 2004*). Sa croissance optimale est obtenue sur des sols assez lourds et humides à pH de 5,5 à 7,0. Les sols alcalins donnent de faibles rendements (*Sheets et al., 1994*).

I.7.3. Irrigation :

Les besoins en eau du grenadier sont pratiquement les mêmes que pour les agrumes 125 à 150 cm par an. Les arbres doivent être irrigués tous les 7-10 jours en l'absence de précipitations significatives. Le maintien d'une humidité suffisante du sol, en fin d'été et début d'automne est nécessaire pour réduire le fractionnement potentiel des fruits (*Sheets et al., 1994*).

I.7.4. Pestes et ravageurs :

La maladie la plus destructrice observée sur les arbres en Floride provoque des taches sur les feuilles et les fruits. Les feuilles infectées sont d'un vert pâle et tombent prématurément. Les fruits infectés sont petits, avec des taches brunes foncées. Au moins trois pulvérisations de fongicides de cuivre neutre par an sont nécessaires (*Sheets et al., 1994*).

Généralités sur la grenade

Ectomyelois ceratoniae (Zeller) est un microlépidoptère considéré comme le plus grand ennemi des grenades et arrive à cause des dégâts considérables pouvant affecter 90% des fruits.

Les traitements chimiques n'ont pas donné grande satisfaction. L'ensachage localisé des fruits s'est montré assez efficace mais peu pratique. *Zeuzère* (*Zeuzera pyrina* L), à l'état de larve creuse des galeries sur le tronc et les grosses ranches pouvant provoquer leur cassure (Mars, 1995).

Le papillon de grenade, *Virachola isocrates*, pond ses œufs sur les fleurs et sur le calice des fruits en développement ; après quelques jours, les chenilles pénètrent les fruits en passant par le calice. Ces foreurs de fruits peuvent causer la perte d'une récolte entière. Des moisissures et champignons infectent les fruits et les dégradent, surtout lors de pluies abondantes au cours de la maturation du fruit, tels que : *Pleuroplaconema*, *Ceuthospora Phyllostict* et *Aspergillus castaneus*. Les fruits fissurés ou éclatés sont les plus touchés (Morton, 1987).

I.8. Composition phytochimique du fruit :

I.8.1. Graines :

I.8.1.1. Pépins :

Les pépins de grenade contiennent 12 à 20% de matière grasse par rapport au poids de la graine, avec une prédominance des acides gras insaturés conjugués avec une teneur de 31,8- 86,6 % d'un acide gras très rare l'acide punicoïque (cis 9, trans 11, cis 13) qui est un isomère de l'acide linoléique , 0,7- 24,4 % acide linoléique , 0,4-17,7 % acide oléique, 2,8- 16,7% acide stéarique et 0,3- 9,9 % acide palmitique. 95% des acides gras sont sous forme estérifié, dont 99% de triacylglycérols (Meerts et al., 2009 ; Kim et al., 2002). Ils contiennent des constituants mineurs de l'huile incluant les stérols et les stéroïdes sexuels (Lansky et Newman, 2007). Dont la plus forte concentration en estrone (stéroïdes sexuels) du règne végétal (Kim et al, 2002).

I.8.1.2. Pulpe :

Généralités sur la grenade

Le jus de grenade a un pouvoir antioxydant trois fois supérieur au thé vert et vin rouge. Il est riche en vitamines: vitamine C, vitamine E et β -carotène, et en polyphénols: catéchine, acide éllagique, acide gallique et éllagitannins (*Okonogi et al., 2007 ; Çam et al., 2009*); c'est une source importante en anthocyanines : 3-glucoside et 3,5-diglucoside de delphinidine, cyanidine, et pelargonidine, antioxydants flavonoïdiques puissants, qui lui confèrent sa couleur éclatante, qui augmente en intensité au cours de la maturation (*Gil et al., 2000 ; Lansky et Newman, 2007*). Ainsi que de l'acide citrique et malique et l'acide ascorbique (*Gil et al., 2000*).

Le jus contient des minéraux tels que Fe qui est relativement fréquent, Ca, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Cu, K, Mg, Mn, Mo, Na, Rb, Sc, Se, Sn, Sr, et Zn (*Lansky et Newman, 2007*).

I.8.2. Ecorce de fruit :

L'écorce du fruit du grenadier est également appelée « *malicorium* », il s'agit de la partie dure de fruit. Elle représente environ 50% du poids total de la grenade (*Calin et al., 2005*). Elle est généralement utilisée séchée, sous la forme de morceaux brunâtres ou vert rougeâtre à l'extérieur, un peu verruqueux, brillants, jaunâtre sur la face intérieure concave, portant souvent l'empreinte des graines qui y étaient incrustées. Ces fragments sont de consistance coriace, ils sont formés d'un parenchyme de cellules à paroi minces, au milieu desquelles on distingue des groupes de cellules pierreuses et de faisceaux fibro-vasculaires. La saveur de l'écorce de grenade est amère et astringente (*Wald, 2009*).

L'écorce du fruit est très riche en flavonoïdes et en tanins (*Lansky et Newman, 2007*). Il contient environ 25% d'ellagitanins (*Fabre et Ermosilla, 2008*) et des flavonoïdes tels que:

lutéoline, quercétine et punicalin, sont des ellagitanins spécifiques à la grenade (*Seeram et al., 2006*). L'écorce contient aussi des polysaccharides complexes partiellement caractérisés (*Jahfar et al., 2003*). La présence d'alcaloïdes dans l'écorce est équivoque, positive par le test Dragendorff, mais négative par le test Mayer (*Vidal et al, 2003*). En outre, l'écorce du fruit contient également deux importants acides hydroxybenzoïques, l'acide gallique et l'acide éllagique. La concentration en macronutriments des écorces de grenades varie en fonction de plusieurs facteurs (variété, climat, nature du sol, ect.); elle est moins importante que celle rapportée pour le fruit. Selon *Mirdehghan et Rahemi, (2006)*, l'écorce contient aussi plusieurs éléments minéraux dans l'ordre suivant : K> N> Ca> P> Mg> Na.

I.8.3. Feuilles :

Les feuilles contiennent les mêmes polyphénols que l'écorce. Elles contiennent aussi des glycosides de l'apigénine, une flavone avec des propriétés progestinique et anxiolytique.

I.8.4. Fleur :

La composition chimique des fleurs est identique à celle de l'écorce, mais elle n'est pas complètement élucidée. Des études sont en cours afin de déterminer leur effet thérapeutique (*Lansky et Newman, 2007*).

I.8.5. Racine et écorce de l'arbre :

Les extraits préparés à partir des racines et écorce de l'arbre ont de puissants effets physiologiques. Leur composition chimique se distingue des autres parties de l'arbre par de forte concentration en alcaloïdes (*Lansky et Newman, 2007*).

En résumé, La composition chimique du fruit de grenade est donnée dans le tableau suivant :

Tableau n° 03: composition chimique du fruit de la grenade (*Elodie, 2009*).

Partie du fruit	Composition
La peau de la grenade (Malicorium)	- o Acide hydroxybenzoïque: l'acide gallique et l'acide ellagique - o Acide hydroxycinnamique - o Dérivés de flavones: molécules de coloration jaune - o Anthocyanidines: responsables de la couleur rouge des grenades - o nombreux ellagitanins: tels que la punicaline, la punicalagine, la corilagine, la granatine A et la granatine B, ces tanins représentent jusqu'à 28% de la peau du fruit - o La pelletierine pourrait aussi se trouver dans la peau de la grenade

Généralités sur la grenade

Le jus de grenade	- o Sucres: tels que le glucose, le fructose et le saccharose. - o Acides organiques: l'acide citrique, l'acide ascorbique, l'acide gallique et l'acide ellagique. - o Acide aminés: la valine, proline et méthionine. - o Anthocyanines: puissantes molécules antioxydantes, fournissant au jus de grenade, sa couleur rouge qui augmente jusqu'à maturité du fruit, et diminue après la pression du fruit.
Les graines	- o Huile : qui se compose : - Acides gras insaturés (80%): l'acide punique, les acides oléiques et linoléiques et d'autres acides. - Acides gras saturés: les acides palmique et stéarique. - o Hormones stéroïdiennes, nombreux stérols: le cholestérol

Chapitre II : jus de fruits et nectar

II .1.Définition Jus de fruits :

Un jus de fruits selon **codex alimentarius (2005)**, est un liquide non fermenté mais fermentescible, tiré de la partie comestible de fruits sains, parvenus au degré de maturation appropriée et frais ou de fruits conservés dans de saines conditions par des moyens adaptés et\ ou par des traitements de surface post-récolte. 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. Le jus de fruits 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. Il peut être concentré puis réhydraté avec une eau conforme et qui garantit la qualité du jus.

II .2.Production de jus et nectars de fruits :

II .2.1. 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, Vitajus, Jutop, Bonjus...etc (**BOIRON et ARVAULT, 2008**).

II .2.2. Production mondiale :

La production mondiale de jus et nectars de fruits s'élevait à 40 milliards de litres en 2005. Au cours des dernières années, le taux de croissance annuel moyen est de 3%.

Le jus d'orange occupe la première place avec 36% de la production mondiale, suivi du jus de pomme avec 27%, et du jus de raisin avec 20%(**Anonyme, 2017**).

Jus de fruits et nectar

Les principaux pays producteurs de jus de fruits sont donnés par le **tableau VI**

Tableau N° 4: Les principaux pays producteurs de jus de fruits (**Anonyme, 2017**).

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

II .3. Les différents types de jus :

II .3.1. Les purs jus de fruits :

Ce sont des jus obtenus à partir de fruits par des procédés mécaniques (**BOIDIN et al., 2005**).

II .3.2. Les jus à base de jus concentrés :

C'est le produit obtenu à partir de jus de fruits concentré, après restitution de la proportion d'eau extraite du jus lors de la concentration, l'eau ajoutée présentant des caractéristiques appropriées, notamment de point de vue chimique, microbiologique et organoleptique de façon à garantir les qualités essentielles du jus. La restitution de son arôme se fait au moyen des substances aromatisants, récupérées lors de la concentration de jus de fruits dont il s'agit ou de jus de fruits de la même espèce et qui présente des caractéristiques organoleptiques et analytiques équivalentes (**LEYRAL, 2008**).

II .3.3.Jus de fruits obtenus par extraction hydrique :

Le produit obtenu à partir de jus de fruits d'une ou plusieurs espèces par l'élimination physique de la quasi-totalité de l'eau de constitution. La restitution des composants aromatiques est obligatoire. Pour les jus de fruits déshydratés, le qualificatif "déshydraté" peut être accompagné ou remplacé par le qualificatif "lyophilisé" ou toute autre mention analogue selon le procédé de déshydratation utilisé (**BOIDIN et al., 2005**).

II .3.4. Purée de fruits :

Produit obtenu par des procédés appropriés, par exemple en passant au tamis ou en broyant la partie comestible du fruit entier ou pelé sans en prélever le jus. Le fruit doit être sain, parvenu à un degré de maturation approprié et frais ou bien conservé par des moyens physiques ou par un ou plusieurs des traitements appliqués conformément aux dispositions pertinentes de la commission du **Codex ALIMENTARIUS, 2005**.

II .3.5. Les boissons aux fruits :

Sont composées de jus de fruits concentrés ou non, d'eau et de sucre et contiennent au moins 25% de jus de fruits, dans le cas des boissons plates. Dans les boissons aux fruits gazeuses cette teneur est d'au moins 10% (**BOIRON, 2008**).

II .3.6. Concentré de purée de fruits :

Produit obtenu par élimination physique de l'eau de la purée de fruits en quantité suffisante pour accroître la valeur Brix d'au moins 50% par rapport à la valeur Brix établie pour le jus reconstitué du même fruit (**CODEX ALIMENTARIUS, 2005**).

II .3.7. Nectar de fruits :

Jus de fruits et nectar

Le nectar de fruits est le produit non fermenté, mais fermentescible, obtenu en ajoutant de l'eau, avec ou sans adjonction de sucres, de miel et/ou de sirops, et/ou d'édulcorant, ou à un mélange de ces produits.

Des substances aromatiques, des composés aromatisants volatils, de la pulpe et des cellules, qui doivent tous avoir été obtenus à partir du même type de fruit et par des moyens physiques adaptés, peuvent être ajoutés.

Le mélange de nectars de fruits est le même produit, obtenu à partir de plusieurs types de fruits différents (**CODEX ALIMENTARIUS, 2005**).

Le jus est directement issu des fruits pressés, tandis que le nectar est fabriqué à partir de la déshydratation de la purée ou de la pulpe de fruits auxquels on ajoute de l'eau et du sucre.

II .4. Procédés de fabrication de jus de fruits :

II .4.1. Préparation des fruits pour la transformation :

Au niveau industriel, pour rendre les fruits apte à la transformation, un certain nombre d'opération de prés-traitement sont nécessaires. L'ordre des opérations de prés-traitement varie suivant l'espèce et le mode de transformation choisi. On cite selon (**NOUT et al, 2003**).

-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.) (**BENAMARA et AGOUGOU, 2003**).



Figure 2: les étapes de triage

-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 dans la mesure du possible, propre, potable et être renouvelée (NOUT, 2003).



Figure 3 : les étapes de lavage-nettoyage

II .4.2. 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 (BENAMARA et AGOUGOU, 2003).



Figure 4: les étapes de broyage

-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 (BENAMARA et AGOUGOU, 2003).

-Traitement enzymatique :

Jus de fruits et nectar

Pour augmenter la sortie du jus et assurer un bon pressurage, la masse fruitière est traitée par des enzymes pectinolytiques. Ce processus est particulièrement nécessaire dans le cas des fruits contenant beaucoup de pectines et possédant une grande viscosité (**BENAMARA et AGOUGOU, 2003**).

-Traitement à l'ultrason :

Le traitement s'effectue au moyen des ondes ultrasoniques conduisant à l'éclatement des cellules. L'écoulement du jus traité par l'ultrason est supérieur de 6 à 10% à celui de produit non traité.

En plus le jus devient plus clair et plus teinté (**BENAMARA et AGOUGOU, 2003**).

II .4.3. L'extraction du jus :

Cette opération a pour but d'extraire le jus des fruits tout en effectuant un tamisage de la pulpe.

Le jus à partir de la masse broyée peut être extrait par pressurage, centrifugation, diffusion...etc (**BENAMARA et AGOUGOU, 2003**).

-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 (**BENAMARA et AGOUGOU, 2003**).

- 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.
- Ameubler la masse fruitière pendant le pressurage.
- Mener le pressurage en continu.

-Raffinage :

Jus de fruits et nectar

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 (ESPIARD, 2002).

II .4.4. 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 débourage centrifuge, de collage, ou par filtration (ESPIARD, 2002).

-Désaération :

La désaération va permettre de recaler l'oxygène introduit dans les jus de fruits au cours de différentes opérations parce que l'oxygène est nocif et entraîne des pertes de vitamine C (NOUT, 2003).

-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. (CHEFTEL, 1986).

-Concentration :

Jus de fruits et nectar

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 (**VASSENEIX, 2003**).

-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 (**ESPIARD, 2002**).

- 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 (**ESPIARD, 2002**).

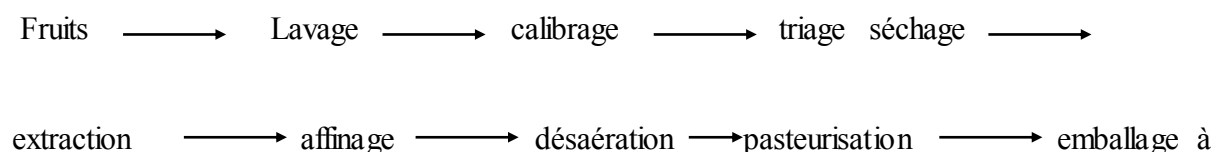
- Il est possible de stocker les produits pasteurisés et refroidis dans des tanks aseptiques sous atmosphère de gaz neutre, gaz carbonique (CO₂) ou azote; mais les produits doivent être à nouveau pasteurisés avant commercialisation.

II .5.Fabrication des nectars :

Le nectar est une boisson à base de jus ou pulpe de fruits, de l'eau potable, de sucre ou de sirop de sucre et d'autres édulcorants autorisés (**ESPIARD, 2002**).

Un sirop de sucre, fabriqué à partir d'un volume égal de sucre et d'eau potable bouillante, est le plus simple et plus rapide à utiliser que du sucre en poudre ou en morceaux (**PIDOUX, 1995**).

Les différentes étapes de la fabrication de nectars de fruits au niveau industriel sont illustrées dans la figure ci-dessous.



Jus de fruits et nectar

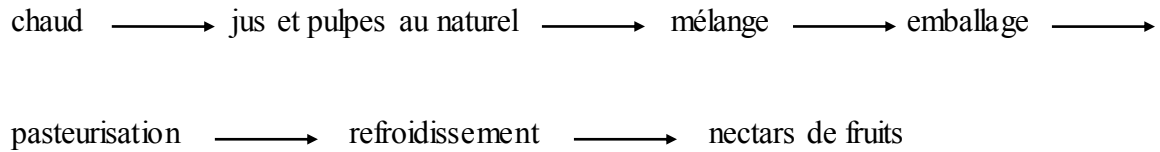


Figure 5 : schéma général de processus de fabrication de nectars de fruits au niveau industriel (ESPIARD, 2002).

II .6. Jus de grenade :

Le jus de grenade est composé de 85, 4% d'eau, 10, 6% Sucres totaux, 1, 4% de pectine, 0, 2 à 1, 0% de polyphénol.

Les anthocyanines et les flavonoïdes, fournissent au jus de grenade sa couleur brillante et sont aussi de puissants antioxydants. Parmi les anthocyanines on peut citer la delphinidine, le cyanidine et la pelargonidine.

Des sucres simples tel que le glucose, le fructose ou des disaccharides tels que le saccharose sont présents dans le jus ainsi que des acides organique comme l'acide citrique, l'acide malique ou encore l'acide ascorbique. On retrouve aussi de l'acide gallique, l'acide ellagique et de l'acide quinique dans le jus, ainsi que des acides aminés tel que Proline, Valine (PRAKASH C ; PRAKASH I.2011).

Chapitre III : conservation et altération des jus

III .1. La conservation :

Les techniques de conservation alimentaires sont appliquées en vue de maîtriser la détérioration de la qualité des aliments. Cette détérioration peut être provoquée par des microorganismes et/ou diverses réactions physico-chimiques qui ont lieu après la récolte ou l'abattage. Tout procédé de conservation a cependant pour priorité de réduire au minimum les risques d'apparition ou de développement des microorganismes provoquant l'altération des aliments ou des intoxications alimentaires (LEITSNER et GOULD, 2002).

III .1.1. Techniques de conservation par la chaleur :

Le traitement des aliments par la chaleur est aujourd'hui la plus importante technique de conservation de longue durée. Il a pour objectif de détruire ou d'inhiber totalement les enzymes et les microorganismes et leurs toxines, dont la présence ou la prolifération pourrait altérer la denrée considérée ou la rendre impropre à l'alimentation (NOUT et al. 2003).

III .1.1.1. La pasteurisation :

La pasteurisation est un traitement thermique à des températures comprises entre 60 et 100°C ayant pour but de détruire la totalité des formes végétatives des microorganismes pathogènes ou responsables d'altération, tandis que pour la destruction de tous les microorganismes plus les spores on a besoin de températures plus élevées pendant de plus longues périodes. Elle prolongera la durée de conservation pendant une période limitée. Elle concerne, par exemple, les jus et nectars de fruits

La pasteurisation, comme tout traitement thermique, doit permettre:

- De préserver l'aspect nutritionnel du produit tel que la non-destruction des vitamines,
- De ne pas modifier ses qualités organoleptiques telles que l'absence de brunissement, de décoloration, de goûts de cuit, etc.

- La thermisation :

La thermisation est un traitement de 15 à 20 secondes à 63 - 65 °C, c'est une pasteurisation incomplète qui ne peut pas détruire une charge microbienne.

III .1.1.2.La stérilisation :

La stérilisation est un traitement thermique qui a pour finalité de détruire toute forme microbienne vivante (végétative, sporulé). Les paramètres de traitement sont supérieurs à ceux de la pasteurisation, et ils varient selon le produit entre 10 min à 115 °C et 30 min à 121 °C. Ils doivent tenir compte de la charge microbienne initiale et sont choisis en fonction de type de la flore.

-Le traitement à ultra haute température (UHT) :

Le traitement à ultra haute température 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. Ce procédé met en œuvre soit le chauffage indirect dans des échangeurs tubulaires ou à plaques soit le chauffage direct par contact entre le produit et de la vapeur d'eau sous pression. Le produit stérilisé est ensuite refroidi puis conditionné aseptiquement. Cette technique est utilisée pour la stérilisation de produits liquides (fruits et nectars de fruits).

III .1.1.3.Optimisation des traitements thermiques :

L'optimisation des traitements thermiques nécessite donc les éléments suivants :

- Connaissance des cinétiques de pénétration de la chaleur dans le produit.
- Connaissance des cinétiques de destruction des microorganismes.
- Connaissance des cinétiques de « réactions secondaires » accompagnant la destruction thermique des microorganismes ; destruction des enzymes ; des vitamines ; réactions de décoloration ou de brunissement ; cinétique de cuisson, ...etc.

III .1.1.4. Les critères de choix des traitements thermiques :

Les traitements thermiques, c'est à-dire les températures et les durées d'action appropriées, doivent être choisies en tenant compte de plusieurs facteurs :

- La nature et la composition de la denrée.
- La nature et le nombre de microorganismes présents dans le produit à traiter.

Conservation et altération des Jus

- Les types, les dimensions et les performances mécaniques des emballages utilisés pour le conditionnement.
- Les caractéristiques et la conduite des appareils de stérilisation.

III .1. 2. Techniques de Conservation par le froid :

Le froid est une technique de conservation des aliments qui arrête ou ralentit l'activité cellulaire, les réactions enzymatiques et le développement des microorganismes. Le froid ne tue pas les microorganismes éventuellement contenus dans les aliments. La majorité des microorganismes présents peuvent reprendre leur activité dès le retour à une température favorable. C'est pour cette raison que le froid doit être continu.

Tandis que les microorganismes psychrophiles survivent encore à -5°C, toute vie microbienne est arrêtée à des températures inférieures à -7°C. Les trois règles à respecter dans l'application du froid ont été précisées dès 1928 par **Alexandre Monvoisin** et sont connues aujourd'hui sous le vocable de « Trépied frigorifique de Monvoisin », ce sont les suivantes :

- Réfrigération appliquée à un aliment sain.
- Réfrigération précoce.
- Réfrigération continue.

III. 1. 2. 1. La réfrigération :

La réfrigération consiste à entreposer les aliments à une température basse, proche du point de congélation, mais toujours positive par rapport à celui-ci. Généralement, la température de réfrigération se situe aux alentours de 0 °C à +4 °C. Ces températures, empêchent la multiplication de nombreux microorganismes contenus dans les aliments mais pas celle des microorganismes psychrophiles. La réfrigération permet donc la conservation des aliments périssables à court ou moyen terme. Elle doit s'appliquer à des aliments initialement sains et être continue tout au long de la filière de distribution

III.1.2. 2. La congélation :

La congélation à - 18 °C permet la conservation des aliments à plus long terme que la réfrigération. Les mécanismes d'inactivation des enzymes par la congélation peuvent être

expliqués par différentes hypothèses : augmentation de la concentration en inhibiteurs du fait de la diminution de la quantité d'eau disponible à l'état liquide ou de modifications du pH. De la même façon que pour l'inactivation des enzymes par chauffage, ce procédé présente des inconvénients et provoque notamment des changements de texture. De plus, la congélation fragilise les structures membranaires des cellules et facilite ainsi le brunissement enzymatique lors de la décongélation des produits.

- La congélation rapide (surgélation) :

La congélation rapide à - 40 °c et même- 80 °c (**GUIRAUD, 2003**) consiste à exposer les aliments à un courant d'air très froid. Contrairement à la congélation normale, les petits cristaux de glace formés ne détruisent pas les cellules des aliments.

III. 1.3. Techniques de conservation par additifs alimentaires :

D'après **NOUT et al. (2003)**, les additifs de conservation, ou conservateurs chimiques sont utilisés dans le but de prolonger la durée de conservation des aliments. Ils peuvent être d'origine minérale ou d'origine organique, ils ont comme objectifs d'assurer :

- L'innocuité de l'aliment, par inhibition de la multiplication des microorganismes pathogènes et de la production de toxines.

- La stabilité organoleptique de l'aliment par inhibition des microorganismes d'altération

Les additifs de conservations sont répartis en deux grandes familles :

- **Les agents conservateurs** : ils ont pour but la protection des aliments contre une contamination microbienne ; ils portent le code CEE, famille des 200.

- **Les antis oxygènes** : ils protègent les aliments contre les effets néfastes de l'oxygène ; ils portent le code CEE, famille des 300.

Les conservateurs chimiques n'ont pas la capacité de rendre sain un produit qui ne l'était pas avant son traitement, ni d'améliorer la qualité d'un mauvais produit ; ils peuvent seulement conserver ou produit ses caractéristiques initiales plus longtemps qu'à l'ordinaire.

Le tableau ci-dessous nous donne quelques exemples de conservateurs chimiques et les limites admissibles.

Selon **LEYRAL et VIERLING (2007)**, la conservation chimique présente un triple

avantage :

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

III .2. Les altérations :

La qualité est définie comme étant l'aptitude d'un produit alimentaire à bien nourrir l'homme en lui apportant les nutriments nécessaires à son métabolisme vital dans des conditions de sécurité complète et de plaisir.

La qualité des jus et nectars de fruits est susceptible de s'altérer durant le stockage sous l'action de plusieurs facteurs physiques, chimiques et microbiologiques. La matière première, les conditions d'entreposage (lumière, température, humidité relative, etc.) et la nature de l'emballage affectent aussi de différentes modifications (AKMOUCHE, 2010).

III.2.1. Brunissement non enzymatique (BNE) : La réaction de Maillard :

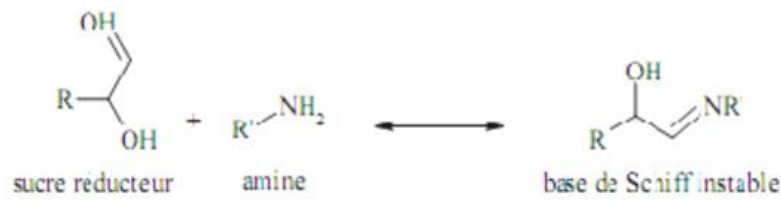
C'est un ensemble très complexe de réactions aboutissants, dans divers aliments, à la formation de pigments bruns ou noirs, à des modifications, favorables ou indésirables, de l'odeur et de la saveur et à la perte de la valeur nutritionnelle. La réaction de Maillard a été décrite par Louis Maillard en 1912.

Le (BNE) se manifeste lors des traitements technologiques ou de stockage, de divers aliments dont les jus et nectars de fruits.

La réaction de Maillard est une réaction entre une fonction carbonyle (sucres réducteurs) et une fonction amine (acides aminés) (NOUT *et al.* 2003).

Comme présenté dans la figure N°6, les réactions de Maillard se composent de trois étapes principales. Une première étape conduit à la formation de composés carbonylés très actifs (réductones, furfuraldéhydes). Puis une seconde étape aboutit à la formation de polymères bruns, aussi appelés mélanoidines. Enfin, l'étape finale conduit à la formation de composés volatils et odorants (BERLINET, 2006).

Condensation de Maillard



Réarrangement d'Amadori

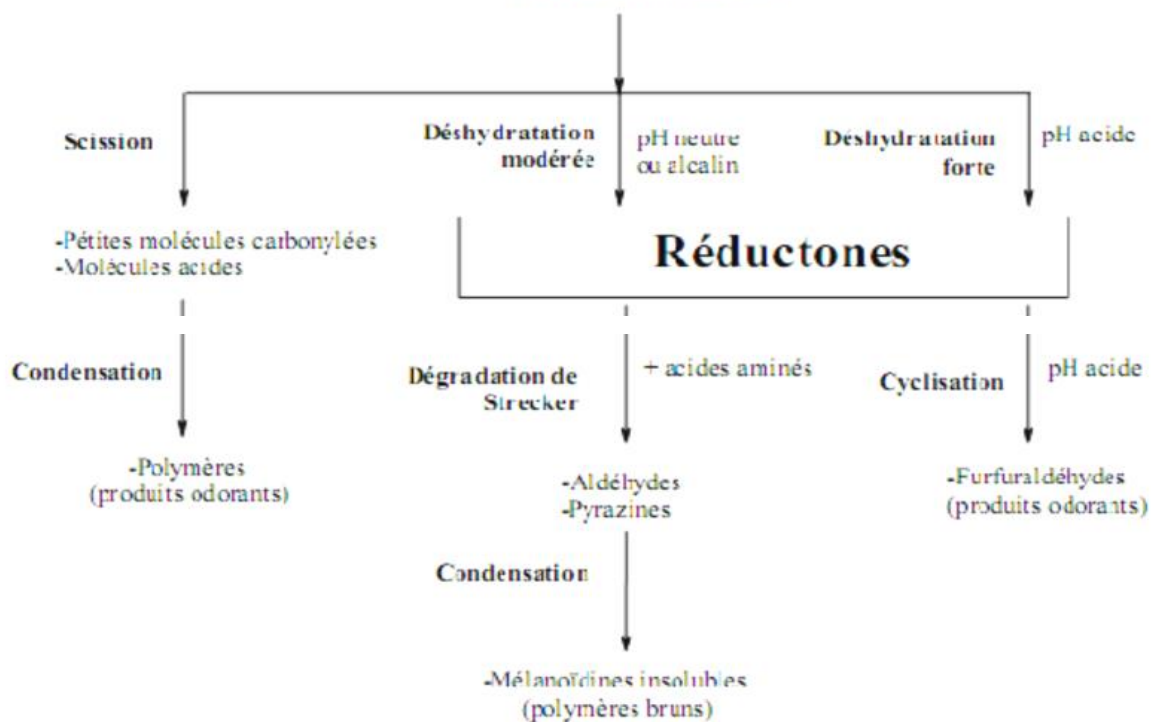
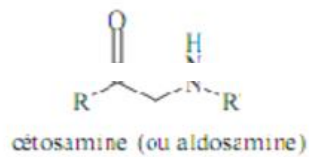


Figure 6: Schéma général de la réaction de Maillard (BERLINET, 2006).

III.2.2. Le brunissement enzymatique :

Le brunissement enzymatique concerne surtout les produits alimentaires d'origine végétale (riche en polyphénols). Les réactions du BE sont le résultat de la transformation par l'intermédiaire de système spécifique des composés phénoliques en polymères colorés, le plus souvent en brun ou noir sous l'action d'une enzyme : le polyphénol oxydase (PPO). Ces

réactions entraînent une modification de l'apparence, de la flaveur et de la qualité nutritionnelle du produit. Les pigments qui se forment par le BE sont désignés par le terme général de mélanines. Leurs teinte finale est brune ou noire, mais il existe des intermédiaires de couleurs diverses : rose, rouge, bleu noir (NOUT et *al.*2003 ; BELDJOUDI et HAMOUDI 2006).



Figure 7 : Schéma général de la réaction de Maillard (BERLINET, 2006).

III.2.3. Les altérations microbiologiques :

Les germes dans les jus de fruits proviennent en grandes parties de la matière première introduite lors de la fabrication. La charge microbienne d'un jus fraîchement pressé est souvent élevée. La flore acidité et la pression osmotique (Addition de sucre) favorisent la flore osmophile et acidophile. En plus de la flore banale du jus brut, le matériel de fabrication, et les diverses manipulation apportent une flore de contamination.

Parmi les facteurs qui influencent le développement des microorganismes on a la température, le pH et l'activité de l'eau (AW) (GUIRAUD, 2003).

III.2.4. Action des microorganismes sur les aliments :

Le développement des microorganismes dans un aliment (BACILA, 2009). Peut avoir deux actions néfastes et variées :

- Affecter la qualité intrinsèque de l'aliment et donc sa valeur commerciale (modification de texture et d'aspect, altération de la valeur alimentaire, altération des qualités organoleptiques, dégradation du conditionnement ect...)

- Dangereux pour la santé en étant responsable d'intoxications due a la formation des substances toxiques (amines), ou même d'infections ou toxi-infections intestinales bénignes.

III.2.5. Les altérations organoleptiques :

III.2.5.1. Modification de la couleur :

La couleur est un facteur important pour l'évaluation de la qualité des aliments notamment les jus et les nectars de fruits, une diminution de son intensité correspond à une altération du produit. Elle est souvent liée à la maturation des fruits utilisés, à la présence d'impuretés, à la mise en oeuvre appropriée ou non d'un traitement technologique, à des mauvaises conditions d'entreposage, ect, (NOUT et al., 2003 ; GUIRAUD, 2003).

III.2.5.2. Modification du goût :

La modification du goût est caractérisée essentiellement par l'aigreur. Un goût indésirable peut se manifester lors d'un traitement non hygiénique et au cours de la période de stockage (NOUT et al, 2003).

III.2.5.3. Modification de l'arôme :

L'arome des aliments résultent de la stimulation des récepteurs situés dans la bouche et la cavité nasale, par un très grand nombre de constituants des aliments. Les molécules odorantes volatiles responsables de l'arôme des jus et nectars de fruits comme les esters, diminuent pendant l'entreposage (NOUT et al., 2003)

Conclusion :

Au terme de ce travail concernant la grenade, nous avons appris ses propriétés et comment la transformer en jus, concentré et nectar afin d'éviter de la gaspiller et d'en profiter davantage , et aussi pour éviter son altération par les réactions chimiques (BEZ) et microbiologiques.

Parmi les processus les plus importants qui se produisent du passé au présent, c'est bien la conservation des aliments, elle comprend un ensemble de méthodes de traitement visant à préserver le goût et les propriétés nutritionnelles des aliments, ainsi que la consistance, la couleur et la comestibilité des jus et nectar, et à éviter une éventuelle intoxication alimentaire.

Les méthodes de conservation les plus utilisés sont :

La méthode de Conservation par la chaleur.

La méthode de conservation par le froid.

La méthode de conservation par additifs alimentaires.

Références :

A

- **AKMOUCHE H. (2010)** .Contribution à la valorisation des figues de barbarie (*Opinita ficus-indica*) par la fabrication de jus de fruits. Mémoire d'ingénieur, UMMTO .PP 32-36.
- **Al-Said F.A., Opara U.L. Al-Yahyai R.A. (2009)**. Physico-chemical and textural quality attributes of pomagranate cultivars (*Punicagranatum L.*) grown in the Sultanate of Oman. *Journal of Food Engineering* 90: 129-134
- **ANNONYME.,(2017)**.<http://sante.journaldesfemmes.com/calories/classement/aliments/vita-mine-c>
- **ANNONYMEa, 2017**: le marché des boissons sans alcool.<http://www.agroligne.com>.
- **ANNONYMEb, 2017**: Panorama des industries agro-alimentaires.
<http://www.agriculture.gouv.fr>
- **ANONYME. 2010**: <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Marche/orange.htm>.

B

- **bacila BECILA A. (2009)**. Préventions des altérations et des contaminations microbiennes des aliments.
- **Bassaganya-Riera J.,**
- **BENAMARA S., AGOUGOU A. (2003)** Jus alimentaires. Technologies agroalimentaire. ed.,2.01.4280.
- **BERLINET C., 2006**. Etude de l'influence de l'emballage et de la matrice sur la qualité du jus d'orange. Thèse de DOCTORAT. Agro Paris Tech. P224.
- **BOIDIN M., ABTROUN A., BOUDRA A., JOLIBERT F., TIRARD A et TOUAÏBIAH.(2005)**. Etude de la filière boissons. Algérie 2005. Rapport principal. Euro Développement Pme. Algérie, Juin 2005.
- **BOIRON A. (2008)**. Les décrets permettraient de fixer et faire respecter les catégories. Ed. La revue de l'industrie agroalimentaire, Algérie. PP 30.

Référence

- **BOIRON A., ARVAULT G. (2008)** Boissons montées en gamme. ed., La revue de l'industrie agroalimentaire Algérie, pp 29.
- **Boullard B. (1997).** Dictionnaire plantes et champignons. Edition ESTEM, Paris, p : 380. ISBN: 2-909455-99-8 ; **Iserin P. (2001).** Encyclopédie des Plantes Médicinales : identification, préparation, soin. 2^{ème} édition, Larousse. 335p, ISBN: 2-03-560252-1.

C

- **Calin Sanchez A. et Carboneli Banaching A.A. (2012).** La grenade cultivées en Espagne Punicalogine anti-oxydante du jus de grenade et de l'extrait de grenade dans les L'aliment fonctionnel du fruit. Livre. Natural ontioxydant granatum+ et université Miguel Hernandez (EDS), Murcia Espagne, p.77.
- **Calin, S.A., et Carboneli, B.A.A. 2005.** La grenade cultivées en Espagne Punicalagine antioxydante du jus de grenade et de l'extrait de grenade dans les l'aliment fonctionnelle du fruit. Livre. Natural ontioxydant granatum, université Miguel Hernandez (EDS), Murcia Espagne, 77p.
- **CHERIOT S. (2007).** Rôles des produits de la réaction de Maillard dans l'inhibition de l'oxydation enzymatique des phénols et des lipides. Thèse de doctorat. Ecole doctorale ABIES, Paris. PP 1, 45.
- **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.
- **CLAUDIAN J.(1986)** Boisson. Les aliments «Manuel d'alimentation humaines». ed., E.S.F, Paris, II, pp 399-400.
- **CODEX ALIMENTARIUS. (2005)** Norme générale codex pour les jus et les nectars de fruits.

E

- **Elodie W. (2009).** Le grenadier (Punicagranatum): Plante historique et évolutions thérapeutiques écentes. Faculte de pharmacie, université Henripoincare-Nancy1.

Référence

- **ESPIARD E. (2002)** Introduction à la transformation industrielle des fruits. ed., TEC et DOC, Lavoisier, Paris, pp 6, 12, 52, 162, 305-309.
- **ESPIARD, (2002).** Introduction à la transformation Industrielle des Fruits. Technique et Documentation. Lavoisier. Paris. PP. 5-218.
- **ESPIARD, E.2002.** Introduction à la transformation industrielle des fruits. éd Tec et Doc, 11 Rue Lavoisier 75008 Paris, 2002.ISBN :2-74 30-0526-2.
- **ESPIARD.E. (2002).** Introduction à la Transformation Industrielle des Fruits. Technique et Documentation. Lavoisier. Paris. PP. 5-218
- **Espiard E. (2002).** Introduction à la transformation industrielle des fruits. TEC&DOCLavoisier,Paris, France, 181-182.

F

- **Fabre B. et Ermosilla V. (2008).** Utilisation d'un extrait de grenadier pour le maintien de la coloration capillaire. Fascicule de brevet européen. Bulletin 2008/01

G

- **Gil M. I., Toms-Barbern F. A., Hess-Pierce B., Holcroft D. M. et Kader A. A. (2000).**Antioxidant Activity of Pomegranate Juice and Its Relationship with Phenolic Composition and Processing. J. Agric. Food Chem., 48 : 4581-4589.
- **GUIRAUD J. P. (2003)** Microbiologie alimentaire. ed., Dunod, Paris.

I

- **INRAA, 2006** deuxième rapport national sur l'état des ressources phytogénétique pour l'alimentation et l'agriculture

J

- **Jahfar M., Vijayan K.K. et Azadi P. (2003).** Studies on a polysaccharide from the fruit rind of Punica granatum. Research Journal of Chemistry and
- **Jeantet, R., Croguennes, T., Mahaut, M.,Schuck, P.,Brulé , G. (2008).** Les produits laitiers. Ed Techniques et Documentations. Lavoisier-Paris .Pp185.

Référence

- **Jouni Z.E., Van Huygevoort A.H.B.M., Van Otterdijk F.M. et Van de Waart E.J. (2009).** Toxicological evaluation of pomegranate seed oil. *Chemical Toxicology* 47 : 1085– 1092

K

- **Kim N. D., Mehta R., Yu W., Neeman I., Livney T., Amichay A., Poirier D., Nicholls P., Kirby A., Jiang W., Mansel R., Ramachandran C., Rabi T., Kaplan B. et Lansky E. (2002).**
Chemopreventive and adjuvant therapeutic potential of pomegranate (*Punica granatum*) for human breast cancer. *Breast Cancer Research and Treatment*, 71: 203– 217.

L

- **Lansky et Newman, 2007** *Punica granatum* (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. *Journal of Ethnopharmacology*.109:177–206.
- **LEITSNER I., GOULD G.W. (2002)** Hurdler technologies. *Combinassions. treatmentsforfoodstability, safety and quality*. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New york, USA.
- **Levin, 1994;** Pomegranete(*Punicagranatum*) plant genetic resources in Turkmenistan. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 97:31-37
- **LEYRAL G., VIERLING E. (2008)** Aliment et boisson, technologie et aspect réglementaire. Biosciences et technique, 3ème édition.
- **LEYRAL. Et VIERLING E. (2007).** Microbiologie et toxicologie des aliments. Hygiène et sécurité alimentaire.4ème édition. Doines édition. Paris. PP 183.

M

Référence

- **MAFART P (1996).** Génie alimentaire : les procédés physiques de conservation. ed., Lavoisier, Paris.
- **Mars M. et Marrakchi M. (1999).** Diversity of pomegranate (*Punica granatum* L.) germplasm in Tunisia. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 46: 461–467.
- **Meerts I.A.T.M., Verspeek-Rip C.M., Buskens C.A.F., Keizer H.G.,**
- **Melgarejo. P., Valero, D. (2012).** International Symposium on the Pomegranat .Edition Zaragoza, Ciheam, Spain.337p.
- **Morton J. (1987).** Pomegranate. In: *Fruits of warm climates*. Miami, Florida. p. 352–355.

N

- **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.

O

- **Oukabli A. (2004).** Le Grenadier : Des Variétés Performantes pour la Culture. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA. MADRPM/DERD, 123 : 1-4.
- **Okonogi S., Duangrat C., Anuchpreeda S., Tachakittirungrod S. et Chowwanapoonpohn S. (2007).** Comparison of antioxidant capacities and cytotoxicities of certain fruit peels. *Food Chemistry*, 103 : 839–846. ;**Çam M., Hıslı Y. et Durmaz G. (2009).** Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. *Food Chemistry*, 112 : 721–726

P

- **PRAKASH C ; PRAKASH I . (2011) .**Bioactive chemical constituents from pomegranate (*Punicagranatum*) juice, seed and peel-A Review - . *IJRCE I*.
- **PIDOUX J-P. (1995).** Guide pour la préparation des fruits tropicaux. Ed. FICB, suisse. PP 14.

Q

- **Quiroz, I. (2009).** Granados, perspectivas y oportunidades de un negocio emergente:Antecedentes de Mercado. Fundacion Chile.72p. 117
- **Quezel et Santa, 1963**

S

- **Seeram, N.P., Henning, S.M., Zhang, Y., Suchard, M., Li, Z. & Heber, D.** Journal of Nutrition, 136 (10) (2006)2481- 2485.
- **Sheets M.D., Du Bois M.L. et Williamson J.G. (1994).** The pomegranate . HS, 44: 1-3.Horticultural Sciences Department, Florida Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Original publication date April 1994 . Revised April 2004. Reviewed December 2008.
- **Stover E. et Mercure E. W. (2007).** The Pomegranate: A New Look at the Fruit of Paradise HortScience, 42(5): 1088-1092

V

- **VIERLING E. (2008)** .Science des aliment, 3e édition .Ed .Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine .Bordeaux .PP 236-237.
- **VASSENEIX, C., et al.** "Endophtalmie endogène unilatérale à Pseudomonas aeruginosa chez un prématuré: à propos d'un cas." *Journal Français d'Ophtalmologie* 33.8 (2010): 556- 560.
- **Vidal A., Fallarero A., Peña B. R., Medina M. E., Gra B., Rivera F., Gutierrez Y. et Vuorela P. M. (2003).** Studies on the toxicity of Punica granatum L. (Punicaceae) whole fruit extracts. Journal of Ethnopharmacology 89 : 295–300.

W

Référence

- **Wald E.(2009).** Le Grenadier (Punicagranatum): Plante historique et évolutions thérapeutiques récentes. Thèse pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université Henri Poincaré 1.