

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université MOULOUD MAMMERY de TIZI-OUZOU

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département des Sciences Agronomiques



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master en sciences Agronomiques
Spécialité : Transformation et Conservation des Produits Agricoles

Thème

Essai de préparation d'une
boisson nectar à base de la
grenade (*Punicagranatum L.*) et
étude de la stabilité

Réalisé par : M^{elle} BERRAH YASMINA

M^{elle} BOUDAOUZ SONIA

Devant le jury :

Président : M^r AMROUCHE Tahar, Maître de conférences A, UMMTO

Promoteur : M^r AMIR Youcef, Professeur, UMMTO

Examineurs : M^{me} BENTAYEB Saida, Maître assistante A, UMMTO

M^r BENGANA Mohamed, Maître de conférences B, UMMTO

Année 2016/2017

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À mes chers parents.

*Ma mère pour m'avoir mis au monde et pour
m'avoir accompagné tout le long de ma vie. Je lui dois une fière*

Chandelle.

Mon père qui sans lui je ne serais pas arrivé jusqu'ici.

*J'espère toujours rester fidèle aux valeurs morales que vous
m'avez apprises.*

À ma sœur, mes frères mes cousins (es) et toute ma famille.

À tous mes amies et mes collègues.

À tous les étudiants (es) de la promotion TCPA 2017

A moi même

Yasmina

Dédicace

A mes chers parents Fatima et Arezki que Dieu les protège en témoignage de ma profonde affection. Qu'ils sachent que ce travail est en partie le fruit de leur soutien ; je leur suis toujours reconnaissante.

Leur fierté à mon égard aujourd'hui est pour moi la meilleure des récompenses.

A mes chers frères Nabil et Azzedine qui m'ont toujours encouragé et soutenu. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma grande gratitude.

A mon Oncle Hocine et ma tante Djouher qui m'ont toujours suivi et encouragé

A mes oncles et tantes maternelles

A Hanane, Dehbia, Kahina et Farida, la vie ma fait un très beau cadeau en faisant de vous mes amies intimes.

A ma très cher binôme Yasmina,

A mes amis Souad, Célia, Amina, Kahina et Mouna

A toutes la promotion TCPA 2017

Sonia

Remerciement

Louange à Allah le tout puissant qui nous a donné la santé, le courage, la volonté et la patience de réaliser ce travail.

Nous exprimons nos sincères remerciements à M^r AMIR Youcef, Professeur à l'UMMTO, pour nous avoir accordé sa confiance en acceptant de diriger ce travail. Qu'il trouve ici l'expression de nos reconnaissances et nos profonds respects.

Nous tenons à remercier M^r AMROUCHE Tahar, Maître de conférences A à l'UMMTO, pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury. Qu'il trouve ici l'expression de nos grandes considérations.

Nos vifs remerciements vont également à M^r BENGANA Mohamed, Maître de conférences B à l'UMMTO et M^{me} BENTAYEB Saida, Maître assistante A à l'UMMTO, pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Ce travail n'aurait pas pu voir la lumière du jour sans l'aide précieuse des personnes suivantes :

- L'ensemble de personnel du département des sciences biologiques et des sciences agronomiques.
- L'ensemble du personnel du laboratoire physico-chimique en particuliers M^{me} CHAUCHE Damia et du laboratoire microbiologique.

Ce travail doit beaucoup à nos parents, pour leurs patiences et leurs soutiens tant moral que spirituel pendant toutes ces années et par ce que, sans leurs appuis financiers, sans leurs conseils et sans leurs amours, rien de tout ceci n'aurait pu arriver.

Nous tenons énormément à remercier nos amis (es) et nos camarades des deux promotions TCPA et MQTSA pour leurs soutiens pendant toute la période de ce travail.

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction 1

PARTIE I : Etude bibliographique

Chapitre 1 : La grenade , produit du grenadier

I.1. Historique..... 3

I.2. Biologie du grenadier 3

 I.2.1. Fleurs 3

 I.2.2. Fruits 4

I.3. Classification botanique des grenades 5

I.4. Aire de répartition géographique de grenadier 6

I.5. Les variétés de grenade 6

 1. Variétés sucrées ou douce 6

 2. Variétés acidulées 6

 3. Variétés acide 6

I.6. Le grenadier en Algérie 6

I.7. Composition physico-chimique du grenadier 7

 I.7.1. Caractéristiques physiques des fruits 7

 I.7.2. Caractéristiques chimiques de la grenade..... 8

 I.7.3. Nutriments les plus importants dans la grenade 10

I.8. Effets thérapeutiques de la grenade 12

 I.8.1. Effets antioxydants 12

 I.8.2. Inhibition de l'oxydation des LDL..... 12

 I.8.3. Effets antimicrobien 13

 I.8.4. Effet anticancéreux..... 13

I.8.5. L'effet antidiabétique	14
I.8.6. Action préventive des maladies cardiovasculaires	14

Chapitre 2 : L'orange sanguine

II.1. Définition.....	15
II.2. La couleur	15
II.3. Composition	16
II.4. Intérêt nutritionnel de son jus	16

Chapitre 3 : Technologie du fabrication des jus et les nectars de fruit

III.1. Définition des jus de fruit	17
III.2. Les différentes classes de jus de fruits	17
III.2.1. Jus de fruit pur	17
III.2.2. Jus de fruit à base de concentré	17
III.2.3. Jus de fruit déshydraté.....	17
III.2.4. Jus de fruit concentrés.....	18
III.2.5. Nectar de fruits.....	18
III.2.6. Les boissons aux fruits	18
III.2.7. Purée de fruit destinée à la production de jus et de nectars de fruits	18
III.2.8. Concentré de purée de fruit destiné à la production de jus et de nectars de fruits	18
III.3. Intérêt nutritionnel et thérapeutique des jus et nectars de fruits	18
III.4. Qualité de jus de fruits	20
III.4.1. Qualité sensorielle ou organoleptique.....	21
III.4.2. Qualité nutritionnelle.....	21
III.4.3. Qualité hygiénique.....	21
III.4.4. Qualité technologique	21

III.5. Technologie de fabrication des jus de fruits	23
---	----

Chapitre 4 : Conservation et altération des jus et nectars de fruits

IV.1. Conservation	26
IV.1.1. Conservation physiques	26
IV.1.1.1. Techniques de conservation par la chaleur	26
IV.1.1.2. Techniques de conservation par le froid	27
IV.1.2. Conservation chimiques	28
IV.2. Altération	30
IV.2.1. Altération physico-chimique	30
IV.2.1.1. Dégradation de la vitamine C	30
IV.2.1.2. Brunissement enzymatique	30
IV.2.1.3. Brunissement non enzymatique.....	31
IV.2.2. Altération microbiologique	32
IV.2.3. Altération organoleptique.....	32

PARTIE II : Etude expérimentale

Chapitre 1: Matériels et méthodes

I.1. Matériels.....	34
I.1.1 Matériels de laboratoire	34
I.1.-2 Matériel végétal.....	34
I.1.2.1 Echantillonnage	34
I.1.2.2. Caractéristiques physiques de grenades utilisées	35
I.1.2.3. Extraction de jus.....	36
I.1.3. Préparation des ingrédients utilisés et additifs	38
I.1.4 Formulation de la boisson	39

I.2. Méthodes d'analyse	41
I.2.1. Analyses physico-chimiques de la matière première (jus de grenade pur), l'orange sanguine et les boissons formulées.....	41
I.2.1.1. Mesure du pH	41
I.2.1.2 Le degré Brix ou l'extrait sec soluble	42
I.2.1.3 L'acidité titrable	43
I.2.1.4 Détermination de taux de cendres	44
I.2.1.5 Les sucres	44
I.2.1.6. La vitamine C	46
I.2.1.7. La densité relative.....	47
I.2.1.8. Les polyphénols totaux	47
I.2.1.9. L'activité antioxydante	48
I.2.2. Etude de la stabilité des boissons formulées après 21jours de stockage	49
I.2.2.1. Analyses microbiologique des boissons après 21jour de stockage à l'air ambiant.....	50
I.2.2.1.1 Préparation des dilutions décimales	51
I.2.2.1.2. Recherche et dénombrement de la flore mésophile totale (FMAT) .	51
I.2.2.1.3. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux et totaux	53
I.2.2.1.4. Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs	55
I.2.2.1.5. Recherche et dénombrement des Staphylococcus aureus	58
I.2.2.1.6. Recherche et dénombrement des levures et moisissures	59

Chapitre II : Résultats et discussion

II.1. Résultats des analyses physico-chimiques.....	63
II.1.1. Discussions	63
II.1.1.1. L'indice réfractométrique ou degré Brix	63
II.1.1.2. La densité	64
II.1.1.3. Le pH.....	65

II.1.1.4. Le taux de cendres	66
II.1.1.5. Les sucres	67
II.1.1.6. La vitamine C	68
II.1.1.7. L'acidité titrable.....	70
II.1.1.8. Les polyphénols totaux	71
II.1.1.9. L'activité antioxydante	72
II.2. Résultats de test de stabilité des boissons formulées.....	74
II.2.1. Discussion	74
II.2.1.1. Brix, pH, acidité titrable	74
II.2.1.2. Les sucres	75
II.2.1.3. La vitamine C	76
II.3. Résultats des analyses microbiologiques après 21jours de stockage	78
Conclusion et perspectives	80
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des tableaux

Tableau N°01 : Variétés de grenadier autorisées à commercialisation en Algérie.....	7
Tableau N°02 : Composition du fruit de grenadier (la pulpe avec pépin)	9
Tableau N°03 : Teneurs vitaminique de la grenade.....	10
Tableau N°04 : Teneurs minérales de la grenade	12
Tableau N°05 : Les valeurs nutritionnelles moyennes des jus et nectars de fruits pour 100g	20
Tableau N°06 : Propriétés nutritionnelles des composants des jus de fruits	22
Tableau N°07 : Caractéristiques physiques des grenades utilisées	35
Tableau N°08 : Composition des boissons formulées pour 150ml.....	39
Tableau N°09 : Les coefficients des acides	43
Tableau N°10 : Représentation simplifiée des germes recherchés	50
Tableau N°11 : Résultats d'analyses physico-chimiques des différents échantillons.....	63
Tableau N°12 : Evolution des caractéristiques physico-chimiques des boissons après 21 jours de stockage	75
Tableau N°13 : Résultats d'analyses microbiologiques de la boisson.....	79

Liste des figures

Figure N°01 : Photographie de la fleur de du grenadier.....	4
Figure N°02 : Photographie du fruit et ses baies.....	5
Figure N°03 : Vue externe et coupe transversale des oranges sanguines	15
Figure N°04 : Photographie des grenades utilisées.....	35
Figure N°05 : Résumé des principales étapes d'obtention de jus de grenade pur	37
Figure N°06 : Diagramme de fabrication d'une boisson à base de la grenade (préparation de 150ml)	40
Figure N°07 : Photographie des 3 boissons formulées	41
Figure N°08 : Schéma de la préparation des dilutions décimales.....	51
Figure N°09 : Recherche et dénombrement des germes aérobies totaux.....	53
Figure N°10 : Recherche est dénombrement des coliformes fécaux et les coliformes totaux	55
Figure N°11 : Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs	57
Figure N°12 : Recherche et dénombrement de Staphylococcus aureus.....	59
Figure N°13 : Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	61
Figure N°14 : Résultats de degré Brix du jus d'orange, le jus de grande et les boissons formulées	65
Figure N°15 : Résultats de densité du jus d'orange, le jus de grande et les boissons formulées	66
Figure N°16 : Résultats de pH du jus d'orange, le jus de grande et les boissons formulées...	67
Figure N°17 : Résultats de taux des cendres du jus d'orange, le jus de grande et les boissons formulées	68
Figure N°18 : Résultats de teneur en sucres du jus d'orange, le jus de grande et les boissons formulées	69
Figure N°19 : Résultats de teneur en vitamine C du jus d'orange, le jus de grande et les boissons formulées	71
Figure N°20 : Résultats de teneur en acidité titrable du jus d'orange, le jus de grande et les boissons formulées	72
Figure N°21 : Résultats de teneur en polyphénols totaux du jus d'orange, le jus de grande et les boissons formulée	73

Liste des figures

Figure N°22 : Estimation de l'activité antioxydant de jus d'orange, le jus de grenade, les boissons formulées et les étalons.....	74
Figure N°23 : Evolution du Brix, pH et acidité titrable des boissons formulées avant et après 21jours.....	76
Figure N°24 : Evolution teneurs en Sucres totaux, réducteurs et saccharose des boissons formulées avant et après 21jours	77
Figure N°25 : Evolution teneurs en vitamine C des boissons formulées avant et après 21jours	78

Liste des abréviations

μl : Microlitre

μg : Microgramme

DCPIP : Dichlorophénol, indophénol

AFNOR : Association Française de Normalisation

Aw : Activité de l'eau

BE : Brunissement enzymatique

BNE : Brunissement non enzymatique

E211: Benzoate de Sodium

E300: Acide ascorbique

E330: Acide citrique

EAG: Equivalent d'acide gallique

F.A.O: Food and Agricultural Organization

HCl: Acide chlorhydrique

HIV-1 : Virus de l'immunodéficience humaine type 1

JORA: Journal Officiel de la République Algérienne

LDL: Lipoprotéine de basse densité

OMS: Organisation Mondiale de Santé

OGA: Oxytetracycline glucose agar

PCA: Plate count agar

S: Saccharose

SR: Sucres réducteurs

ST: Sucres totaux

UFC: Unité Formant Colonies

VRBL : Lactose biliée au cristal violet et rouge neutre

UV: Ultra-violet

VF: Viande foie

Introduction

La nutrition est une discipline qui peut paraître complexe ; pourtant elle comporte deux règles simples : modération et variété, qui s'appliquent parfaitement aux jus de fruits.

Longtemps, les fruits sont restés de délicieuses denrées dont la consommation était assujettie aux changements de saisons. Si l'homme a trouvé le moyen d'en conserver certains (vin et cidre issus de la fermentation du raisin et des pommes, confitures, fruits sèches), la fabrication de jus de fruits est restée totalement artisanale jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle. La transformation des fruits en jus a toujours eu pour objectif de prolonger la durée de consommation d'un fruit au-delà de sa saison et de profiter ainsi toute l'année de ses qualités nutritionnelles (ANONYME 1, 2006).

Les jus de fruit occupent une place importante dans l'alimentation humaine qui se justifie par leur valeur gustative, nutritionnelle et thérapeutique (ARA et al., 2008). Selon une estimation réalisée par la fédération internationale des jus de fruit, la consommation mondiale de jus et nectars atteignait 33 milliards de litres en 1998 et passera à 73 milliards dans une vingtaine d'années (GUY et al., 2002). Pour cela les industries agro-alimentaires doivent répondre aux exigences des consommateurs. Il faut toujours chercher à améliorer la qualité de la matière première, le conditionnement et le stockage du produit fini qui préservent la qualité nutritionnelle du jus industriel.

Depuis quelques années, la grenade (*Punica granatum* L), fruit consommé depuis des millénaires, connaît un regain d'intérêt sans précédent, à la fois auprès des scientifiques et des consommateurs. En effet, ce fruit, en plus de sa grande valeur nutritionnelle, constitue une source importante de minéraux, de vitamines et de polyphénols composés essentiellement de tanins, d'anthocyanes et de flavonoïdes, de nombreux travaux ont été réalisés sur ce fruit, qui tendent à démontrer que les polyphénols de grenade posséderaient des propriétés antioxydants, anti-inflammatoires, antiprolifératives et antibactériennes intéressantes. De part sa teneur en antioxydants, ce fruit est recommandé dans l'alimentation pour prévenir certaines maladies. De nombreuses recherches scientifiques dans ce sens sont menées et ont pour certaines déjà livré des résultats plus qu'intéressant (BOUSALAH et al., 2012).

Le fruit est agréable et rafraîchissant, mais malheureusement sa disponibilité est limitée en quelques mois, d'où la nécessité de le conserver sous d'autres formes, tout en essayant de garder le maximum de ses caractéristiques et ses effets.

Introduction

Ce fruit peut être largement invité à notre table notamment sous la forme du jus. La consommation quotidienne des jus de fruits est recommandée dans le Plan National Nutrition Santé pour aider à parvenir aux objectifs de cinq fruits et légumes par jour.

La consommation des fruits et légumes a un effet sur la santé reconnue qui a pu être associé à leur potentiel antioxydant. Cependant, leur consommation quotidienne semble difficile à atteindre. Parmi les freins à la consommation de ces produits, leur prix élevé, leur fragilité et leur faible durée de conservation sont les raisons couramment évoquées par les consommateurs (CENDRE, 2010).

Ce jus dont les études démontrent de plus en plus de nombreux avantages, il est même rare qu'un seul fruit possède autant de propriétés à lui seul pour la santé. Cependant, comme pour tout aliment, celui-ci doit être sain et de bonne qualité, et consommé de manière adaptée pour garantir un maximum de santé et du plaisir à chaque consommation.

L'objectif de ce travail est de réaliser un essai de préparation d'une boisson nectar à base de grenade et une évaluation des qualités physico-chimiques, microbiologiques, et la stabilité des boissons formulées.

I.1. Historique :

Le grenadier (*Punica granatum L.*) est un des fruits comestibles les plus anciens, il a été utilisé intensivement dans la médecine populaire de nombreuses cultures (**LI et al., 2006**)

La grenade est le fruit du grenadier (*Punica granatum L.*). Ce petit arbre buissonnant est originaire de bassin méditerranéen, d'Asie Occidentale et du Moyen-Orient, où il est cultivé depuis 5000 à 6000 ans. Son nom est dérivé du latin « granatum » qui signifie « fruit à grain » (**QA INTERNATIONAL COLLECTIF, 1996**).

La grenade est souvent mentionnée dans la mythologie grecque, ainsi que dans la Bible et le Coran, preuve que ce fruit est connu et consommé depuis des millénaires. Outre la dimension symbolique dont elle était revêtue, la grenade était appréciée à l'époque pour les propriétés vermifuges de son écorce, mais aussi pour sa pulpe désaltérante et son aptitude à se conserver et à résister aux chocs, grâce à son écorce rigide.

Les voyageurs et les caravaniers l'emportaient donc avec eux comme provision de bouche : le grenadier s'est ainsi rapidement répandu vers l'Est (Asie) et vers l'Ouest (bassin méditerranéen), grâce aux pépins du fruit.

Cet arbre fruitier est aujourd'hui cultivé un peu partout dans le monde, sous les climats chauds et secs (**CALIN et al., 2005**).

I.2. Biologie du grenadier :

Le grenadier est un arbuste à longue durée de vie, moyennement dense, à feuilles caduques ; les branches sont minces quelques peu épineuses ; il peut être formé en tant que petit arbre d'une longueur de 2 à 4 mètres pouvant atteindre jusqu'à 7 mètres. Il s'adapte au climat méditerranéen, mais possédant également une bonne résistance au froid. Il survivra en effet à des gels de l'ordre de -12°C à -15°C (**SHEETS et al., 2004 ; QUEZEL et SANTA, 1963**).

I.2.1. Fleurs :

La période normale de la floraison de différents cultivars de grenadier se produit généralement entre mars-avril et juin-août. Elle dure jusqu'à 10-12 semaines et voire plus selon les variétés et les conditions géographiques (**BEN-ARIE et al., 1984**).

Sur le plan de la biologie florale, le grenadier est une espèce monoïque qui développe, sur le même arbre, des fleurs hermaphrodites fertiles en forme de « vase », et des fleurs mâles stériles avec un style très court et des ovaires atrophiés (en forme de cloche) (**Figure N°01**) (**MELGAREJO et SALAZAR,2003**)



Figure N° 01 : Photographie de la fleur de du grenadier

La dominance revient généralement aux fleurs mâles avec un taux de 60 à 70% selon les variétés et les saisons, les variétés de grenadiers sont auto fertiles, mais peuvent être également inter-polonisés, avec cependant une dominance de la pollinisation libre. La première vague de floraison donne le meilleur taux de nouaison (90%) avec des fruits de bonne qualité et qui sont moins susceptibles à l'éclatement (**CHAUDHARI et DESAI, 1993**).

I.2.2. Fruits :

La grenade est une grosse baie ronde, de 8 à 12 cm de diamètre, au péricarpe dur et coriace qui, à maturité, vire au jaune-rouge-orangé. Quand on coupe la grande en deux, on découvre une multitude de graines d'une forme caractéristique en « germe de rubis », rangés dans des loges (6 à 12 loges) délimitées par des cloisons membraneuses blanchâtres de saveur âpre. Chacune de ces graines est constituée d'un pépin enrobé d'une épaisse couche moelleuse, très juteuse, de couleur rouge-rose translucide, c'est cette pulpe qui constitue la partie comestible de la grenade, elle représente 55% du poids total du fruit (**Figure N°02**) (**ESPIRAD, 2002**).



Figure N° 02 : Photographie du fruit et ses baies (ANONYME 1)

I.3.Classification botanique des grenades :

La systématique végétale est la partie de la botanique qui a pour objet le groupement des plantes en des classes ou systèmes, en prenant en compte les caractères morphologiques, cytologiques, biochimiques, et de biologie moléculaire (QUERZEL et SANTA, 1963)

Règne :	Végétale
Sous Règne :	Tracheobionta
Embranchement :	Spermatophytes
Sous embranchement :	Angiospermes
Super division :	Spermatophyta
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Sous classe :	Rosidae
Ordre :	Myrtales
Famille :	Punicaceae
Genre :	<i>Punica</i> L.
Espèce :	<i>Punica granatum</i> L.

(PHIL, 2005)

I.4. Aire de répartition géographique de grenadier :

Le grenadier est fortement représenté au Moyen-Orient, sa terre d'origine. Ainsi, on le trouve fréquemment en Afghanistan, Turquie, Transcaucasie, et en Inde. Il est aussi beaucoup cultivé dans le bassin méditerranéen : Espagne, Italie, Grèce, Algérie, Tunisie et Maroc. On le rencontre déjà plus rarement dans le midi de la France, au Portugal, en Bulgarie et en Crimée.

De même en Amérique, la culture du grenadier reste très sporadique. Il est présent en Californie, dans l'Utah, en Alabama, Louisiane et Floride (WALD, 2009).

I.5. Les variétés de grenade :

Une grande confusion règne dans les noms et les synonymes des variétés. Dans le commerce, les grenades sont souvent connues d'après le nom de leurs pays producteur, par exemple : « variétés espagnoles » ou « variétés turques » ou « tunisiennes »...etc.

Une telle classification commerciale n'a rien à avoir avec un système pomologique, c'est-à-dire basé sur les caractères naturels du fruit et de l'arbre. Pour caractériser les variétés de grenade, l'auteur propose un premier classement basé sur la plus au moins grande acidité du fruit mûr, qui constitue un caractère assez stable. Trois groupes sont ainsi définis :

1. Variétés sucrées ou douce :

Dont le jus ne contient pas plus de 1% d'acidité. A ce groupe se rattachent les variétés de table consommées à l'état frais.

2. Variétés acidulées :

L'acidité du jus dans ces variétés variant de 1% à 2%. Dans ce groupe sont classées les variétés utilisées dans la fabrication des boissons rafraichissantes telles que « la grenadine ».

3. Variétés acide :

Dont le jus contient plus de 2% d'acidité ; c'est le groupe des variétés dites « industrielles » utilisées pour l'extraction de l'acide citrique et autres produits d'usage industriel (EVREINOF, 1957).

I.6. Le grenadier en Algérie :

Bien que le grenadier soit peu exigeant, les plantations ne sont pas très importantes en Algérie. Il existe de nombreuses variétés de grandes, de qualités très différentes. Plusieurs sortes de grenadiers sont signalés dans des petits jardins en Kabylie, on ne connaît que leurs appellation locale (Lahlou, Elmouz,...). (Tableau N°01) (INRAA, 2006).

Tableau N°01: variétés de grenadier autorisées à commercialisation en Algérie
(INRAA, 2006)

Espagne rouge		Sélection station
Corde travita	Sefri	Chelfi
Mollerhuesso	Zemdautomne	Doux de Kolea
Mellise	Sulfani	Messaad
Peppershell	Spanishduoy	Gajin

La production nationale de la grenade pour l'an 2014 est estimée à 790 374 quintaux, avec une production de 188 755, Mostaganem occupe le premier rang parmi les wilayas productrices telles que Relizane, Djelfa, Biskra et M'sila).

I.7. Composition physico-chimique du grenadier :

La composition physico-chimique varie selon les espèces et au sein d'une même espèce. Elle dépend des conditions de culture, de la qualité de sol, du climat, des irrigations...etc., et de la période de récolte (précoce ou tardive) (OZKAN, 2002).

I.7.1. Caractéristiques physiques des fruits :

Le poids des grenades varie généralement selon l'origine et le cultivar entre 163 et 216g. De 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 (AL-MAIMAN et AHMED, 2002. OUKABLI *et al.*, 2004).

Dans une autre étude concernant des cultivars iraniens, le poids du fruit varie entre 197g et 315g, le pourcentage en arilles est compris entre 38 à 65% du poids total de fruit, écorce (32.28-59.82%), pépins (9.44-20.55%) et jus (26.95-46.55 ml/100g du fruit) (TEHANIFAR *et al.*, 2010).

I.7.2. Caractéristiques chimiques de la grenade :

La grenade a été considérée comme un fruit d'importance mineure, mais la demande courante des consommateurs en fruits exotiques par leur haute valeur nutritionnelle ouvre de nouvelles perspectives pour la consommation des espèces fruitières traditionnelles (**MIGUEL et al. 2004**) (**Tableau N°02**).

La composition chimique de la grenade est présentée dans le tableau ci-dessous : (**Tableau 2**).

Tableau N°02:Composition du fruit de grenadier (la pulpe avec pépin) (FAVIER *et al.* 1993)

Constituants	Unité	Moyenne	Minimum	Maximum
Proportion comestible	%	56	35	65
Energies	Kcal/100g	60.0		
Eau	g/100g	80.2	72.6	84.0
Proteins	g/100g	1.0	0.3	1.6
Lipids totaux	g/100g	0.3	Traces	0.9
Glucides disponibles	g/100g	13.7		
- Fructose	g/100g	6.3		
- Glucose	g/100g	7.0		
- Saccharose	g/100g	0.4		
- Amidon	g/100g	0.0		
Fibres alimentaires	g/100g	3.5	3.1	6.4
Sodium	mg/100g	4.0	2.0	7.0
Potassium	mg/100g	247.0	200.0	380.0
Calcium	mg/100g	13	3.0	28.0
Magnesium	mg/100g	6.0	3.0	11
Fer	mg/100g	0.97	0.2	2.1
Cuivre	mg/100g	0.12	0.07	0.17
Zinc	mg/100g	0.4		
Phosphore	mg/100g	25.0	8.0	37.0
β carotène	μ g/100g	40.0	31.0	65.0
Vitamine C	mg/100g	20.0	4.0	29.0
Thiamine	mg/100g	0.05	0.01	0.09
Riboflavin	mg/100g	0.03	0.01	0.06
Niacine	mg/100g	0.3	0.1	0.4
Acide panthoténique	mg/100g	0.6	0.6	0.6
Vitamine B6	mg/100g	0.2	0.1	0.3
	mg/100g			
Acide malique	mg/100g	170.0	100.0	500.0
Acide citrique	mg/100g	800.0	500.0	1700.0

I.7.3. Nutriments les plus importants dans la grenade :

La grenade fournit en moyenne 68 Kcal (285 KJ) pour 100 g de partie comestible, ce qui la situe au niveau de la figue fraîche ou de la mangue. Cette énergie est fournie surtout par les glucides constitués en proportion sensiblement égales par du fructose et du glucose (le saccharose n'est présent qu'en très faibles quantités), protéines, lipides (acide gras, essentiellement les triglycérides (88%), diacylglycérols (7%) et les phospholipides (3%), acide punique (65%), acide linoléique (7%) (**Tableau N°3**) (**ANONYME 2, 2006**).

I.7.3.1. Les vitamines :

Tableau N°03 : Teneurs vitaminique de la grenade (ANONYME 2, 2006)

Vitamines	Valeurs par 100g
Vitamine C	6.1mg
Vitamine E	0.6mg
Vitamine B5	0.596mg
Vitamine B3	0.300mg
Vitamine B6	0.105mg
Vitamine B1	0.030mg
Vitamine B2	0.030mg
Vitamine B9	6µg
Vitamine K	4.6µg
Vitamine A	108µg

➤ Vitamine C :

L'apport vitaminique de la grenade est dominé par la vitamine C qui a pour rôle de participer dans les réactions d'oxydoréduction par la perte ou réintégration d'atome d'hydrogène dans un équilibre entre les formes oxydées et réduites et d'agir comme un piègeur efficace du radical superoxyde, elle atteint 20 mg pour 100g. Une teneur très supérieure à celle de la plupart des fruits frais (tomate 15mg/100g, ananas 10mg/100g, pomme 1.4mg/100g)

La vitamine C confère à la grenade avec les polyphénols (anthocyanines, flavonoïdes...etc.), un pouvoir antioxydant puissant, qui est trois fois plus élevé que celui du vin (**MARIA et al., 2000**).

➤ **Vitamine B5 :**

La grenade est une source d'acide pantothénique. Aussi appelé vitamine B5, l'acide pantothénique fait partie d'un coenzyme clé permettant à l'organisme d'utiliser de façon adéquate l'énergie issue des aliments ingérés. Il participe aussi à plusieurs étapes de la fabrication des hormones stéroïdiennes, des neurotransmetteurs (messagers dans l'influx nerveux) et l'hémoglobine (ANONYME 3, 2007)

➤ **Vitamine B6 :**

La grenade est une source de vitamine B6. La vitamine B6, appelée pyridoxine, fait partie de coenzymes qui participent au métabolisme des protéines et des acides gras ainsi qu'à la fabrication des neurotransmetteurs (messagers dans l'influx nerveux). Elle collabore également à la fabrication des globules rouges et leur permet de transporter d'avantage d'oxygène. La pyridoxine est aussi nécessaire à la transformation du glycogène en glucose et elle contribue au bon fonctionnement du système immunitaire. Enfin, cette vitamine joue un rôle dans la formation de certaines composantes des cellules nerveuses (ANONYME 3, 2007)

❖ **Minéraux :**

Sont assez abondants (700mg pour 100g) et sont dominés par le potassium et des quantités beaucoup moins importantes en : Phosphore, Calcium, Magnésium, Sodium ; d'autres figurent à des taux non négligeables tel que le fer, le zinc, le cuivre et le sélénium (Tableau N°04) (ANONYME 4, 2006).

Tableau N°04 : Teneurs minérales de la grenade (ANONYME 4, 2006).

Minéraux	Valeurs par 100g
Calcium Ca	3 mg
Fer, Fe	0.3 mg
Magnésium, Mg	3 mg
Phosphore, P	8 mg
Potassium, K	259 mg
Sodium, Na	3 mg
Zinc, Zn	0.12 mg
Cuivre, Cu	0.070 mg
Sélénium, Se	0.6µg

I.8. Effets thérapeutiques de la grenade :

I.8.1. Effets antioxydants :

Un rapport de l'OMS, datant de novembre 2003, sur l'alimentation, la nutrition et la prévention des maladies chroniques recommande la consommation journalière d'au moins 400g de fruits et de légumes (à l'exclusion des féculents tels que les pommes de terre) pour prévenir les maladies chroniques et notamment les cardiopathies, les cancers, le diabète de type II et l'obésité (SUMNER*Retal.*, 2005 ; SEERAM *et al.*, 2006).

Les effets bénéfiques sur la sante qui sont attribués à la consommation de fruits et de légumes sont, au moins en partie, liés à leurs activités antioxydantes. En effet, chez les végétaux comestibles, nous comptons plusieurs centaines de molécules antioxydantes.

Parmi les plus connus de ces antioxydants naturels, nous trouvons la vitamine C, la vitamine E, les caroténoïdes (β -carotène et lycopène) et les polyphénols (tanins, flavonoïdes, anthocyanes). Les grenades sont parmi les fruits les plus riches en vitamine C et en composés phénoliques et surtout en anthocyanines et acides phénoliques (EL-NEMR *et al.*, 1992)

I.8.2. Inhibition de l'oxydation des LDL :

Les polyphénols de jus de grenade protègent les LDL contre l'oxydation à médiation cellulaire via deux mécanismes qui mettent en jeu une interaction directe des polyphénols

avec la lipoprotéine et/ou une action indirecte liée à l'accumulation des polyphénols dans les macrophages artériels. Il a ainsi été démontré que les polyphénols de grenade inhibent l'oxydation des LDL en détruisant les espèces réactives de l'oxygène et de l'azote. Par ailleurs, les polyphénols de grenade augmentent l'activité paraoxonase sérique, ce qui entraîne l'hydrolyse des peroxydes lipidiques dans les lipoprotéines oxydées et dans les lésions atherosclerotiques (AVIRAM *et al.*, 2002).

I.8.3. Effets antimicrobien :

Les polyphénols de grenade ont des effets antiviraux et antimicrobiens intéressants. Le jus de grenade contient des inhibiteurs d'entrée du HIV-1 qui peuvent être isolés par adsorption sur de l'amidon de maïs. L'étude de ce complexe montre qu'il bloque la liaison du virus avec certains récepteurs cellulaires (NEURATH *et al.*, 2004)

PARASHANTH *et al.*, (2001) ont étudié, *in vitro*, l'action des différents extraits d'écorce de grenade (péricarpe) sur six espèces bactériennes : *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *proteus vulgaris*, *Bacillus subtilis*, *Salmonella typhi*. Les extraits d'écorce de grenade employés sont obtenus à partir des solvants différents, permettant d'isoler les divers principes actifs de ce fruit. Ainsi, en utilisant comme solvant l'eau à température ambiante, il y'aura isolement des tanins et d'autres composés phénoliques, tandis qu'avec le méthanol, des tanins et des alcaloïdes sont extraits. Toutefois, le chloroforme permet d'extraire les alcaloïdes et enfin avec l'éther du pétrole, des stérols.

Les résultats de cette étude ont montré que tous les extraits testés présentent une activité antibactérienne, quelle que soit l'espèce bactérienne cultivée. Néanmoins, l'extrait méthanolique semble posséder une activité antibactérienne plus importante que les autres extraits, essentiellement sur *S.aureus*, *P.vulgaris* et *B.subtilis*.

I.8.4. Effet anticancéreux :

Les cellules cancéreuses ont la capacité de redevenir des cellules saines par un processus appelé « différenciation ». Les flavonoïdes peuvent induire cette différenciation avec une toxicité plus faible que les rétinoïdes, ce qui les rend intéressants pour le traitement de la leucémie, mais aussi pour la lutte contre le cancer de la prostate et d'autres types de cancers tels que celui de l'intestin et du sein (MADLENER *et al.*, 2006 ; ADAMS *et al.*, 2006 ; ACKLAND *et al.*, 2005).

L'acide ellagique, l'acide caféique, l'alutéoléine et l'acide punicique sont des molécules, présentes dans la grenade et elles sont testées en tant qu'inhibiteurs de la croissance in vitro de cellules cancéreuses humaines de prostate (PC-3). Chaque molécule et à une concentration de 4mg/ml inhibe, de manière significative, la prolifération des cellules cancéreuses et lorsque l'acide caféique, l'acide punicique et la lutéoléine sont utilisés en combinaison aux mêmes concentrations, une inhibition supplémentaire est observée (**LANSKY et al., 2005**).

SEERAM et al., (2006) ont, par ailleurs, montré que les différents antioxydants du jus de grenade agissent de manière synergique, puisque le jus de grenade a une activité antioxydante plus élevée qu'un extrait de tanins totaux de grenade, que la punicalagine seule ou que l'acide ellagique seul. Ainsi, le jus de grenade a la plus forte activité antiproliférative sur des lignes cellulaires de cancer du côlon (inhibition de 30 à 100%).

I.8.3. L'effet antidiabétique :

Une étude visant à évaluer le rôle de l'extrait de la poudre de peaux de *Punica granatum* dans sa dose thérapeutique humaine sur le nombre des cellules bêta, la glycémie et les taux plasmatiques d'insuline chez les rats normaux et des rats diabétiques alloxanespendants 4 semaines de traitement.

Le traitement révèle que l'extrait aqueux de grenade a diminué significativement le niveau de glucose du sang et augmenté le niveau d'insuline dans les rats normaux et les rats diabétiques traités. Le pancréas a montré une augmentation du nombre des cellules bêta dans les rats normaux et les rats diabétiques traités (**KHALIL, 2004**).

I.8.4. Action préventive des maladies cardiovasculaires

L'activité protectrice des polyphénols apportée par l'alimentation contre les maladies cardiovasculaires est due à leurs capacités à inhiber l'oxydation des LDL, la formation des macrophages et l'athérosclérose (**AVIRAM et al., 2002**).

II.1. Définition :

C'est une orange méconnue du public, car on ne la trouve que pendant deux mois de l'année, janvier et février. Les fruits de ces variétés présentent sur l'écorce et dans la pulpe des pigments rouges appelés anthocyanes.



Figure N°3 : Vue externe et coupe transversale des oranges sanguines (ANONYME 5)

Le climat et le sol détermineront l'intensité de ces pigments. Ces oranges arrivant à maturité en hiver, la différence de température entre le jour et la nuit sera déterminante quant à la coloration. Les fruits exposés au Nord seront probablement plus colorés que ceux exposés au Sud (ANONYME 5).

II.2. La couleur :

La coloration sanguine est due à la présence d'anthocyanine (le colorant des myrtilles), pigment rare chez les agrumes dont la couleur est habituellement due à une autre famille de pigments : les caroténoïdes (pigment de la tomate). Ces caroténoïdes peuvent atteindre une forte densité de rouge, ainsi l'orange navel Caracara à pulpe rose ou rouge selon le climat, les pamplemousses (*Citrus paradisi*) à pulpe rose ou rouge (Star Ruby, Rio Red) sont bel et bien rouges sans être qualifiés de "sanguins". Les anthocyanes sont des antioxydants dont les vertus pour notre santé sont mises en avant par la recherche actuelle, leur présence dans les oranges sanguines stimule la création de cultivars nouveaux fortement colorés (ANONYME 6).

II.3. Composition :

L'orange sanguine, au même titre que les oranges traditionnelles, renferme plus de 80% d'eau et c'est pourtant la variété d'orange qui contient le plus de nutriments. En effet, les glucides sont de 10 g pour 100 g de fruits tandis que les lipides et les protéines sont inexistantes.

Ce fruit a un apport calorique moyen, soit de 45 calories pour 100 g. Toutefois, elle contient beaucoup de calcium qui est nécessaire à la croissance de nos cellules et de nos os. Pour ce qui est des vitamines, l'orange sanguine est la championne toute catégorie : vitamine B, B9 (parfait pour former l'acide folique nécessaire aux femmes enceintes) mais aussi vitamine E, ce fruit juteux et bourré de bienfaits a aussi une forte teneur en minéraux comme le phosphore, le magnésium, le potassium. Ainsi, tous les besoins nutritifs quotidiens sont assurés en un seul fruit.

Ce fruit contient enfin des fibres alimentaires qui vont faciliter le transit intestinal et jouer le rôle de brûle-graisses dans l'organisme (**ANONYME 7**).

II.4. Intérêt nutritionnel de son jus :

Le jus de l'orange sanguine présente une teneur très élevée en vitamine C (il peut atteindre 90mg/100cc). La haute teneur de vitamine C chez les oranges sanguines a de nombreuses propriétés thérapeutiques dont :

- Efficace pour le système cardiaque.
- Préviend les gastrites et ulcères.
- Désintoxication de l'organisme.
- Augmente les défenses immunitaires

Les Anthocyanes ont d'autres propriétés, dont:

- Prévention du cancer.
- Combat les radicaux libres.
- Favorisent la vascularisation de la rétine

Son jus est doux mais un peu plus amer et moins acide que celui des oranges classiques de table (**ANONYME 8**).

III.1. Définition des jus de fruit :

La norme générale codex (**CODEX STAN 247-2005**) définit le jus de fruits comme le liquide non fermenté, mais fermentescible, tiré de la partie comestible de fruits sains, parvenus au degré de maturation approprié et frais ou conservés dans des conditions saines conformément aux dispositions pertinentes de la commission du **Codex Alimentarius**.

Le jus est obtenu par des procédés adaptés qui conservent les caractéristiques physiques, chimiques, organoleptiques et nutritionnelles essentielles du fruit 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 (**CENDRES, 2010**).

III.2. Les différentes classes de jus de fruits :

III.2.1. Jus de fruit pur :

Sont obtenus par simple pression des fruits puis sont pasteurisés, sans adjonction de sucre ni d'additifs (**UNIJUS, 2002**).

III.2.2. Jus de fruit à base de concentré :

C'est le produit liquide obtenu à partir du concentré de jus de fruits auquel est réincorporée la même quantité d'eau que celle extraite lors de la concentration (**VIERLING, 2008**) ; il est permis de restituer les arômes, les pulpes, et les cellules que le jus a perdu mais qui ont été récupérés lors de processus de production de jus de fruits dont il s'agit ou de jus de fruits de la même espèce. L'eau ajoutée doit présenter des caractéristiques appropriées, les qualités essentielles du jus (**PROLONGEAU et RENAUDIN, 2009**).

III.2.3. Jus de fruit déshydraté

La norme générale codex (**CODEX STAN 247-2005**) définit le jus de fruit déshydraté comme le produit obtenu à partir de jus de fruit d'une ou plusieurs espèces par l'élimination physique de la quasi-totalité de l'eau de constitution.

III.2.4. Jus de fruit concentrés

Un produit obtenu à partir de jus de fruit 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 50% (**CODEX STAN 247-2005**).

III.2.5. Nectar de fruits :

Sont obtenus à partir de purées, de jus ou de concentrés de fruits, mélangés avec de l'eau, du sucre et / ou du miel, des sirops et /ou d'autres édulcorants. Ils contiennent 25% à 50% de jus (ou de purée). Le mélange de nectars de fruits, est obtenu à partir de plusieurs types de fruits différents (**BOIRON, 2008**).

III.2.6. Les boissons aux fruits :

Sont composées de jus de fruit concentrés ou non, d'eau, de sucres 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**).

III.2.7. Purée de fruit destinée à la production de jus et de nectars de fruits :

Une purée ou pulpe de fruit est le produit non fermenté, mais fermentescible obtenu par tamisage de la partie comestible de 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 dans des bonnes conditions (**CODEX ALIMENTARIUS, 2005**).

III.2.8. Concentré de purée de fruit destiné à la production de jus et de nectars de fruits :

Est le produit obtenu par élimination physique de l'eau contenue dans la purée de fruit (**CODEX ALIMENTARIUS, 2005**).

III.3. Intérêt nutritionnel et thérapeutique des jus et nectars de fruits :

MOIGRADEAN et al.,(2006) ont montré que les jus et les nectars de fruits sont :

✓ **Riches en eau**

Les jus et nectars de fruits sont composés en moyenne de 90% d'eau. Ils contribuent donc à hydrater l'organisme.

✓ Equilibrés

Un verre de jus ou nectars de fruits peut remplacer la consommation de l'une de cinq portions de fruits et légumes recommandée chaque jour. Les jus et nectars de fruits sont peu caloriques : pauvres en lipides, ils apportent en moyenne 30 à 90 Kcal, la même quantité que 150g de fruits. Ils contiennent des sucres facilement assimilables donc une production d'énergie rapide.

✓ Sources de minéraux variés

Les jus et nectars de fruits contiennent notamment du potassium, qui évite la rétention d'eau, du magnésium, relaxant musculaire, de nombreux oligoéléments, nécessaire à l'équilibre nutritionnel.

✓ Sources de vitamines :

Les jus et nectars de fruits contiennent un large éventail de vitamines essentielles au fonctionnement de nos cellules, on cite :

* La vitamine C (acide ascorbique), limite les réactions d'oxydations des molécules (effet antioxydant). Elle contribue également à la formation des composants importants comme :

- La synthèse de collagène au niveau de la peau, des tendons, des muscles, des gencives et des oses.
- La synthèse de carnitine, une molécule qui facilite le captage des acides gras par les cellules musculaires cardiaque et qui optimisent le fonctionnement cardiaque.
- La synthèse de catécholamines par les surrénales ; il s'agit de l'adrénaline et de la noradrénaline, hormones sécrétées pour mieux répondre au stress.
- Elle augmente aussi l'absorption de fer dans le milieu intestinal et pourrait stimuler les défenses immunitaires.

* La provitamine A : indispensable à la croissance et à la vision nocturne.

* La vitamine B9 : (Acide folique), nécessaire à la formation des globules rouges

✓ **Sources d'antioxydants protecteurs :**

Les antioxydants ont pour rôle de bloquer l'effet néfaste des radicaux libres sur les cellules. Ils sont présents dans les jus de fruits, sous forme de polyphénols, caroténoïdes, vitamine C et E.

Les valeurs nutritionnelles des jus et nectars de fruits sont donnés dans le tableau ci-dessous (**Tableau N°5**) :

Tableau N° 5: Les valeurs nutritionnelles moyennes des jus et nectars de fruits pour 100g (CCAF, 2004)

	Jus de fruits	Nectars
Energie (Kcal)	35.026	52.389
Lipides (g)	0.063	0.000
Protéines (g)	0.252	0.033
Glucides (g)	8.363	13.064
Glucides simples (g)	8.341	13.036
Fibres (g)	0.187	0.137
Acides gras saturés (mg)	0.018	0.000
Sodium (mg)	83.199	2.219

Ces valeurs nutritionnelles moyennes ne reflètent pas directement la contribution réelle des jus et nectars de fruits aux apports nutritionnels. Elles permettent néanmoins d'identifier les caractéristiques nutritionnelles des jus et nectars de fruits.

La présence de glucides simples résulte soit d'une présence naturelle, soit d'un ajout (**PROLONGEAU et RENAUDIN, 2009**)

III.5. Qualité de jus de fruits :

La qualité alimentaire est l'aptitude du produit à bien nourrir l'homme c'est-à-dire à lui apporter dans les conditions de sécurité complète et de plaisir, les nutriments et l'énergie nécessaire à leur métabolisme vitale et à leur bonne santé (**MULTON et al., 1994**)

III.5.1. Qualité sensorielle ou organoleptique :

La qualité sensorielle d'un aliment est déterminée selon des sensations gustatives, olfactives et visuelles, elle varie d'un individu à un autre.

Elle est très sensible à tout paramètre de conservation, une mauvaise conservation altère la qualité organoleptique d'un produit (**MULTON et BUREAU, 1998**)

III.5.2. Qualité nutritionnelle :

C'est l'aptitude d'un aliment à bien nourrir. Elle est liée à deux aspects :

- Aspect quantitatif : désigne l'apport calorique de ce produit
- Aspect qualitatif : c'est la recherche d'équilibre nutritionnel de l'aliment selon le besoin du consommateur (**MULTON et BUREAU, 1998**)

III.5.3. Qualité hygiénique :

La sécurité et la salubrité de l'aliment sont caractérisés par :

- Le non toxicité intrinsèque : l'absence de tout toxique naturellement présent dans une denrée alimentaire.
- Le non toxicité extrinsèque : l'absence de contamination par des constituants chimiques.
- Le non contamination par des parasites, par la flore microbiologique pathogène ou par la flore d'altération qui peut être à l'origine des toxines (**VIERLING, 2008**)

III.5.4. Qualité technologique :

Elle intéresse surtout les matières premières et concerne non pas le consommateur, mais l'industriel qui cherche des matières premières ou des produits intermédiaires s'adaptant à un processus de fabrication donné.

On doit tenir compte aussi de la responsabilité qu'a l'opérateur agroalimentaire dans la formulation du produit, l'utilisation d'additifs de conservation ainsi que le choix de l'emballage (**MULTON et BUREAU, 1998**)

Tableau N° 6 : Propriétés nutritionnelles des composants des jus de fruits (LECERF, 2002)

Composants	Fonction
Eau	Hydratation
Glucides	- Carburant privilégié du cerveau et substrat pour l'activité musculaire. - Interviennent dans le stockage du glycogène.
Vitamine C	- Antioxydant - Stimule l'absorption du fer. - Stimule la surrénale (antifatigue). - Régénère la vitamine E.
β -carotène	- Piège les radicaux libres. - Protège les épithéliums.
Vitamine B9	- Antianémique. - Impliquée dans le renouvellement cellulaire. - Augmente la phagocytose et les défenses immunitaires. - Participe au bon fonctionnement du système nerveux.
Vitamine E	- Antioxydant. - Joue un rôle dans l'immunité, le système nerveux et la fertilité.
Caroténoïdes	- Assure la protection tissulaire et cellulaire.
Magnésium	- Favorise un bon fonctionnement neuromusculaire.
Potassium	- Maintien l'équilibre acido-basique du milieu intérieur. - Effet hypotenseur
Fer	- Antianémique
Zinc	- Antioxydant - Rôle dans la croissance et la fertilité.
Fibre	- Favorise le fonctionnement intestinal. - Amélioration du métabolisme glucidique et lipidique
phytonutriments	- Antiagrégant plaquettaire - Antioxydant - Rôle dans le métabolisme osseux. - Anti-angiogénique - Participe au fonctionnement endothélial

III.6. Technologie de fabrication des jus de fruits :

➤ **Triage :**

Le triage est indispensable pour éliminer les fruits abîmés ou pourris qui pourraient nuire à la qualité du produit (ESPIARD, 2002).

➤ **Lavage-Nettoyage :**

Le lavage est nécessaire pour éliminer les poussières et les traces de produit de traitement des arbres et des fruits et le séchage l'est également pour éliminer toute trace d'eau dans le jus (ESPIARD, 2002).

➤ **Pesage :**

Le pesage exprimé en kg/kg ou par 100 kg de produit permet de connaître la quantité de fruits qui arrive à l'usine (avant lavage et triage) ou la quantité nette de fruits à transformer (après lavage et triage), et de calculer les quantités d'ingrédients à ajouter aux produits dans le cas de certaines transformations (NOUT et al., 2003).

➤ **Parage (Epluchage et Pelage) :**

Il consiste à enlever les parties abîmées ou les éléments non comestibles ou indésirables de fruits traités, qui pourrait dénaturer la saveur de produit fini et altérer ses qualités organoleptiques. Lorsqu'il s'agit de l'élimination du peu de certains fruits, on parle d'épluchage ou pelage (NOUT et al., 2003).

➤ **Dénoyautage-Epépinage :**

Cette opération consiste à éliminer le noyau et les pépins qui pourraient donner une amertume prononcée au produit fini, s'ils étaient traités avec la chair de fruit. Elle est effectuée mécaniquement avec des épulpeurs ou des centrifugeuses essoreuses, où manuellement avec des cuillers dénoyauteuses ou épépineuses.

➤ **Découpage :**

Consiste à réduire la taille des fruits traités pour faciliter leur transformation. Il peut se faire manuellement avec des couteaux en acier ou mécaniquement avec des trancheuses.

➤ **Broyage :**

Permet d'obtenir des purées ou pulpes de fruits, il se fait manuellement au mortier ou mécaniquement avec des broyeurs.

➤ **Pressage :**

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

➤ **Tamisage :**

Permet d'éliminer les particules les plus grossières et les morceaux de fruits non désagrégés. Il se fait à l'aide des tamis traditionnels ou des tamis animés de mouvement de vibration.

➤ **Clarification- débourbage :**

Cette opération consiste à éliminer les moûts de fruits, les particules ou les composants désagréables pour la dégustation. Elle se fait de diverses manières, par exemples, par préchauffage à une température inférieurs à 100 °C, par ajout d'enzymes pectolytiques, ou naturellement en laissant le jus au repos. La clarification s'effectue dans des bacs de décantation ou des cuves en bois ou acier inoxydable.

➤ **Blanchiment :**

C'est un traitement thermique de quelques minutes à 95-100°C destiné à inactiver par la chaleur, les enzymes responsables du brunissement enzymatique ou de modification des couleurs naturelles de certains fruits. Il peut être fait avec de l'eau en ébullition (éventuellement acidifiée) ou avec de la vapeur d'eau

➤ **Désaération et pasteurisation :**

La désaération a pour but d'éliminer l'air mélangé au jus ou à la pulpe durant la phase d'extraction et d'affinage. La chaleur facilite l'extraction de l'air qui est entraîné par la vaporisation liée au refroidissement du jus ou de la pulpe.

La pasteurisation, consiste en un traitement physique des aliments par la chaleur, à des températures contrôlés, qui assure la destruction partielle de la flore microbienne **(FOURNIER, 2002)**.

➤ **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.
- Conditionnement dit aseptique ou celui destiné à la congélation, le jus est refroidi aussitôt après pasteurisation et avant d'être conditionné dans l'emballage aseptique choisi.
- Il est possible de stocker les produits pasteurisés et refroidis dans des tanks aseptiques sous atmosphère de gaz neutre, gaz carbonique ou azote, mais les produits doivent être à nouveau pasteurisés avant commercialisation **(ESPIRAD, 2002)**

IV.1. Conservation :

De tous temps, l'homme a recherché des méthodes pour conserver sa nourriture, entre le moment où les denrées sont capturées, cueillies ou récoltées et celui de la consommation (JEAN-PIERRE, 2000)

Sécher, saler, acidifier, confire dans la graisse ou le sucre ont été longtemps les seuls moyens connus et pratiqués pour conserver les aliments avant la découverte de la stérilisation par la chaleur. Après la découverte de l'intérêt des traitements par la chaleur, une nouvelle étape a été franchie avec la conservation par le froid. D'autres procédés ont été depuis utilisés avec succès : déshydratation, lyophilisation, action des rayonnements ionisants, utilisation d'additifs aux propriétés antimicrobiennes (les conservateurs). Quel que soit le principe ou le protocole, un procédé de conservation a pour but soit de bloquer ou de ralentir l'évolution des flores microbiennes de l'aliment, soit de les détruire (GUY *et al.*, 2007).

Il existe plusieurs techniques qui permettent d'augmenter la durée de vie des aliments et les recherches dans ce domaine sont constantes (ALEXANDRA, 2001).

IV.1.1. Conservation physiques :

IV.1.1.1. 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 (DARINMOU, 2000)

Ce type de conservation par la chaleur qui fait uniquement appel à un procédé physique de nature thermique, a pour but de dénaturer les enzymes susceptibles d'altération et détruire les micro-organismes présents dans les aliments (MURIELLE, 2009)

❖ Pasteurisation :

La pasteurisation est un traitement thermique pour la conservation des aliments inventé par Louis Pasteur en 1856 par lequel un aliment est chauffé à une température définie pendant une période de temps fixée avant d'être refroidi rapidement. Les températures de pasteurisation sont inférieures à 100°C puisqu'elles varient de 70°C à 85°C (EMILIE, 2009).

❖ Stérilisation :

La stérilisation est plus sévère que la pasteurisation en permettant la destruction totale de tous les micro-organismes, y compris les sporulés. La stérilisation fait l'emploi d'une combinaison temps-température plus élevée que la pasteurisation. Une fois stérilisé et sous emballage hermétique, les aliments peuvent se conserver plusieurs mois, voire plusieurs années sans altération. Les barèmes de stérilisation sont en fonction des caractéristiques de l'aliment (composition, pH, charge microbienne initial,...), le principe est comme pour tout traitement thermique ; plus la température est élevée, plus le temps est court.

IV.1.1.2. 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 (DARINMOU, 2000).

Il prolonge ainsi la durée de vie des produits frais, végétaux et animaux en limitant leur altération (MURIELLE, 2009).

❖ 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 (DARINMOU, 2000). Généralement la température de réfrigération se situe dans les alentours de 0°C à 4°C.

❖ Congélation :

La congélation est un procédé de conservation de longue durée car elle inhibe à la fois l'altération enzymatique, chimique et le développement microbien (EMILIE, 2009).

La congélation permet la conservation des aliments à plus long terme que la réfrigération (ANONYME 9, 2000).

❖ Surgélation : congélation ultra-rapide :

Cette technique qui met en œuvre des températures plus basses que la congélation (MURIELLE, 2009). C'est une technique de refroidissement brutal (-35°C/-196°C) puis de congélation à -15°C à -18°C (MORGANE, 2013).

IV.1.2. Conservation chimiques :

L'ajout de certaines substances permet de prévenir partiellement la détérioration. Cette méthode est seulement utilisée en appoint à d'autres méthodes de conservation. Vu la nature chimique de ces substances, leur mode d'emploi doit être rigoureusement suivi. Les conservateurs représentent l'une des classes d'additifs alimentaires les plus indispensables dans notre mode de productions.

Les conservateurs chimiques ont pour but d'assurer :

- L'innocuité de l'aliment : en limitant le développement des micro-organismes pathogènes et de la production de leurs toxines;
- La stabilité organoleptique de l'aliment en inhibant les micro-organismes d'altération (ELIZABETH, 2007).

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 au produit ses caractéristiques initiales plus longtemps qu'à l'ordinaire (MURIELLE, 2009). Les additifs de conservation sont repartis 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 antioxygènes :**

Ils protègent les aliments contre les effets néfastes de l'oxygène, ils portent le code CEE, famille 300.

• **Quelques conservateurs chimiques :**

➤ **L'acide citrique (E 330) :**

L'acide citrique ou acide 2 hydroxy 1.2.3propane tricarboxylique, de formule : $(C_6H_8O_7 \cdot H_2O)$, (PM = 192), extrait originellement des fruits du citronnier, il est devenu par les possibilités de fabrication, un acide organique très largement répandu dans l'industrie alimentaire ou il est souvent utilisé pour corriger les valeurs de pH et surtout les ajuster à des valeurs favorables (MULTON, 1992).

➤ **L'acide ascorbique (E300) :**

L'acide L-ascorbique ou vitamine C a la formule chimique suivante : (C₆ H₈ O₆), (PM=176), Il est utilisé surtout comme agent antioxydant. Il se fait oxyder par les quinones en acide déhydroascorbique. Sa présence empêche le brunissement dans les jus et boissons à base de fruits. Ces quinones sont donc les précurseurs des produits bruns.

L'acide ascorbique est la plus fragile des vitamines et à ce titre peut servir d'indicateur de sévérité des traitements thermiques. Les pertes par diffusion de la vitamine C, très hydrosolubles, peuvent être relativement importantes comparativement aux pertes totales. L'oxydation qui est un 2ème facteur important responsable de la perte de l'acide ascorbique, conduit réversiblement au déhydroascorbate, puis de façon irréversible, au 2-3-dicéto- L-gluconate, qui a perdu toute activité biologique. L'oxydation est accélérée aussi par l'ascorbate-oxydase et d'autres enzymes (peroxydases, cytochrome-oxydase) présentes dans les cellules végétales. En revanche, l'ascorbate oxydase qui présente un maximum d'activité à 40°C est inactivée à partir de 65°C ; le blanchiment permet son activation (**MULTON, 1992**).

➤ **Le Benzoate de sodium (E 211) :**

Le benzoate de Na est un sel de l'acide benzoïque qui a la formule suivante (C₇H₆O₂), (PM=122).

Le benzoate de Na est plus soluble que son acide ce qui facilite son utilisation. On considère habituellement que les benzoates sont surtout actifs à bas pH, en dessous de 4 car c'est la forme non ionisée qui est active. Dans ces conditions, le pH est suffisant pour inhiber la plupart des bactéries et c'est essentiellement pour protéger les produits trouvent leur intérêt.

L'acide benzoïque et ses dérivés sont utilisés à des doses de 0,1 % d'une part pour conserver des poissons, des œufs et d'autres préparations à base de poisson et d'autre part pour conserver les jus de fruits, concentrés de fruits comestibles et produits similaires. Le bas pH de ces produits à base de fruits place évidemment les benzoates dans des conditions idéales (**MULTON, 1992**).

IV.2. Altération :

Les aliments que nous consommons peuvent subir divers altérations d'origine enzymatique, microbiologique ou organoleptique, les rendant très vite impropre à la consommation. Souvent ces altérations interviennent simultanément, il peut s'agir :

- D'action des enzymes naturellement présentes dans les aliments ;
- De réactions purement chimiques, telles que l'oxydation, le brunissement non enzymatique, etc.
- De l'action des agents physiques tels que : la lumière, l'humidité, etc.
- De l'action des micro-organismes (AIT ABDELOUHAB,2001).

IV.2.1. Altération physico-chimique :

IV.2.1.1. Dégradation de la vitamine C :

La vitamine C, ou acide ascorbique, est une vitamine hydrosoluble dont seule la forme lévogyre ou acide L-ascorbique est active.

La dégradation de la vitamine C dans le jus d'orange provoque une perte de qualité nutritionnelle mais aussi l'apparition de composés volatils odorants à impact négatif et la formation de composés bruns responsables d'une modification de couleur.

L'oxydation de l'acide ascorbique est favorisée par la température (KENNEDY *et al.*, 1992), la présence d'ions métalliques (fer et cuivre) et la teneur en oxygène dissous (KHAN *et MARTEL*, 1967). Ainsi, pour la fabrication du jus à base de concentré, la qualité de l'eau utilisée (ions métalliques) est de première importance. Lors de la dilution du concentré et lors de l'ajout des fractions aromatiques, l'agitation et la vitesse de pompage doivent être soigneusement contrôlées afin de limiter l'incorporation d'oxygène dans le jus (SIZER *et al.*,1988).

IV.2.1.2. Brunissement enzymatique :

On appelle brunissement enzymatique la transformation enzymatique dans ses premières étapes et en présence d'oxygène, de composés phénoliques en polymères colorées, le plus souvent bruns ou noir désignées par le terme général de mélanine.

Il existe de nombreux substrats naturels mono-di ou poly phénoliques du brunissement enzymatique ; les molécules les plus importants sont les dérivés de l'acide benzoïque, les flavonoïdes, les tanins et les lignines de plus, les enzymes impliquées dans cette réaction sont les polyphénoloxydases et dans une moindre mesure les peroxydases.

La vitesse de cette réaction dépend de la teneur en substrat, la disponibilité en O₂ de l'activité des enzymes qui elle-même dépend des conditions physicochimiques du milieu (température, pH, A_w) ainsi que la présence d'inhibiteurs naturels (JEANTE, 2006).

IV.2.1.3. Brunissement non enzymatique :(la réaction de Maillard)

Le brunissement non enzymatique désigne un ensemble très complexe de réaction aboutissant à la formation de pigments bruns ou noir et à l'apparition, dans les aliments, de produits à odeurs et saveurs particulières, agréables ou non. Ces réactions sont aussi appelées « réaction de Maillard » ou « Caramélisation » ou formation de « mélanoidines »

Les facteurs influençant le brunissement non enzymatique sont :

- Le brunissement non enzymatique est accéléré par la chaleur, il apparaît donc surtout au cours des opérations de cuisson, de stérilisation et surtout de stérilisation.
- Le pH intervient de manière complexe, la réaction est favorisée par des pH supérieurs ou égaux à 6. Les aliments acides (jus de fruits acides) sont peu exposés à la réaction. (FRENOT et VIERLING, 2002).

IV.2.2. Altération microbiologique :

Selon **GUIRAUD (2003)**, les germes présents dans les jus et nectars de fruits proviennent en grande partie de la matière première. Le nombre de microorganismes dans les jus de fruits fraîchement pressés est souvent très élevé : il dépend de l'état des fruits (propreté, maturité) et du procédé d'extraction. D'autres contaminations sont apportées par le sucre et les sirops sucrés, le matériel utilisé pour la fabrication et par les manipulations.

Une grande 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 stabilisations.

Parmi les facteurs qui influencent le développement des microorganismes la température, le pH (un pH bas est en général défavorable aux microorganismes pathogènes) et l'activité de l'eau (A_w).

IV.2.3. Altération organoleptique :

On regroupe sous le terme « qualité organoleptique » les propriétés suivantes :

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

❖ **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 œuvre appropriée ou non d'un traitement technologique, à des mauvaises conditions d'entreposage, etc (**NOUT et al., 2003 ; GUIRAUD, 2003**).

❖ **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**).

❖ Modification de l'arôme :

L'arôme 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 nectar de fruits comme les esters, diminuent pendant l'entreposage (**NOUT et al., 2003**).

Le but de notre travail est la fabrication de différentes concentrations de boissons (50%, 75% et 75% avec benzoate) à base de la grenade. Cette expérimentation a été réalisé au niveau de :

- Laboratoire physico-chimique du département d'Agronomie de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou ;
- Laboratoire Commun d'analyses physico-chimiques et Microbiologiques de la faculté des sciences Agronomiques et Biologiques de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Le principe de l'étude expérimentale est comme suit :

- Description physique de la variété de grenade étudiée ;
- Analyse physico-chimiques sur le jus pur de grenade ainsi que sur le jus de l'orange sanguine (utilisée comme référence) ;
- Réalisation d'une boisson à base de la grenade ;
- Analyses physico-chimiques sur la boisson formulée au moment de formulation puis après 21jour de stockage à l'air ambiant et analyses microbiologiques.

I.1. Matériels :

I.1.1. Matériels de laboratoire :

Les appareils, la verrerie, les réactifs et les milieux de cultures utilisés durant notre expérimentation sont représentés dans **l'Annexe 1**.

I.1.2. Matériel végétal

I.1.2.1 Echantillonnage

Pour cette expérimentation nous avons utilisé la variété « Acide-Sucré » ou « Mouz-Hlou » de grenade proviens du marché des fruits et légumes de « Draa Ben Khedda » wilaya de TIZI-OUZOU.

Aussi, on a utilisé le jus de l'orange sanguine comme une référence pour notre étude. Le choix de ce fruit est basé sur sa composition chimique qui est proche de celle de la grenade.

I.1.2.2. Caractéristiques physiques de grenades utilisées :**Tableau N° 7 :** Caractéristiques physiques des grenades utilisées.

Caractéristiques	Variété étudiée
Forme de fruit	Ronde
Couleur de fruit	Jaune-rouge-orange
Gout	Acide sucré
Aspect de l'écorce	Lisse
Poids d'une grenade (g)	225.467±0.631
Hauteur (cm)	7.133±0.057
Diamètre (cm)	6.2±0.173
Poids de 100grains (g)	32.933±0.503
Rendement total(g)	1137.4±0.01

**Figure N°4 :** Photographie des grenades utilisées

I.1.2.3. Extraction de jus

La quantité de la grenade utilisée est de l'ordre de 3 kg.

➤ **Mode opératoire :**

Nous avons procédé à un triage et un nettoyage à sec du fruit, l'extraction de jus s'est faite comme suit :

- Pelage du fruit puis récupération des grains
- Broyage et mixage puis filtration pour récupérer le jus.

➤ **Rendement**

Les 3kg de la grenade ont donné environ 1137.4g du jus. On l'a congelé au congélateur de laboratoire de département d'Agronomie à -18°C pour le conserver tout au long de l'expérimentation.

Grenade



Pelage et récupération des grains



Broyage et mixage



Filtration



Jus de grenade pur



Figure N°5 : Résumé des principales étapes d'obtention de jus de grenade pur

I.1.3. Préparation des ingrédients utilisés et additifs :

➤ **L'eau :**

L'eau est utilisée dans le but de diluer les boissons et les rendre buvables. Pour cette expérimentation on a utilisé l'eau minérale « Lella Khédja ».

➤ **Le sucre :**

Le sucre permet d'abaisser l'activité de l'eau « A_w » du milieu qui a un effet stabilisateur vis-à-vis de la multiplication et la croissance des flores fongiques et bactériennes **(RAKOTOVAO, 1999)**.

Dans ce travail, on a utilisé du sucre blanc cristallisé du commerce de chez « CEVITAL ».

➤ **L'acide citrique :**

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 **(RAKOTOVAO, 1999)** et de conserver la couleur par inhibition du brunissement enzymatique **(CHERIOT, 2007)**.

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

➤ **L'acide ascorbique :**

L'acide ascorbique (**E300**) est un agent de conservateur, antioxydant et agent de rétention de la couleur. Il est utilisé dans le cas des jus de fruits, les concentrés pour jus de fruits, les nectars de fruits et les concentrés pour nectar de fruits (**CODEX STAN 192-1995**)

Pour les nectars de fruits, la limite maximale d'adjonction d'acide ascorbique est de 3000mg/l à 5000mg/ (**CODEX ALIMENTARIUS, 1995**).

➤ **Le benzoate de Sodium :**

Le benzoate de sodium (**E211**) est un agent de conservation. Il est utilisé dans le cas des jus et nectars dans le but de préserver leurs fraîcheur et d'inhiber la croissance des levures, moisissures et d'autres bactéries (**PYLYPIW et GRETHER, 2000**)

Pour les nectars de fruits, la limite maximale d'adjonction de benzoate de sodium est de 1000mg/l (**CODEX ALIMENTARIUS, 1995**).

I.1.4 Formulation de la boisson :

On a procédé à la formulation de trois concentrations de boissons de compositions différentes. Le résumé de la formulation est donné dans le tableau 8.

Tableau N° 8 : Composition des boissons formulées pour 150ml

Ingrédients Formules	Jus de grenade Pur (ml)	Eau (ml)	Sucres (g)	Acide Citrique (g)	Acide Ascorbique (g)	Benzoate de Sodium (g)
50%	75	75	13	0.1	0.1	0
75% sans benzoate	112.5	37.5	13	0.1	0.1	0
75% Avec Benzoate	112.5	37.5	13	0.1	0.1	0.02

Les formulations sont pasteurisées dans un bain marie à 80°C pendant 20min suivi d'un refroidissement immédiat (mettre les bouteilles dans un bain d'eau froide). La quantité de la boisson formulée est devisée en deux :

- Boissons pour les analyses physico-chimiques au moment de la préparation ;
- Boissons stockées à l'air ambiant pendant 21jours.

La figure N° 7 montre le diagramme de formulation de la boisson à bas de la grenade.

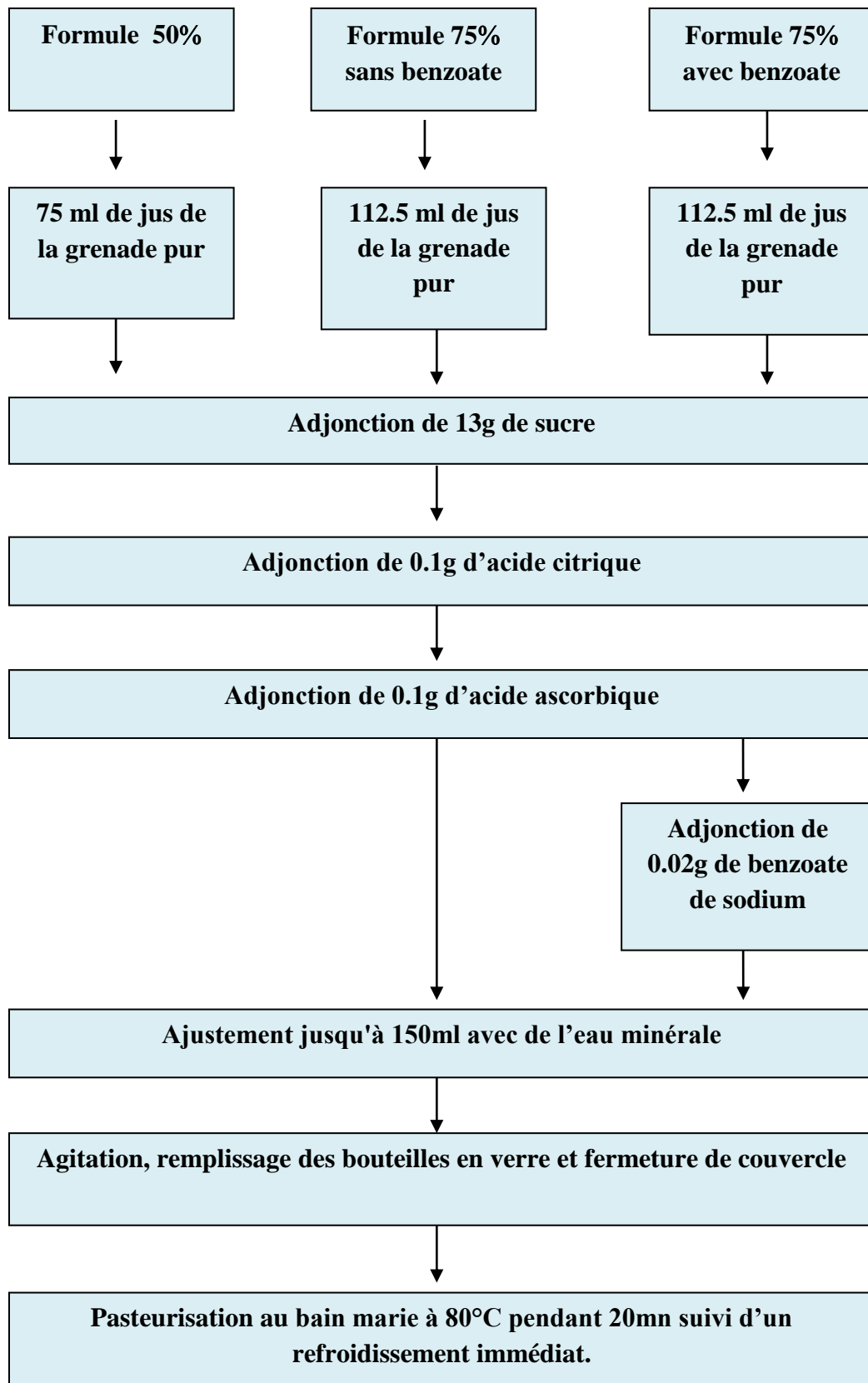


Figure N° 6: Diagramme de fabrication d'une boisson à base de la grenade (préparation de 150ml)



Figure N°7: Photographie des 3 boissons formulées.

I.2. Méthodes d'analyses

I.2.1. Analyses physico-chimiques de la matière première (jus de grenade pur), l'orange sanguine et les boissons formulées :

I.2.1.1. Mesure du pH : (AFNOR, 1986)

➤ **Principe :**

Détermination en unité pH de la différence du potentiel existant entre deux électrodes plongées dans le produit objet de mesure.

➤ **Mode opératoire :**

* Prélever un volume de l'échantillon suffisamment important pour permettre l'immersion des électrodes du pH-mètre.

* Etalonner le pH-mètre à température de mesure, en utilisant deux solutions tampon de pH exactement connu (pH : 7, pH : 4)

Remarque : il faut rincer l'électrode avec l'eau distillée avant chaque mesure puis la sécher à l'aide de papier absorbant.

* Mesurer le pH de la prise d'essai, prélevée à la température de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

* Prendre comme résultat la moyenne arithmétique de la détermination, si les conditions de répétabilité sont remplies (la différence entre deux déterminations ne dépasse pas 0.5 unité pH).

I.2.1.2. Le degré Brix ou l'extrait sec soluble : (AFNOR, 1986)

Le degré Brix traduit le taux des matières sèches solubles contenues dans une solution. Il est mesuré avec un réfractomètre.

➤ **Principe :**

Il consiste à mesurer l'indice de réfraction de l'échantillon préparé à une température égale à 20°C, puis effectuer une conversion de cet indice en résidu sec soluble.

On entend par résidu sec soluble (déterminé par réfractomètre) la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit analysé, dans des conditions déterminées de préparation et de température. Cette concentration est exprimée en pourcentage en masse.

➤ **Mode opératoire :**

- * Nettoyer et sécher le prisme en utilisant de l'eau distillée et du tissu doux.
- * Appliquer une goutte de l'échantillon, préalablement homogénéisée, sur la surface de prisme, puis rabattre le deuxième prisme sur le premier, ce qui permet d'obtenir une couche uniforme du liquide.
- * En orientant le réfractomètre vers une source lumineuse, deux zones apparaissent : une claire et l'autre sombre.
- * La limite entre deux zones indique la grandeur de la réfraction.
- * La valeur Brix est la valeur lue par le réfractomètre qui nous donne le pourcentage des sucres dans le produit.

➤ **Expression des résultats :**

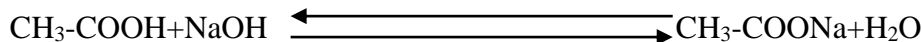
1 degré Brix = 1 g de sucre dans 100g de solution

I.2.1.3. L'acidité titrable : (AFNOR, 1986)

L'acidité de la boisson est due principalement à l'acide citrique. L'acidité titrable est la somme des acides minéraux et organiques libres.

➤ **Principe :**

Il consiste en un titrage avec une solution NaOH en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré.

➤ **Mode opératoire:**

* Prélever 25 ml de la boisson dans un bécher et compléter jusqu'à 205 ml avec de l'eau distillée. Puis chauffer jusqu'à ébullition.

* Prendre un volume $V_0 = 25\text{ml}$ auquel on ajoute 0.25 à 5 ml de phénolphthaléine et tout en agitant, verser à l'aide d'une burette la solution NaOH (0.1N) jusqu'à l'obtention d'une coloration rose persistante pendant 30 secondes et faire la lecture sur la burette graduée pour avoir le volume de NaOH ayant décoloré la solution.

➤ **Expression des résultats :**

$$\text{Acidité titrable} = 205/25 \times V_1/10 \times 100/V_0 \text{ (még/100ml)}$$

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 0.1N

Il est également possible d'exprimer conventionnellement l'acidité titrable en grammes d'acides par litres de produit, en multipliant par le facteur correspondant à l'acide (voir tableau ci-dessous).

Tableau N°9: Les coefficients des acides (AFNOR, 1986).

L'acide	Le coefficient
Acide malique	0.67
Acide oxalique	0.45
Acide citrique monohydrique	0.70
Acide tartrique	0.75
Acide sulfurique	0.49
Acide acétique	0.60
Acide lactique	0.90

I.2.1.4 Détermination de taux de cendres (AFNOR, 1986).**➤ Mode opératoire :**

L'échantillon de masse $m_0 = 5\text{g}$ est déposé sur des capsules de masse m_1 déjà chauffées au four et refroidies pour éliminer toute trace de matière organique. L'ensemble est déposé à l'aide d'une pince métallique dans un four chauffé à 550°C pendant 5 heures. Placer les capsules dans un dessiccateur, puis peser après refroidissement m_2 .

➤ Expression des résultats :

$$\text{Cr (\%)} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100$$

Cr : taux des cendres en %

m0 : masse de capsule vide en g

m1 : masse de capsule et l'échantillon avant séchage en g.

m2 : masse de capsule et l'échantillon après séchage en g.

I.2.1.5 Les sucres (AFNOR, 1986)

Dans ce dosage, on recherche la quantité des sucres réducteurs et totaux pour calculer le taux de saccharose.

➤ Mode opératoire :

Pour l'obtention du filtrat, on introduit 20ml de l'échantillon dans une fiole jaugée de 100ml, ajouter 5ml de solution d'acétate de plomb. Ajuster avec de l'eau distillée jusqu'à trait de jauge. Filtrer le mélange.

a. Dosage des sucres réducteurs :

- Mettre dans un bêcher de 500ml, 5ml de liqueurs de Fehling A et 5ml de liqueur de Fehling B.
- Ajuster jusqu'à 100ml avec de l'eau distillée.
- Chauffer le contenu jusqu'à l'ébullition durant 2mn.
- Titrer par le filtrat obtenu jusqu'à ce que la teinte bleu disparaisse.
- Ajouter 2 gouttes de bleu de méthylène et continuer la titration jusqu'à ce que la coloration bleue devienne rouge brique.
- Arrêter la titration et noter le volume du filtrat dépensé.

➤ **Expression des résultats :**

La quantité des sucres réducteurs dans la prise d'essai est donnée par la formule suivant :

$$SR = \frac{240}{V(V1-0.05)} \times 10$$

SR : quantité des sucres réducteurs (g/l)

V : volume de la prise d'essai (ml)

V1 : volume du filtrat dépensé pour le titrage (ml)

b. Dosage des sucres totaux :

- Prélever 50ml du filtrat et ajouter 5ml d'HCl concentré.
- Porter le mélange au bain marie à 70°C pendant 5mn.
- Neutraliser avec 5ml de NaOH (10N) en présence de phénolphtaléine à 1%.
- Ajuster jusqu'à 100ml avec de l'eau de robinet.
- Chauffer le contenu jusqu'à ébullition durant 2mn.
- Ajouter 2 gouttes de bleu de méthylène.
- Titrer par le filtrat obtenu jusqu'à apparition d'une coloration marron cuivrée.
- Noter le volume du filtrat V2.

➤ **Expression des résultats :**

La quantité des sucres totaux dans la prise d'essai est donnée par la formule suivante :

$$ST = \frac{500}{V(V2-0.05)} \times 10$$

ST : quantité des sucres totaux (g/l)

V : volume de la prise 'essai.

V2 : volume de la solution titré.

c. Le saccharose :

Pour le calcul de la quantité de saccharose, on emploie la formule suivante :

$$S = (B-A) \times 0.95$$

S : quantité de saccharose en g/l

A: SR (g/l)

B: ST (g/l)

0.95: Facteur obtenu par division du poids moléculaire du saccharose sur la somme des poids moléculaires du glucose et du fructose.

I.2.1.6. La vitamine C : (Méthode titrimétrique au DCPIP)**➤ Principe :**

Lors de ce dosage, le dichlorophenol indophénol subit une réduction par la vitamine C pour virer du bleu au rose dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de vitamine.

Le dichlorophenol indophénol se colore en bleu en milieu acide et basique.

Acide L-ascorbique + 2 DCPIP \longrightarrow Acide L dehydro ascorbique + Dérivé coloré en rose.

➤ Réactifs :

- Solution d'indicateur coloré DCPIP à 0.5g/l (préparer 0.25 pour 500ml)
- Solution étalon de vitamine C à 0.5g/l (préparer 0.25g pour 500 ml)
- Acide acétique 1N.

➤ Mode opératoire :**- Dosage dans la solution étalon :**

Prendre 5ml de solution d'acide ascorbique étalon dans un bêcher de 100ml. Lui ajouter 1ml d'acide acétique très concentré. Agiter. Le mélange est de coloration bleu. Le titrer par la solution de DCPIP placée dans la burette jusqu'à virage au rose persistant. Soit V1 en ml le volume de DCPIP utilisé.

- Dosage dans l'échantillon :

Prendre 5ml de l'échantillon filtré et le verser dans un bêcher de 100ml. Ajouter 1ml d'acide acétique pur. Agiter. Titrer le mélange de couleur bleu jusqu'à virage vers le rose. Soit V2 en ml le volume de DCPIP utilisé.

➤ Expression des résultats :

La masse de l'acide ascorbique X, exprimée en g/l de produit, est donnée par la formule suivante :

$$SR = 0.5 \times \frac{V2}{V1}$$

X : masse de l'acide ascorbique en g/l.

V1 et V2 : volume de DCPIP déterminé.

I.2.1.7. La densité relative :**➤ Principe :**

Cela consiste à peser à l'aide d'une éprouvette de volume connu, un volume de jus de fruit homogène par rapport à la masse du même de volume en eau distillée.

➤ Mode opératoire :

La prise d'essai pour chaque échantillon de jus est de 5ml, la peser (à l'aide d'une balance analytique), on obtient une masse (m), de même pour l'eau distillée dont on obtient une masse (m')

➤ Expression des résultats :

$$d = m/m'$$

d : est souvent un nombre décimal de 2 à 3 chiffres après la virgule.

I.2.1.8. Les polyphénols totaux : (SINGLETON et ROSSI, 1965)**➤ Principe :**

En milieu basique, le réactif de Folin-Ciocalteu oxyde les groupements oxydables des composés polyphénoliques présents dans l'échantillon. Les produits de réduction (oxydes métalliques) de couleur bleue, présentent un maximum d'absorption à 760 nanomètre (nm) dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans l'échantillon (ANONYME 10,2007)

➤ **Mode opératoire :**

Les polyphénols totaux sont déterminés par le Folin-Ciocalteu selon la méthode de **SINGLETON et ROSSI (1965)** avec l'acide gallique comme étalon. Brièvement, 0.2 ml de jus est dilué à 1/25, ajouter 1ml de Folin-Ciocalteu (dilué à 1/10).Après 10mn, ajouter 0.8ml de la solution de carbonate de sodium à 7.5% et Incuber 30mn à l'air ambiant. Lecture de la DO à 760 nm. La même procédure est appliqué sur la solution étalon de l'acide gallique et une courbe d'étalonnage est obtenue (**Annexe 3**). Les polyphénols totaux sont exprimés en milligramme équivalent de d'acide gallique par gramme de l'échantillon.

I.2.1.9.L'activité antioxydante :(OYAIZU, 1986).

➤ **Principe :**

La présence d'un composé réducteur dans les échantillons entraine la réduction du Fe^{3-} (ferricyanure de potassium) en forme ferreuse Fe^{2-} ; celui-ci se traduit par le virage de la couleur jaune de ferricyanure de potassium vers la couleur bleu verte dont l'intensité dépend du pouvoir réducteur.

➤ **Mode opératoire :**

Le pouvoir antioxydant est déterminé selon la méthode d'**OYAIZU (1986)**. 1 ml de jus pur est dilué avec le méthanol et mélangé avec 2.5 ml de tampon phosphate (0.2M, pH 6.6) et 2.5 ml de ferricyanure de potassium à 1%. Après incubation a 50°C pendant 20 mn, 2.5 ml d'acide trichloracétique à 10% sont joutés au mélange pour arrêter la réaction, suivi d'une centrifugation à 1430 tours/mn pendant 10 mn. 2.5 ml de surnagent est mélangé avec 2.5 ml d'eau distillée et 0.5 ml de chlorure ferrique à 01%. Après 10 mn, lire l'absorbance à 700 nm contre des blancs qui contiennent tous les réactifs apparts l'échantillon et des solutions d'acide gallique à 0.5g/l et de la vitamine C à 0.5g/l. Une grande valeur d'absorbance indique un grand pouvoir réducteur.

I.2.2. Etude de la stabilité des boissons formulées après 21jours de stockage :

Le test de stabilité sert à définir le comportement physico-chimique et microbiologique et à confirmer la stabilité de la boisson dans des conditions climatiques différentes dont le facteur le plus important est la température. Pour garantir au consommateur une meilleure qualité hygiénique, selon la législation en vigueur, tout nouveau produit sur le marché doit être soumis, au préalable à un test de stabilités dont les différentes éprouves sont détaillés dans le journal officiel de la république algérienne (JORA, 1998).

Le test de stabilité a été effectué sur nos trois boissons formulées (50%, 75% sans benzoate et 75% avec benzoate), en incubant les échantillons à l'air ambiant pendant 21jours.

Lorsque le délai d'incubation est écoulé, nous vérifions les paramètres suivants :

- Détermination de pH, l'acidité titrable, le degré Brix, dosage des sucres et la vitamine C.
- Détermination des critères microbiologiques (recherche des levures et moisissures, recherche des clostridium sulfito-réducteurs, recherche des germes mésophiles totaux, recherche des coliformes fécaux et totaux).

I.2.3. Analyses microbiologiques des boissons après 21jour de stockage à l'air ambiant :

L'analyse microbiologique consiste surtout à déterminer les germes présents dans les denrées, susceptibles ou non de nuire à leurs qualité et à leurs sécurité.

Il s'agit ainsi de mesurer le nombre de flore mésophile totale, coliformes fécaux et totaux, Staphylococcus aureus, levures et moisissures et Clostridium sulfureux réducteurs.

Les analyses microbiologiques réalisées sur notre boisson correspondent à la recherche et au dénombrement des germes représenté dans le tableau suivant :

Tableau N°10 : Représentation simplifiée des germes recherchés.

Germes recherchés	Milieux utilisés	Type d'ensemencement	Température d'incubation	Durée d'incubation
Flore aérobies mésophiles totaux (FMAT)	PCA	En mass	30°C	72h
Coliformes totaux	VRBL	En masse	37°C	24h
Coliformes fécaux	VRBL	En masse	44°C	24h
Staphylococcus aureus	Baird Parker	En surface	37°C	24/48h
Levures et moisissures	OGA	En surface	30°C	3 à 5 jours
Clostridium sulfito-réducteurs	VF	En masse	37°C	48h

I.2.3.1. Préparation des dilutions décimales : (GUILLET et al., 2002)

Dans le cas des produits liquides, le nectar formulé constituera la solution mère (SM).

A partir de la solution mère, on réalise une série de dilution décimales (1/10, 1/100, 1/1000, 1/10000) on utilise dans ce but des tubes contenant 9 ml d'eau physiologique stérile (EPS) et on reporte de tube en tube 1 ml de chaque dilution.

Remarque :

- Au moment de la réalisation des dilutions décimales, il est impératif de changer les pipettes entre chaque dilution.
- Contrairement à cela, lors de l'ensemencement, il est recommandé de commencer par la haute, dans le but de ne pas changer la pipette.

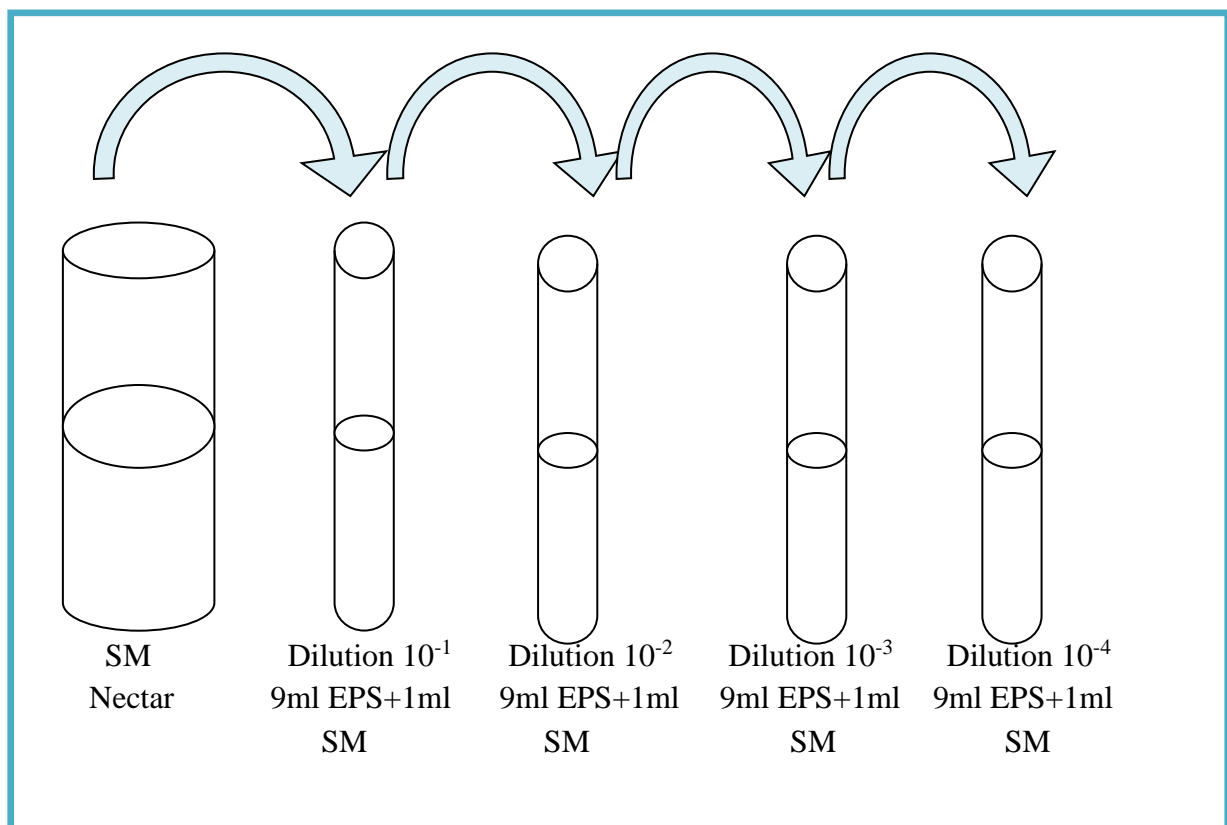


Figure N°8:Schéma de la préparation des dilutions décimales.

I.2.3.2. Recherche et dénombrement de la flore mésophile totale (FMAT) :

Il s'agit de l'ensemble de microorganismes capable de se multiplier en aérobiose à des températures optimale de croissances comprises entre +20°C et 45°C. Cette microflore

peut comprendre des microorganismes pathogènes pour l'homme et l'animal, mais aussi des microorganismes d'altération variés.

En microbiologie alimentaire, on recherche à dénombrer les microorganismes aptes à se développer en gélose pendant 72 heures à 30°C.

➤ **Principe :**

Il s'agit d'une culture en profondeur d'un milieu gélosé PCA. La gélose est un milieu riche permettant le développement de la plupart des microorganismes susceptibles d'être rencontrés dans un aliment.

➤ **Mode opératoire :**

- A partir de la solution mère et les dilutions décimales, porter aseptiquement à l'aide d'une pipette pasteur, 1ml de la solution dans une boîte de Pétri stérile, ensuite verser environ 15ml de gélose PCA fondue puis refroidir à 45°C.
- Ensuite faire des mouvements circulatoires pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose
- Laisser solidifier sur la paillasse pendant 15 mn.
- Incuber les boîtes, couvercle en bas, à 30°C pendant 72 heures.

➤ **La lecture :**

Les colonies des germes totaux se présentent sous forme lenticulaire en masse. Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur les boîtes en tenant compte des facteurs suivants :

- Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 30 et 300 colonies.
- Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de la dilution qui lui correspond.

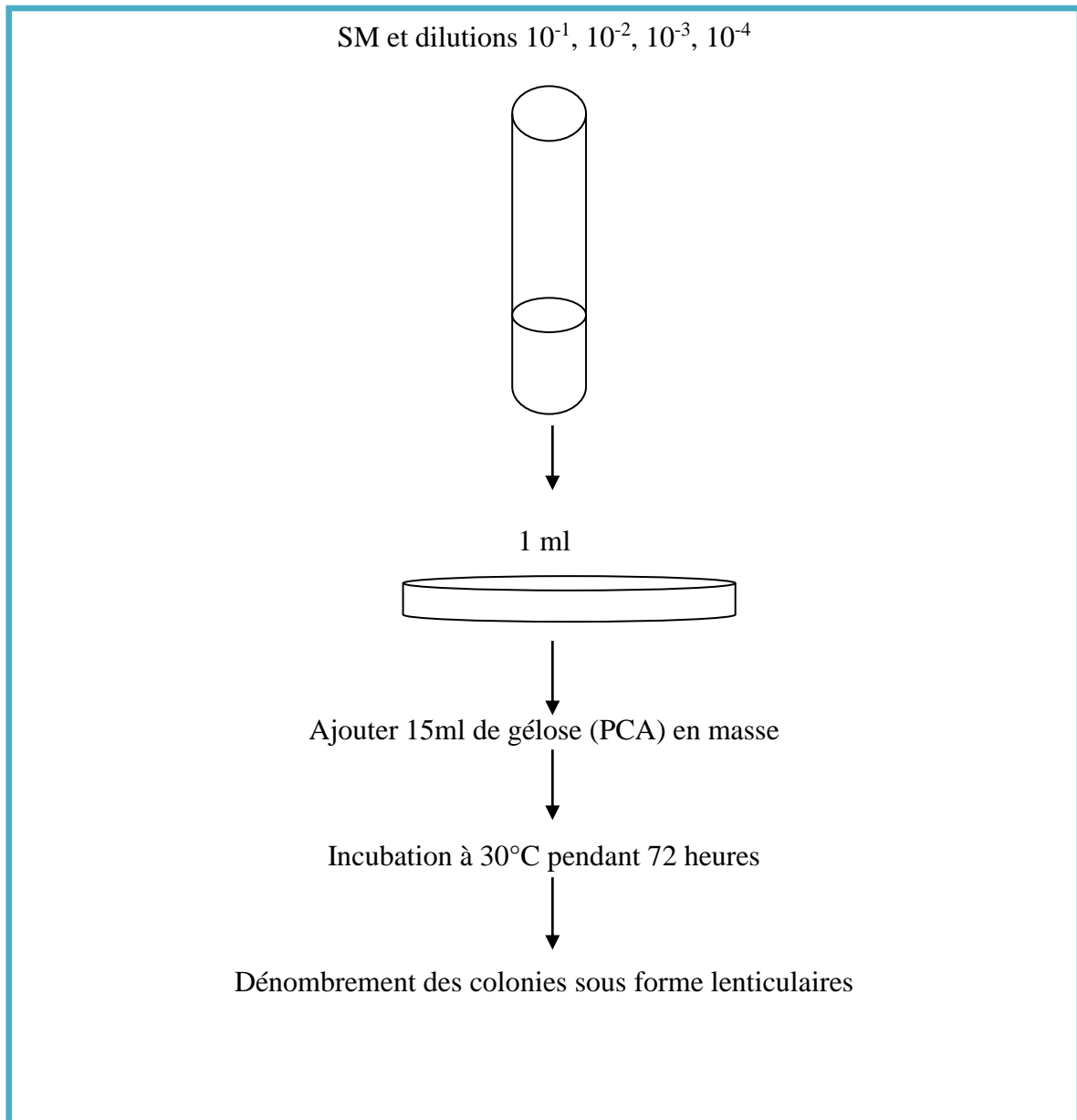


Figure N° 9: Recherche et dénombrement des germes aérobies totaux

I.2.3.3. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux et totaux :

Les deux groupes de microorganismes les plus utilisés comme indicateurs de contamination bactérienne sont les coliformes totaux et les coliformes fécaux. Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives, possèdent l'enzyme B-galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 37°C afin de produire des colonies rouges avec reflet métallique. Gram négatives, non sporulées, cytochrome oxydase négative, qui fermentent le lactose avec dégagement de gaz en moins de 48 heures à 37°C. Le groupe des coliformes fécaux comprend les coliformes pouvant former des gaz en moins de 24 heures à 44°C.

➤ **Principe :**

Les coliformes sont des bactéries qui forment des colonies caractéristiques dans la gélose VRBL.

➤ **Mode opératoire :**

- A partir de la solution mère et dilutions décimales, on procède à un ensemencement en profondeur, en portant aseptiquement 1ml dans des boites de Pétri stériles, auxquelles on ajoute 15ml de gélose VRBL fondue puis refroidie à 45°C.
- Faire ensuite des mouvements circulatoires pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose.
- Laisser solidifier sur la paillasse.
- La première série de boites sera incubée à 37°C pendant 24heures à la recherche des coliformes totaux.
- La deuxième série de boites sera incubée à 44°C pendant 24 heures à la recherche des coliformes fécaux.

➤ **La lecture :**

Il s'agit de compter toutes les colonies rouges violettes d'un diamètre d'au moins 0.5 mm ayant poussées sur les boites.

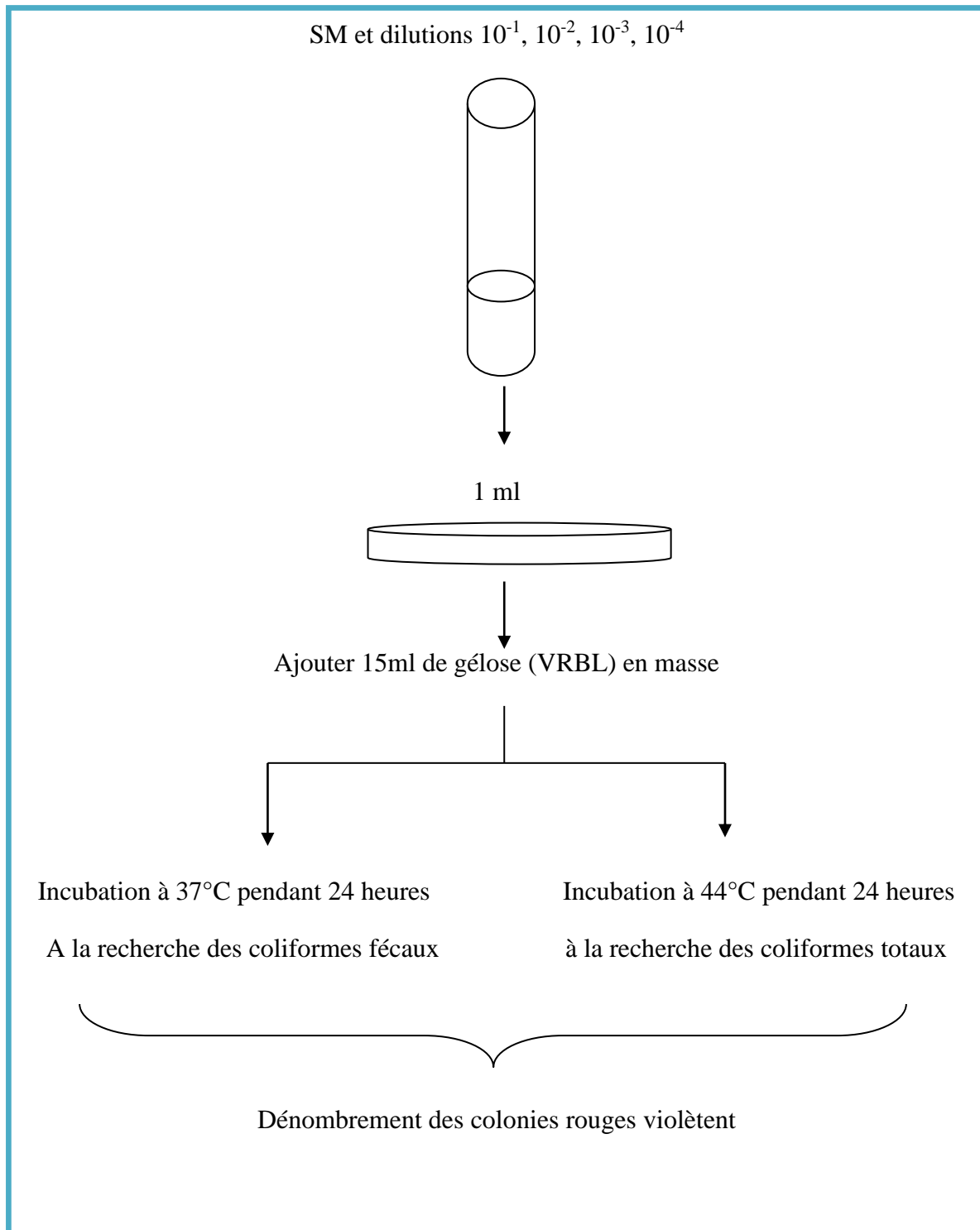


Figure N°10: Recherche est dénombrement des coliformes fécaux et les coliformes totaux

I.2.3.4. Recherche et dénombrement des *Clostridium sulfito-réducteurs* :

Les *Clostridium sulfito-réducteurs* sont des bacilles gram négatives, anaérobies strictes, sporulant, ce sont des germes témoins d'une contamination pouvant être fécale et à l'origine d'accident technologiques. La recherche vise à confirmer la présence de spores

après destruction des formes végétatives par chauffage de la suspension mère dans un bain marie à 80°C/ 10mn. Ces espèces sont responsables de toxi-infections alimentaires.

➤ **Principe :**

Les Clostridium sulfito-réducteurs dont la capacité est de réduire les sulfites en sulfure par une réaction d'oxydoréduction. Leur dénombrement se fait sur milieu viande foie (VF).

➤ **Mode opératoire :**

- Au milieu d'emploi, faire fondre un flacon viande foie (VF), puis le refroidir dans un bain marie à 45°C, puis ajouter une ampoule d'alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium. Mélanger soigneusement et aseptiquement.
- Chauffage à 80°C pendant 8 à 10mn des tubes contenant la solution mère et les dilutions décimales.
- Refroidissement immédiat des tubes sous l'eau de robinet, dans le but de détruire les formes végétatives et de garder uniquement les formes sporulées.
- A partir de ces dilutions, porter aseptiquement 1ml en double dans deux tubes stériles, puis ajouter environ 15ml de gélose Viande Foie prête à l'emploi dans chaque tube.
- Laisser solidifier sur paillasse pendant 30mn.
- Incubation des tubes à 37°C pendant 48heures.

➤ **Dénombrement :**

Le milieu viande foie (VF) étant composé, entre autres, par du sulfite de sodium et de l'alun de fer, les Clostridium sulfito-réducteurs réduisent les sulfites de sodium présents dans le milieu de culture en sulfure ; ceux-ci se combinent avec un sel de fer pour donner du sulfure de fer noir. Les colonies apparaissent entourées d'un anneau (halo noir) caractéristique, chaque colonie noire est issue de la germination d'une spore.

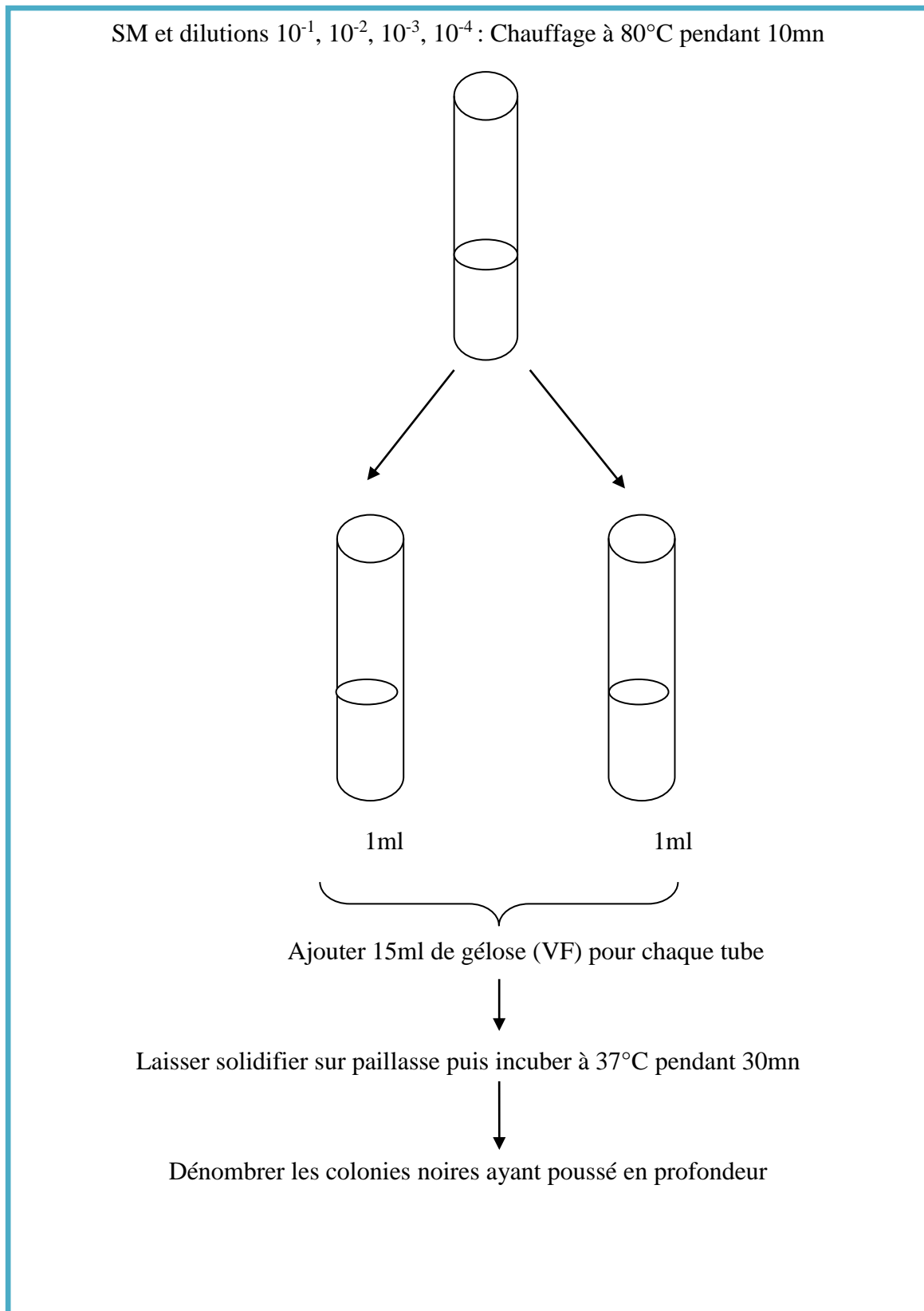


Figure N°11: Recherche et dénombrement des *Clostridium* sulfito-réducteurs

I.2.3.5. Recherche et dénombrement des Staphylococcus aureus :

Staphylococcus aureus est une cocci Gram positif avec une cellule de diamètre compris entre 0.5 et 1.5 micromètre, catalase +, coagulas E +, et produit des colonies de couleur jaune.

Les microorganismes est hémolytique et produit une thermo-nucléase et fermente le mannitol en anaérobiose. La capacité de la bactérie de survivre pendant une période prolongée dans un état sec est une propriété très importante qui concerne l'industrie agroalimentaire.

➤ Principe :

Il s'agit d'un ensemencement en surface en milieu Baird Parker ou milieu Chapman.

➤ Mode opératoire :

- A partir de la solution mère et les dilutions décimales, porter aseptiquement 1ml dans des boites Pétri stériles, auxquels on ajoute 15 ml de milieu Baird Parker ou Chapman fondue puis refroidie.
- Faire des mouvements circulatoires pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose.
- Laisser solidifier sur pailleasse.
- Incuber les boites, couvercle en bas, à 37°C pendant 24 à 48 heures.

➤ La lecture :

Les colonies de Staphylococcus sont rondes, régulières, bombées, opaques et pigmentées en jaune doré, elles sont entourées d'un halo jaune correspond à une acidification à partir de mannitol.

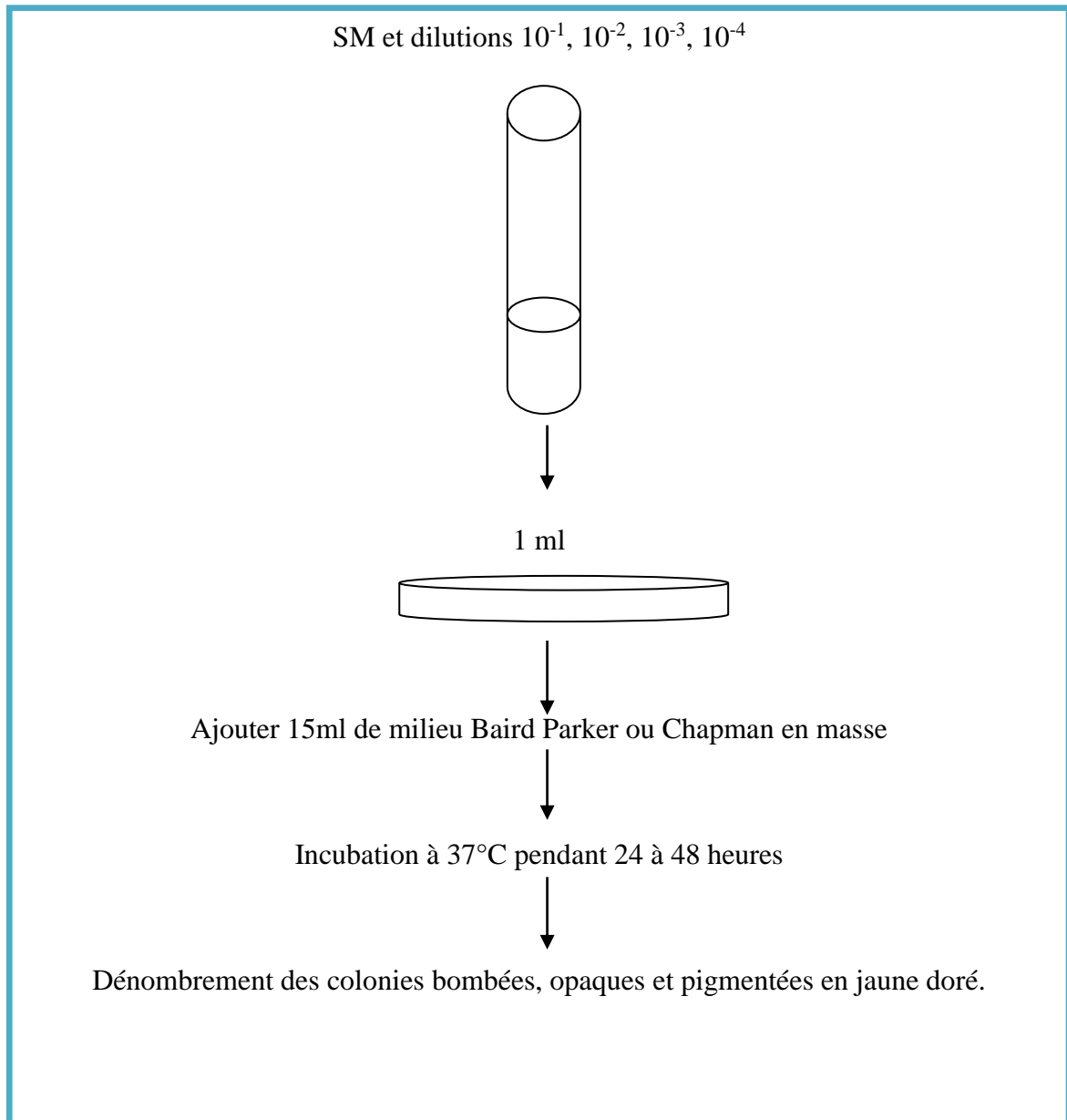


Figure N° 12: Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus*

I.2.3.6. Recherche et dénombrement des levures et moisissures :

Cette flore est capable de se développer dans un milieu acide et au froid, leurs croissances est moins rapide que celle des bactéries mais très peu exigeante en éléments nutritifs, ce sont des agents de dégradation des matières premières et des produits alimentaires provoquant ainsi des changements indésirables de leurs goûts, leurs textures et de leurs couleurs.

➤ **Principe :**

Le dénombrement des levures et moisissures se fait par comptage des colonies sur milieu l'oxytetracycline-glucose-agar (OGA)

➤ **Mode opératoire :**

- A partir de la solution mère et les dilutions décimales, porter aseptiquement 1ml dans des boites de Pétri stériles contenant 15ml du milieu OGA déjà solidifier, étaler le produit sur la surface des boites à l'aide d'un râteau stérile.
- Les boites contenant l'inoculum et le milieu de culture sont incubées à 30°C pendant 3 à 5 jours.

➤ **La lecture :**

- Les levures forment des colonies blanchâtres de petites tailles.
- Les moisissures forment des colonies cotonneuses filamenteuses.

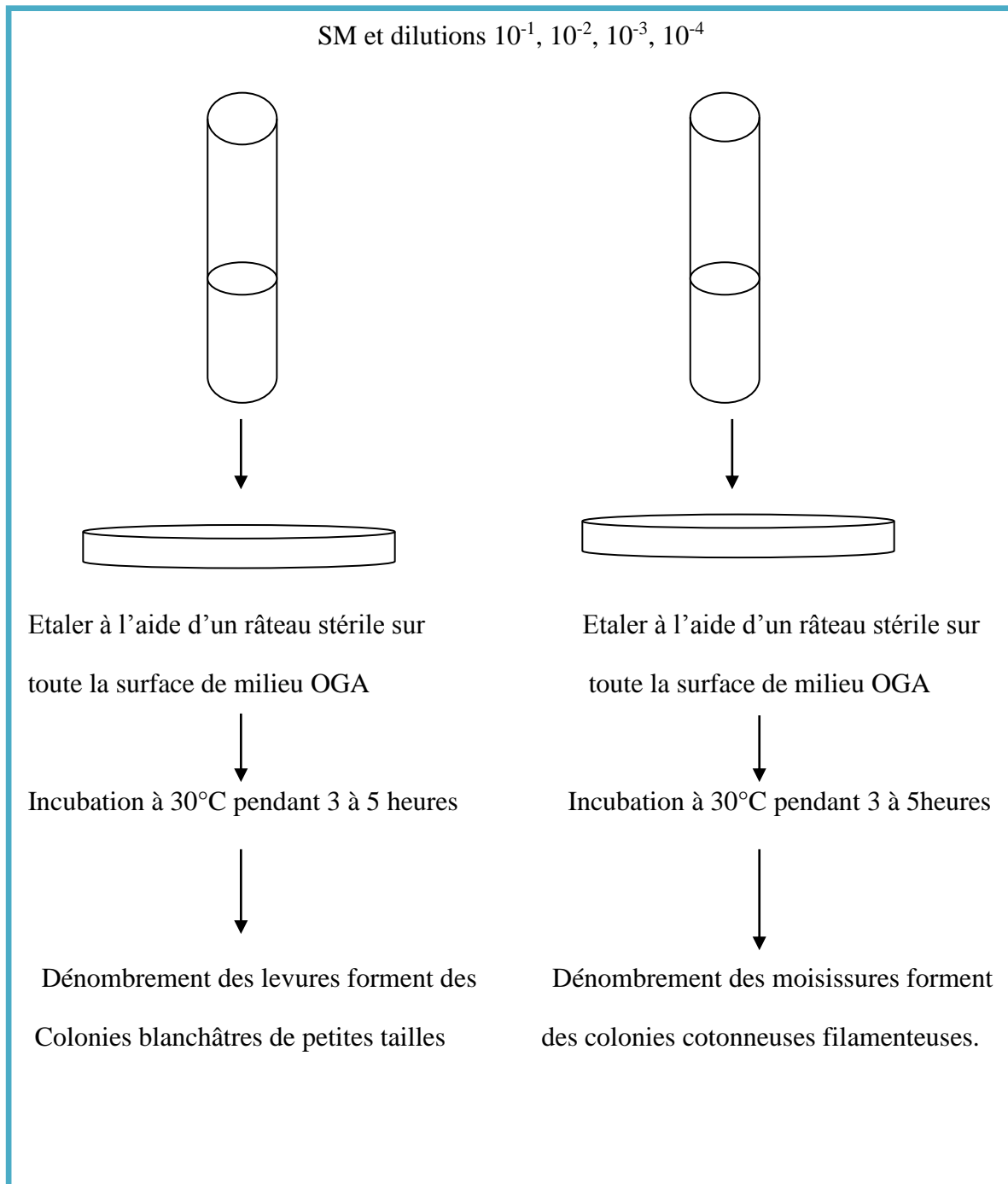


Figure N°13 : Recherche et dénombrement des levures et moisissures.

II.1. Résultats des analyses physico-chimiques :

Les résultats des analyses physico-chimiques de jus pur de grenade, de l'orange sanguine et de trois boissons formulées, sont résumés dans le tableau suivant (**Tableau 11**) :

Tableau N° 11:Résultats d'analyses physico-chimiques des différents échantillons

Paramètres	Jus d'orange	Jus pur de grenade	Boisson 50%	Boisson 75 % sans benzoate	Boisson 75% avec benzoate
L'indice réfractométrique (degré Brix) (°B)	13±0.00	10.5±0.00	15±0.00	20.2±0.00	20±0.00
La densité (néant)	1.045±0.00	1.073±0.001	1.072±0.00	1.057±0.00	1.046±0.00
Le pH	4.3±0.00	3.5±0.00	3.4±0.00	3.1±0.00	3.1±0.00
L'acidité titrable (g/l)	0.98±0.01	1.04±0.00	3.4±0.24	4.63±0.47	3.58±0.13
Le taux de cendres (%)	0.26±0.005	0.33±0.00	0.18±0.005	0.34±0.02	0.33±0.00
Les sucres totaux (g/l)	127.24±1.106	121.48±0.56	113.05±2.62	204.57±6.33	214.19±3.8
Les sucres réducteurs (g/l)	68.63±0.44	73.57±1.24	61.30±0.68	141.79±0.32	143.74±1.82
Le saccharose (g/l)	55.67±1.39	45.50±1.23	44.41±2.75	59.64±6.13	66.92±5.28
La vitamine C (g/l)	0.417±0.016	0.233±0.02	0.301±0.02	0.323±0.06	0.386±0.04
Les polyphénols totaux (EAG mg/100ml)	160±0.01	290±0.00	120±0.01	210±0.00	280±0.02
Le pouvoir antioxydant (DO à 700nm)	1.76±0.01	2.5±0.02	1.51±0.00	1.78±0.00	1.89±0.00

II.1.1. Discussions :

II.1.1.1. L'indice réfractométrique ou degré Brix :

L'indice réfractométrique des jus permet d'évaluer rapidement leur concentration en sucres solubles. Il mesure en effet la fraction de matière sèche soluble majoritairement composée de ces sucres solubles (**TRAVERS, 2004**).

La figure suivante présente les différentes valeurs trouvées sur le jus d'orange sanguine, le jus de grenade pur et les trois boissons formulées (**Figure 14**)

Le degré Brix mesuré dans notre échantillon de jus de grenade pur est de 10.5°B. Ces valeurs sont conformes à celles trouvées par **ZAREI et al., (2011)**, qui sont de l'ordre de 10.3 à 19.56, mais elles sont inférieures à celles de **BAZARGANI-GILANI et al., (2014)** qui sont de l'ordre de 16.10°B, et à celles trouvées par **HMID et al., (2017)** qui donne un intervalle de 12.33 à 17.07°B.

La norme **CODEX** pour les jus et nectars des fruits (**CODEX STAN 247-2005**), définit le degré de Brix pour le jus de grenade entre 12 et 25°B.

Ces légères différences peuvent être dû à la variété de grenade utilisée et le degré de la maturité de cette dernière.

Le même paramètre mesuré sur le jus de l'orange sanguine a donné un résultat de 13°B. Cette valeur est conforme aux normes de **MSDA (2002)** qui donnent un intervalle de 10.3-13.54°Brix.

On remarque que la valeur de jus d'orange sanguine trouvée est supérieure à celle trouvée dans le jus de grenade.

La variation de Brix entre le jus pur, les boissons :50%, 75% sans benzoate, 75% avec benzoate est remarquable aussi, cela est dû peut être à leurs teneur initial en jus. Ces valeurs sont supérieures à celles données par **DJOUDI et ZITOUNI (2010)** Soit 11.5.

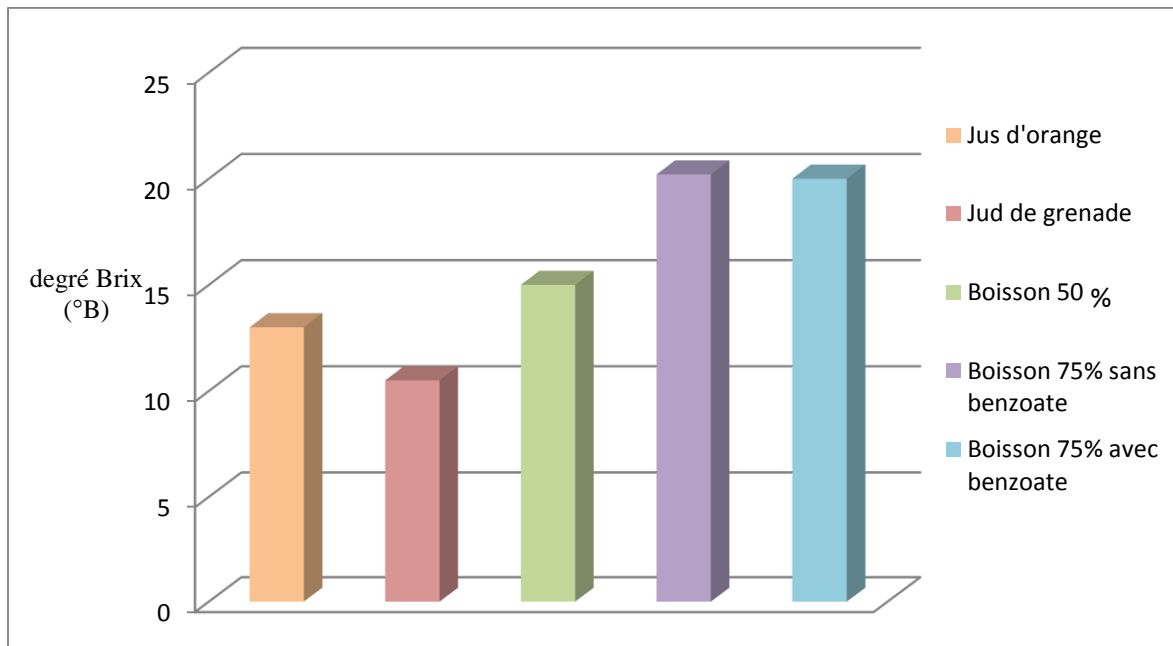


Figure N°14: Résultats de degré Brix du jus d'orange, le jus de grande et les boissons formulées.

II.1.1.2. La densité :

La valeur déterminée pour le jus de grenade pur est de 1.073 et pour l'orange sanguine est de l'ordre de 1.045. Ces valeurs sont conformes aux normes **AFNOR (1995)** qui a déterminé la valeur 1.040 est la plus basse valeur accepté pour les jus de fruits pressés directement.

On remarque que la valeur de densité de jus de grenade est supérieure à celle de jus d'orange sanguine.

Aussi, on note une différence remarquable entre la valeur de jus pur et celle des boissons formulées et entre les boissons elles-mêmes (**Figure 15**).

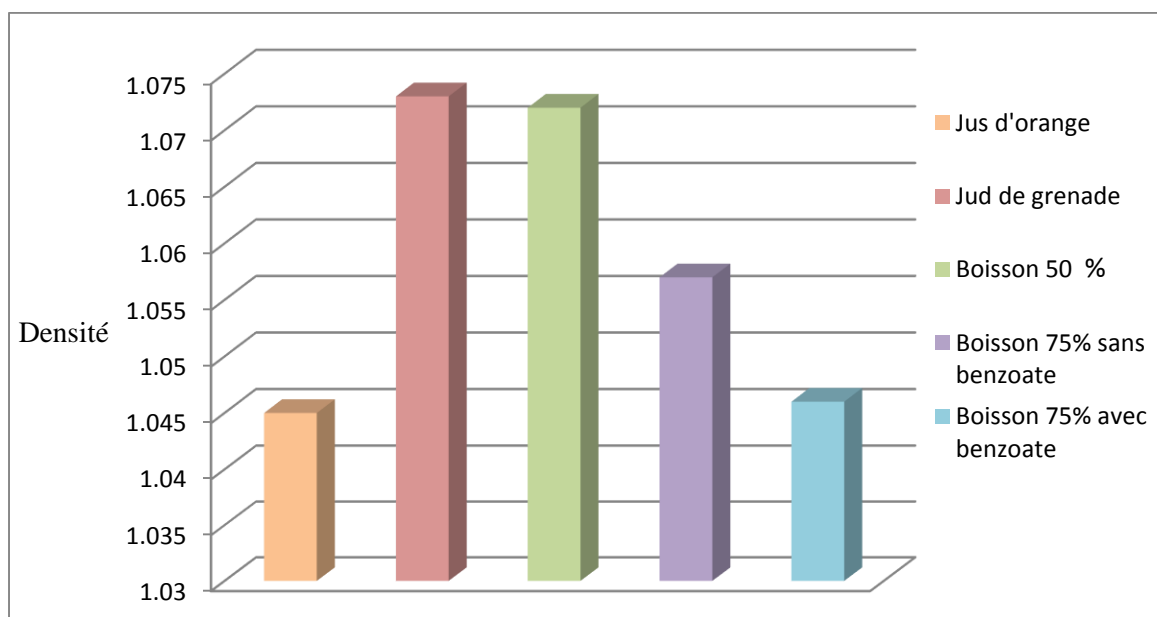


Figure N°15: Résultats de densité du jus d'orange, le jus de grande et les boissons formulées.

II.1.1.3. Le pH:

La valeur du pH obtenue sur le jus de grenade pur est 3.5, cette valeur est proche aux résultats de **ZAREI et al., (2011)** qui donnent un intervalle de 2.65 à 3.23. et à celles trouvées par **BAZARGANI-GILANI et al., (2014)**, qui donnent une valeur de 3.1.

Cependant, ces résultats sont conformes à celle trouvés par **HMID (2017)** qui a donné un intervalle de 2.85- 4.17 sur différentes variétés de grenades

La valeur trouvée pour le jus d'orange est 4.3, cette valeur est dans l'intervalle de **MSDA (2002)** qui donne des variations de 2.3 à 4.3.

On note que le pH de jus de grenade est inférieur à celui de jus d'orange sanguine.

On remarque aussi que le pH de jus pur est supérieur à celui des boissons, cela est expliqué par l'ajout de l'acide citrique à ces dernières en vu de crée un milieu défavorablement au développement microbien.

La déférence de pH entre les boissons formulées (notantque la quantité d'acide citrique ajoutée est la même « 0.1g »), par le fait de la dilutionde la boisson 50 % par rapport aux autres. D'une manière générale, quand on dilue une solution acide ou basique, le pH se rapproche de 7 (**ANONYME 11**).

Les valeurs moyenne de pH mesurés pour notre boisson est proche de celles donner par **DJOUDI et ZITOUNI (2010)**, soit 3.22 (**Figure 16**).Ce pH permet de bien préserver les boissons contre les éventuelles altérations microbiologiques.

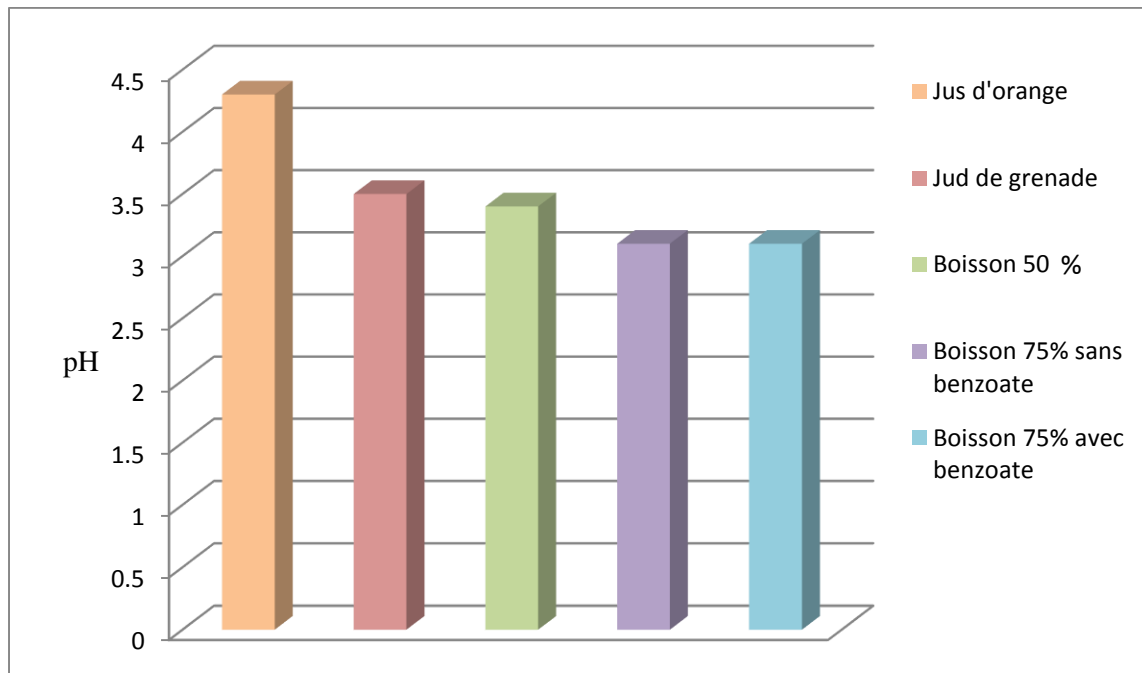


Figure N°16: Résultats de pH du jus d'orange, le jus de grande et les boissons formulées.

II.1.1.4. Le taux de cendres :

Les cendres d'une boisson représentent la partie minérale restée après calcination à 550°C pendant 5 heures. Ce résidu contient les oligo-éléments essentiels tels que le Calcium, le Phosphore, le Sodium et le Potassium.

La teneur en cendres de notre jus de grenade est de 0.33%, Les travaux de **DADASHI et al., (2013)** ont donné un intervalle de 1.653 à 1.887. Le même paramètre mesuré sur le jus d'orange sanguine a révélé un résultat de 0.26%. Ces valeurs sont légèrement inférieures à celles rapportées par la source **ESPIRAD (2002)**, qui donne un intervalle de 0.4 à 0.5% pour les jus de fruits. Cela est probablement dû au degré de maturité du fruit, les conditions de milieu (température, irrigation), et les méthodes d'analyses caractéristiques.

La teneur en cendres dans le jus de grenade mesuré est supérieure à celui de l'orange sanguine.

On remarque aussi des différences de teneur en cendres entre le jus pur et les boissons et entre les boissons elles-mêmes : la boisson 50% contient moins de cendres par rapport au jus pur et aux autres boissons qui est due évidemment à sa dilution. Pour les boissons 75% sans benzoate et 75% avec benzoate, les teneurs sont presque similaires à celles des jus pur en raison de leur légère dilution et la présence des acides : citrique, ascorbique, et benzoate de sodium qui ont contribué à cet équilibre (**Figure 17**).

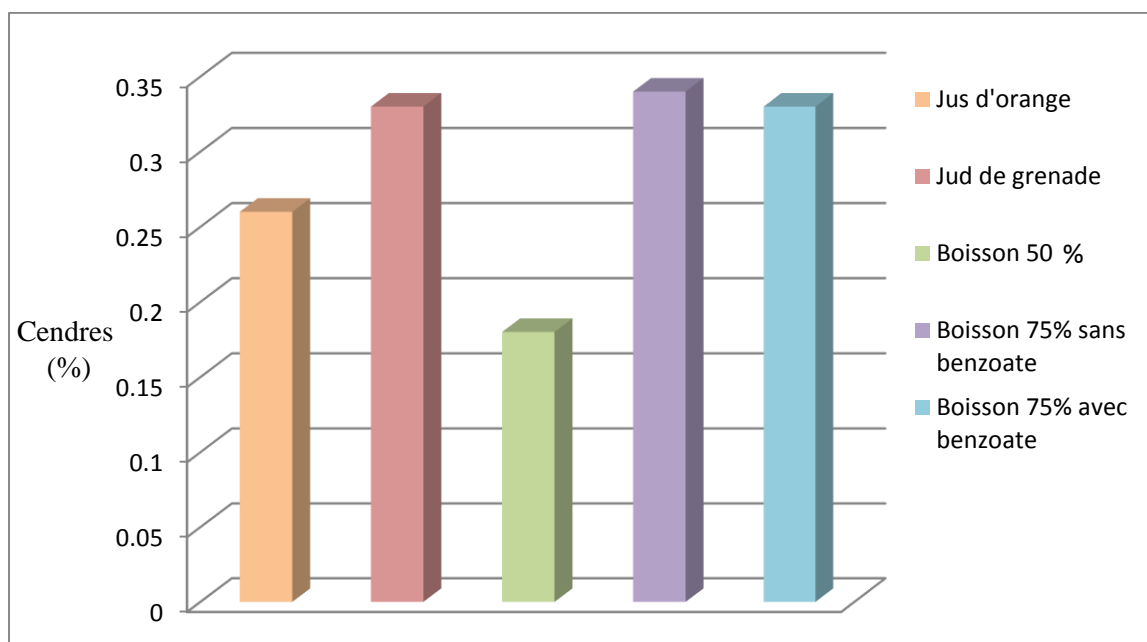


Figure N°17: Résultats des cendres du jus d'orange, le jus de grande et les boissons formulées.

II.1.1.5. Les sucres :

Les sucres sont les constituants déterminant le goût sucré d'un aliment, notamment les fruits ; les sucres apportent une grande valeur énergétique. En plus, ils jouent un rôle essentiel dans la conservation des produits alimentaires grâce, d'une part, à la pression osmotique qu'ils exercent sur les microorganismes, et l'abaissement de l'activité de l'eau de l'aliment, d'autre part **ACHIR et HAMMAR (2010)**.

Les sucres totaux dans le jus de grenade représentent 121.48g/l, les sucres réducteurs 73.57g/l et le saccharose est de l'ordre de 45.50g/l. Ces valeurs sont différentes à celle trouvés par **GRIB et TAGHERSET (2013)** qui donnent 191.1g/l pour les sucres totaux, 36.2g/l pour les sucres réducteurs et 78.7g/l pour le saccharose. Les travaux de **ZAREI et al., (2011)** ont donné un intervalle de 74 à 178.8g/l pour les sucres totaux.

Les conditions pédoclimatique, le stade de maturité des fruits à la récolte, les modes de dosage peuvent être à l'origine de ces différences.

Aussi, les types de cultivars et les conditions d'entreposages sont des facteurs clés de la détermination de la teneur en sucres réducteurs (**CX/FAC 05/37/33**).

La teneur de l'orange sanguine en sucres totaux, réducteurs et saccharoses sont respectivement 127.24g/l, 68.63g/l, 55.67g/l. Ces valeurs sont conformes au **MSDA (2002)** qui exige une valeur de saccharose inférieur au 50 % des sucres totaux.

Les teneurs en sucres de jus de grenade pur sont proches à celle de l'orange sanguine.

Pour la boisson élaboré, les teneurs en sucres sont entre 113.05 à 214.19g/l, ces valeurs sont inférieures a celles trouvées par **KADI (2011)** soit 277.06g/l.

Les résultats de cette expérimentation montrent que le taux de sucre des boissons est supérieure à celle de jus pur, en raison de l'ajout de sucre (13g/150ml) dans le but de corriger l'acidité et d'améliorer le goût.

Le taux des sucres totaux, réducteurs et saccharose est différent entre les trois boissons formulées. D'après **PNNS (2007)**, les nectars présentent une certaine variation dans la teneur en sucres ajoutés, liée à la nature des fruits et au besoin de correction d'acidité.

On note que la teneur de la boisson 50% en sucres est inférieure aux autres boissons car elle est la plus diluée (**Figure 18**).

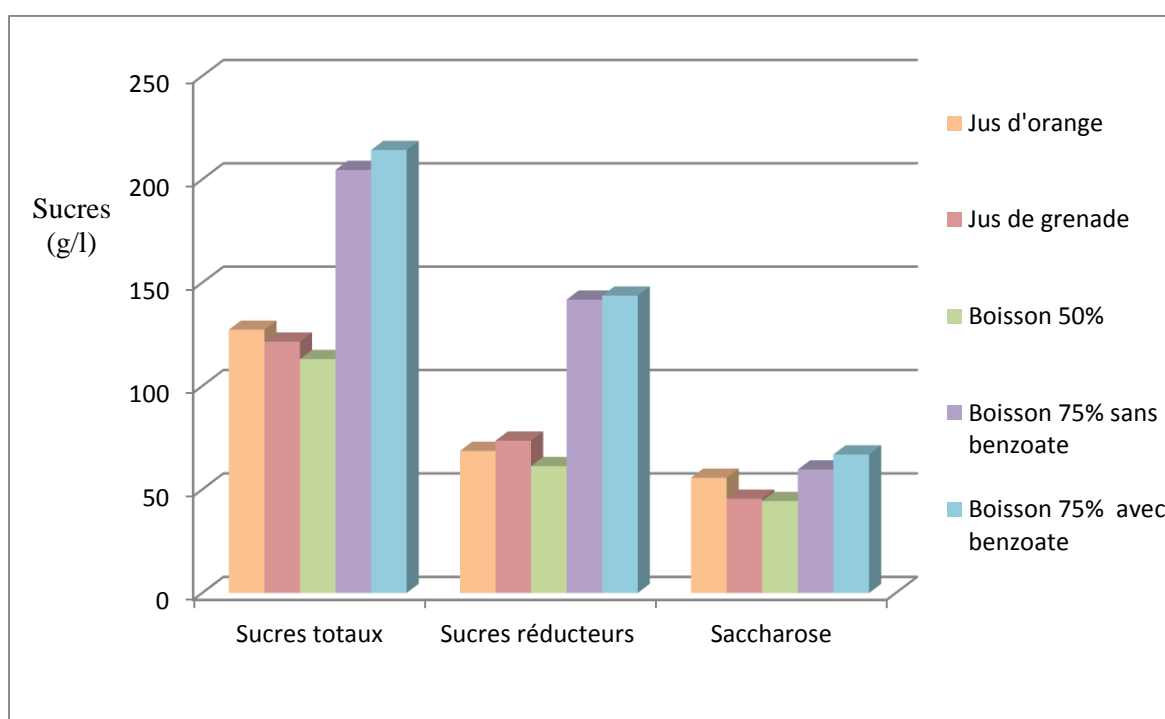


Figure N°18: Résultats de teneur en sucres du jus d'orange, le jus de grande et les boissons formulées.

II.1.1.6. La vitamine C :

La vitamine C est un nutriment extrêmement important pour l'organisme où elle assure différentes fonctions (**APRIFEL, 2010**).

Elle contribue au maintien de la fonction immunitaire, participe à la formation des globules rouges et augmente l'absorption du fer contenu dans les végétaux. Elle a un effet antioxydant qui protège les cellules contre les dommages infligés par les radicaux. Dans les aliments, elle

est la plus fragile des vitamines : elle peut être détruite par l'air, la lumière et la chaleur (**RUBY et al., 2007**)

La teneur en vitamine C de notre jus de grenade pur est 0.233g/l. Cette valeur est similaire à celle trouvée par **GRIB et TAGHERSET (2013)** qui est de l'ordre de 0.2g/l,

La teneur de l'orange sanguine est de 0.417g/l. cette valeur est conforme aux normes **AFNOR (1995)** et **MSDA (2002)**, qui exigent une teneur supérieure à 0.2g/l.

On remarque que la teneur de jus de grenade pur en vitamine C est inférieure à la teneur de l'orange sanguine.

Les résultats d'analyses des boissons formulées varient entre 0.301 et 0.386g/l, ces valeurs sont similaires à celle trouvée par **KADI (2011)** la boisson à base de raisin et de purée de fraise.

On remarque une augmentation de teneur de la vitamine C dans les boissons élaborées par rapport à celle de jus pur de grenade, cela est dû à l'ajout de l'acide ascorbique au cours de la fabrication, dans le but d'améliorer la conservation.

Le taux de la vitamine C pour la boisson 50% est légèrement inférieur à celui des boissons 75% sans benzoate et 75% avec benzoate, cela est expliqué par la dilution de la 1^{ère} boisson.

La vitamine C est plus élevée dans la boisson 75% avec benzoate que dans celle sans le benzoate, cela est dû à la conservation de cette vitamine dans la 1^{er} boisson par le benzoate et sa dégradation dans la 2^{ème} boisson sous l'effet de la température (pasteurisation) (**Figure 19**).

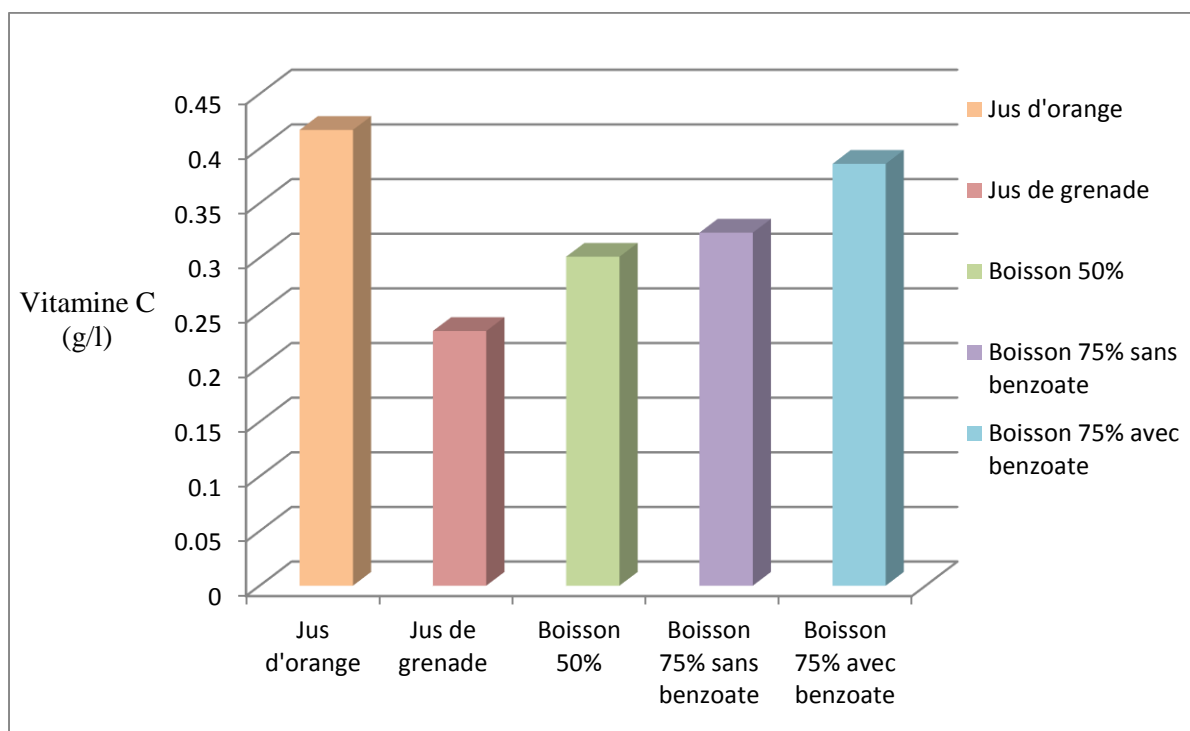


Figure N°19: Résultats de teneur en vitamine C du jus d'orange, le jus de grande et les boissons formulées.

II.1.1.7. L'acidité titrable

Elle est le support d'autres éléments contribuant au goût des fruits. Elle influe sur la sensation gustative chez le consommateur ; elle est conférée par différents acides organiques libres ou combinés sous forme de sels. Ces acides jouent, aussi, un rôle de conservateur par l'abaissement du pH (ALAVOINE *et al.*, 1988).

Dans cette présente étude, l'acidité titrable exprimée en gramme d'acide citrique par litre de produit, est de l'ordre de 1.04g/l pour le jus pur de grenade. Cette teneur est inférieure à celle trouvée par HMID (2017) qui est entre 1.9 et 23.1 g/l, et à celle trouvée par BAZARGANI-GILANI *et al.*, (2014) qui est de l'ordre de 1.13, mais conforme aux résultats de LEGUA *et al.*, (2012) qui varient de 0.24 à 3.4 g/l .

ZAREI *et al.*, (2011) ont donné un intervalle de 1.35 à 2.76.

L'acidité titrable mesurée sur notre orange sanguine a donné une teneur de 0.98g/l. cette teneur est inférieure aux normes AFNOR (1995)

On remarque que le taux d'acidité titrable de jus de grenade est supérieur à celle de jus d'orange sanguine.

D'autre part, les teneurs d'acidités titrables des différentes boissons sont proches entre elles mais supérieures à celles de jus pur (**Figure 20**).

Selon ces résultats, les différentes méthodes d'analyses, le type de cultivar et surtout le degré de maturité du fruit influence le taux d'acidité, en effet, les fruits moins mûrs comportent des teneurs en acide organiques élevées par rapport aux fruits mûrs car une grande partie des ces acides se dégradent. Enfin, en cas de contamination microbienne, certains microorganismes peuvent utiliser les acides comme sources de carbone d'où l'abaissement des valeurs de l'acidité (**ESPIARD, 2002**).

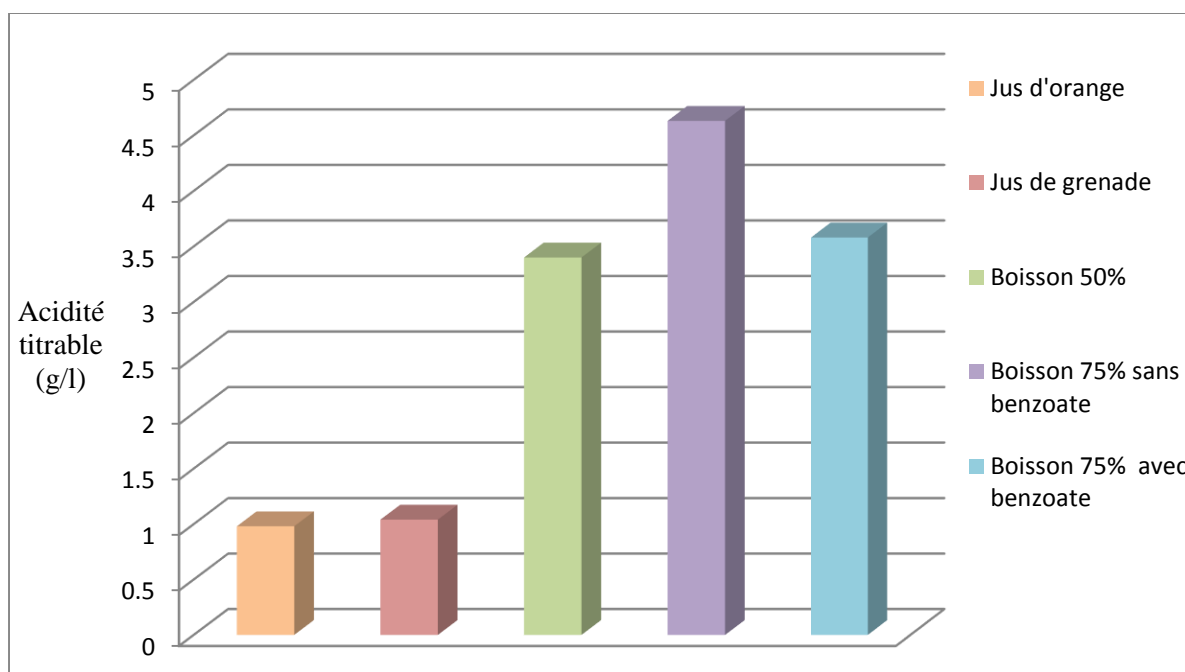


Figure N°20: Résultats de teneur en acidité titrable du jus d'orange, le jus de grande et les boissons formulées.

II.1.1.8. Les polyphénols totaux :

Les polyphénols contenant dans l'alimentation ont attiré une grande attention à cause de leurs fonctions antioxydante et leurs impacts sur la santé (**LOOTS et al., 2006**).

La teneur en polyphénols des différents échantillons étudiés a été déterminée à partir de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique (**Annexe 3**)

La teneur de notre jus de grenade pur en polyphénols totaux est de l'ordre de 290mg/100ml. Cette teneur est supérieur a celle trouvé par **BAZARGANI-GILANI et al., (2014)** qui donne un résultat de 154.90mg/100g, et elle est très supérieur à celle trouvé par **TAHIROVIC et al., (2012)** qui est de l'ordre de 10.22 mg/100ml. Mais elles sont conforme à

celle menée par **ARA et al., (2008)**, qui a révélé une concentration en polyphénols totaux dans le jus de grenade des différentes variétés entre 90.4 et 206.7 mg/100ml. Et elle est dans l'intervalle donné par **HMID et al., (2017)** qui ont révélé une teneur de 138.5 à 947.6mg/100ml.

ZAREI et al., (2011) ont donné un intervalle de 786.20 à 1938.12mg/100g de polyphénols totaux dans des grenades en différentes stades de maturité.

La teneur de l'orange sanguine est de l'ordre de 160mg/ml. D'après **MACHEIX et al., (2005)**, il n'existe aucune méthode permettant de doser d'une manière satisfaisante et simultanée l'ensemble des composés phénoliques présents dans un extrait végétal non purifié.

La teneur de jus de grenade pur trouvée est élevée par rapport à celle de l'orange sanguins.

Les différences constatées pour la teneur en polyphénols entre le jus pur et les boissons formulées sont dû essentiellement à la dilution des boissons (**Figure 21**)

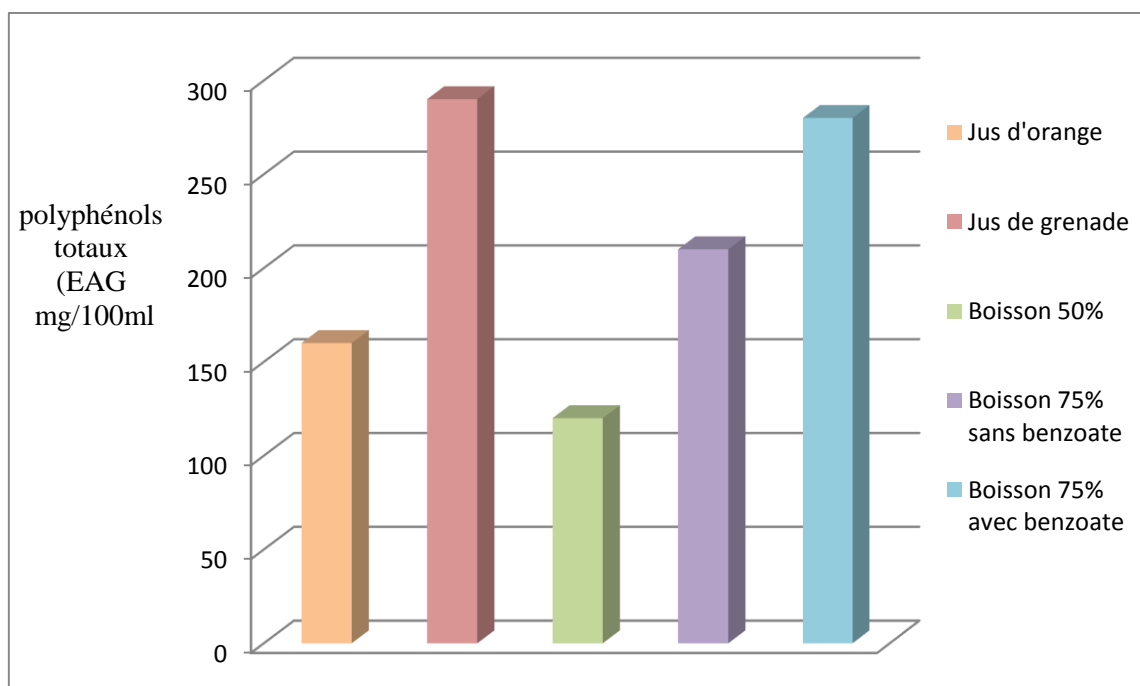


Figure N°21: Résultats de teneur en polyphénols totaux du jus d'orange, le jus de grande et les boissons formulées.

II.1.1.9. L'activité antioxydante :

Le pouvoir réducteur est l'aptitude d'une substance à transférer un électron ou à céder un atome d'hydrogène. C'est donc l'habilité d'un composé à inhiber la dégradation oxydative d'un substrat telle que la peroxydation des lipides.

Les résultats d'analyses du pouvoir réducteur des différents échantillons et les étalons (vitamine C à 0.5g/l et l'acide gallique à 0.5g/l) sont présentés dans la figure ci-dessous (**Figure 22**).

Ces résultats révèlent, d'une part, que la solution étalon d'acide gallique à 0.5g/l présente une capacité antioxydante inférieure à celle de la même concentration en vitamine C, et d'autre part, que notre jus de grenade possède un pouvoir réducteur important par rapport à l'orange sanguine. L'absorbance lu sur notre jus de grenade est 2.5 nm. Ce résultat est supérieur à celui de **BAZARGANI-GILANI et al., (2014)** qui ont donné une absorbance de 1.75 nm. Cette teneur élevé est expliqué par la richesse de ce jus en polyphénols et en vitamine C.

ZAREI et al., (2011) ont donné un intervalle de 56.84 à 66.41% et les travaux de **HMID et al., (2017)** ont révélé un intervalle de 31.16 à 66.82% de pouvoir antioxydant des différentes variétés de jus de grenade.

TAHIROVIC et al., (2012), dans leurs travaux sur différentes jus de fruits, ont révélé une activité antioxydante de l'ordre de 151.40 $\mu\text{mol} / 100\text{ml}$ dans le jus de la grenade.

Cependant, l'activité antioxydante remarqué dans les boissons formulées est inférieure à celle du jus pur, chose qui est évident vu la dilution de ces dernières.

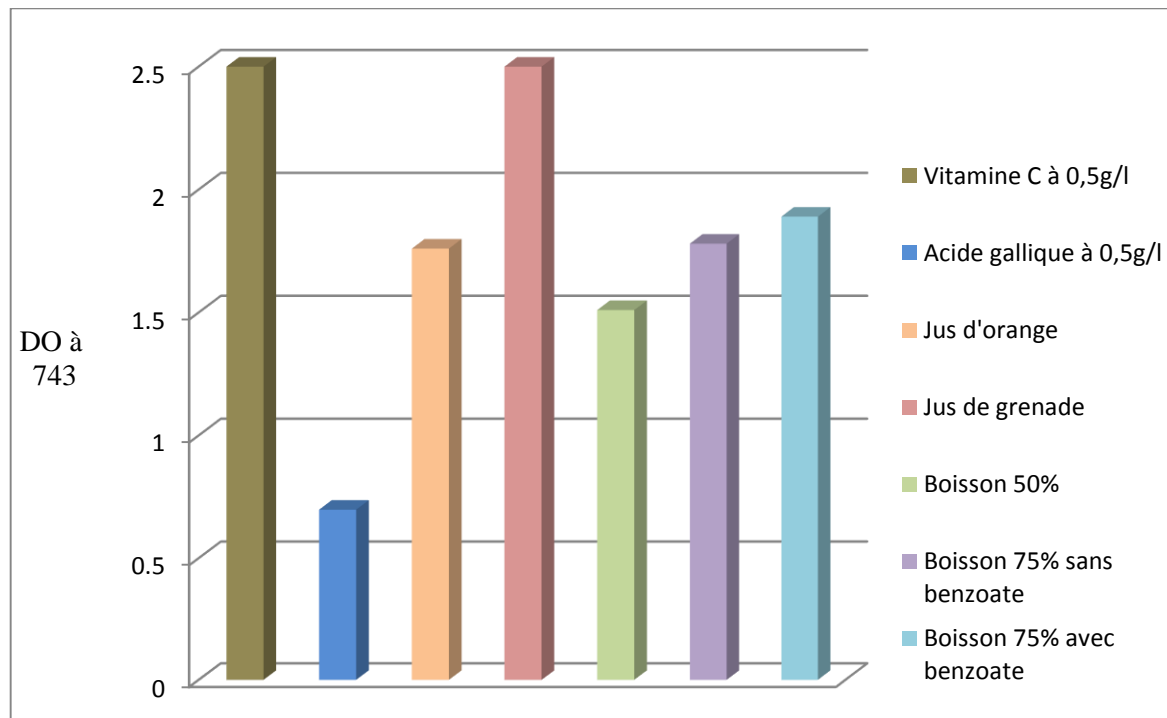


Figure N°22: Estimation de l'activité antioxydante de jus d'orange, le jus de grenade, les boissons formulées et les étalons

II.2. Résultats de test de stabilité des boissons formulées :

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur la boisson après 21 jours de stockage, sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau N°12 : Evolution des caractéristiques physico-chimiques des boissons après 21 jours de stockage.

Paramètre	Boisson 50%	Boisson 75% sans benzoate	Boisson 75% avec benzoate
Brix (°B)	15±0.01	20.2±0.05	20±0.05
pH	3.4±0.01	3.1±0.22	3.1±0.11
Acidité titrable (g/l)	3.40±0.02	4.63±0.06	3.58±0.05
Sucres totaux (g/l)	198.44±0.531	190.55±0.55	201.23±0.194
Sucres réducteurs	75.48±0.415	149.36±0.03	149.98±0.63
Saccharose (g/l)	116.81±0.31	39.12±0.49	48.36±0.18
Vitamine C	0.267±0.00	0.314±0.00	0.383±0.001

II.2.1. Discussion :

II.2.1.1. Brix, pH, acidité titrable :

Les différentes évolutions des paramètres Brix, pH et acidité titrable, sont présentées dans la figure ci-dessous : (**Figure 23**)

On constate que les valeurs du pH et d'acidité titrable notés au jour de la fabrication des boissons restent constantes après 21 jours de stockage à l'air ambiant. Cela prouve que le traitement thermique effectué (pasteurisation de 80°C pendant 20mn au bain marie) et les conservateurs utilisés (acide citrique, acide ascorbique et le benzoate de sodium) étaient suffisamment efficace pour conservé la boisson contre les altérations chimiques.

Les boissons ont gardés aussi leur degré Brix constant toute la période de stockage. D'après **DJOUDI et ZITOUNI (2010)**, une boisson à base de purée de tomate, de fraise et de raisin rouge, entreposée pendant 21 jours à 25°C et 32°C ne présente aucune variation de degré Brix (11.5%)

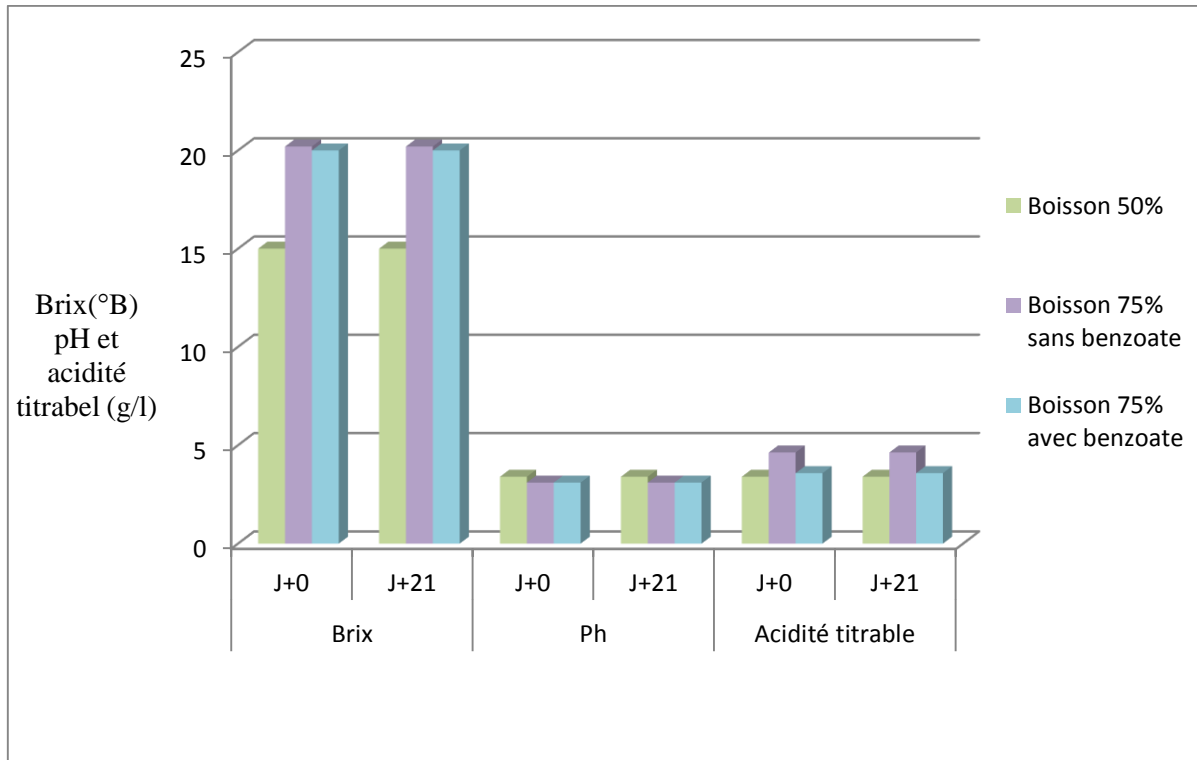


Figure N°23 : Evolution du Brix, pH et acidité titrable des boissons formulées avant et après 21 jours

II.2.1.2. Les sucres :

Les résultats de ces analyses ont révélé une évolution de la teneur en sucres réducteurs et une diminution de la teneur en sucres totaux, cela est due peut être à l'hydrolyse des saccharoses en sucres réducteurs (glucose et fructose) sous l'action du milieu acide et de la température (Figure 24).

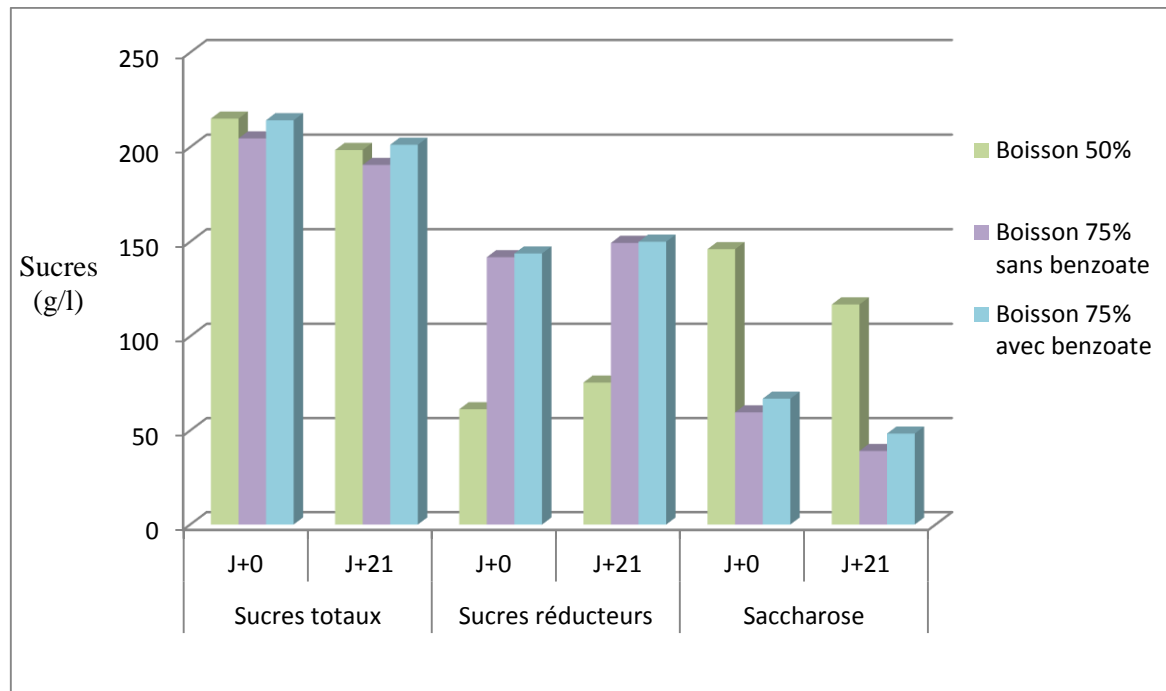


Figure N°24 : Evolution teneurs en Sucres totaux, réducteurs et saccharose des boissons formulées avant et après 21 jours

II.2.1.3. La vitamine C :

L'évolution de teneur en vitamine C des boissons formulées avant et après 21 jours de stockage à l'air ambiant sont présentés dans la figure ci-dessous (**Figure 24**). On remarque que cette teneur est diminuée après 21 jours, cette dégradation est moins remarquable pour la boisson 75 % avec benzoate.

La vitamine C est stable à l'état solide. Par contre en solution aqueuse, elle se dégrade rapidement au contact de l'air. Cette dégradation est accélérée par la lumière et la chaleur (**BERLINET, 2006**), ce qui explique les différences constatés dans nos boissons vu qu'elles sont subites une pasteurisation à 80°C pendant 20mn et le stockage à l'air ambiant.

L'acide ascorbique peut se dégrader aussi en absence d'air, ce phénomène peut se produire soit lorsque le milieu est chaud, soit le milieu devient acide. Cette dégradation anaérobie est observée dans les jus de fruits acide conditionner dans des bouteilles en verre fermées hermétiquement et dans le cas où l'oxygène se trouve encore dans le col de la bouteille qui a été fermée (qui est le cas de notre boisson), on observe tout d'abord une dégradation de l'acide ascorbique par l'oxygène dissous, puis une dégradation lente anaérobie. La dégradation aérobie est environ 10 fois plus rapide que la dégradation anaérobie (**ELGAMOUZ, 2016**).

La diminution de la vitamine C est très remarquable dans la boisson 50%, ce qui est due au fait à la dilution, donc plus d'oxygènes dissouts et accélération d'oxydation.

La présence de benzoates de sodium dans la formule (75%avec benzoate) a un effet antioxydant remarquable qui a protégé la boisson de cette dégradation.

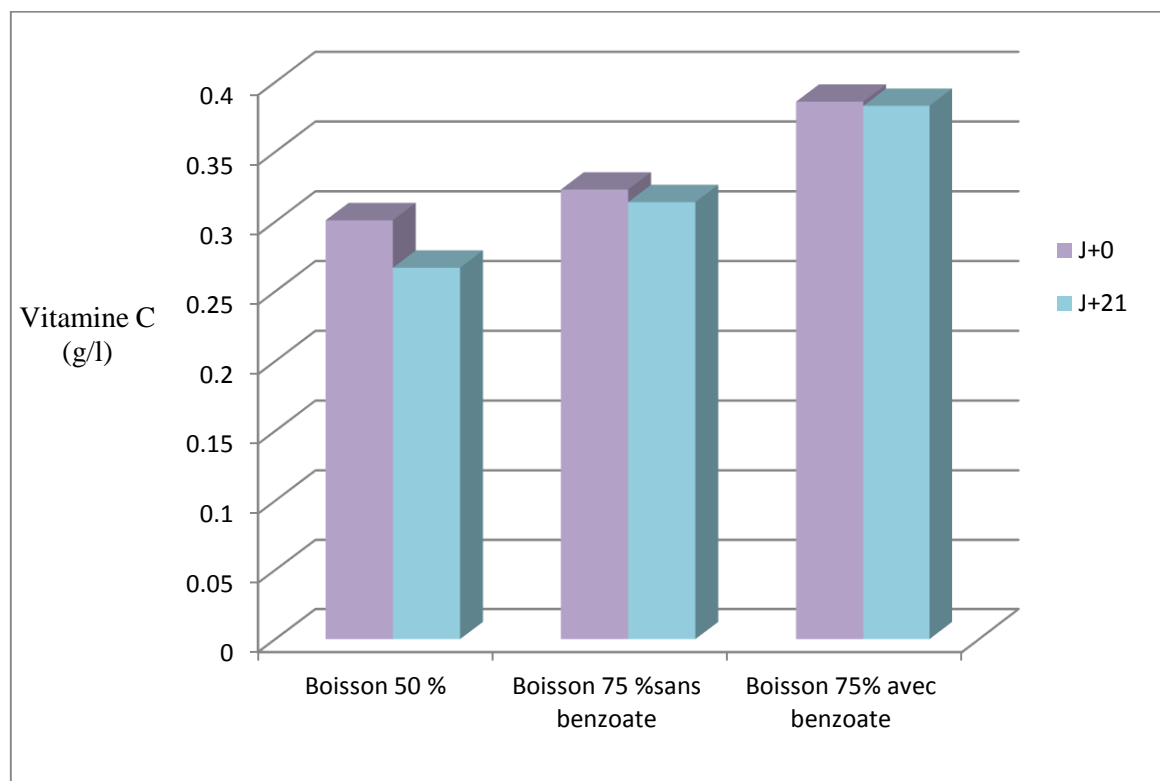


Figure N°25: Evolution teneurs en vitamine C des boissons formulées avant et après 21 jours

II.3. Résultats des analyses microbiologiques après 21 jours de stockage :

Les résultats des analyses microbiologiques sur notre boisson après 21 jours de stockage à l'air ambiant, sont présentés dans le tableau suivant : (**Tableau 13**)

Tableau N°13 : Résultats d'analyses microbiologiques de la boisson.

Germes recherchés	La boisson 50%	La boisson 75%	La boisson 75% avec Benzoate	Normes (JORA, 1998) (UFC)
Flore mésophile totale	Abs	Abs	Abs	10 ⁵
Coliformes totaux	Abs	Abs	Abs	Abs
Coliformes fécaux	Abs	Abs	Abs	Abs
Levures	Abs	Abs	Abs	10 ² - 10 ³
Moisissures	Abs	Abs	Abs	10 ² - 10 ³
Clostridium sulfito-réducteur	Abs	Abs	Abs	Abs
Staphylococcus aureus	Abs	Abs	Abs	Abs

Nous nous sommes référés, dans cette analyse, aux normes des jus et boissons à base de fruits fixées par le **JORA, 1998**.

Nous remarquons l'absence totale des germes pathogènes (Staphylococcus aureus, Clostridium sulfito-réducteurs) qui est conforme aux normes exigées par la **JORA (1998)**, cela pourrait être dû aux valeurs basses du pH (inférieur à 4) où ces germes ne peuvent se développer. La concentration élevée en sucre, joue aussi un rôle important comme conservateur pour préserver les aliments par l'abaissement de l'*A_w* (activité de l'eau).

L'absence des coliformes fécaux et totaux dans notre boisson est conforme aussi à la norme **JORA 1998** ; cela est un résultat d'un bon respect des règles hygiéniques durant le temps de préparation et l'hygiène du matériel utilisé.

L'absence totale des levures et moisissures s'explique par l'efficacité de traitement thermique appliqué (pasteurisation à 80°C pendant 20mn) pour leurs éliminations.

Nous remarquons aussi l'absence de la flore mésophile totale, cela est expliqué par le traitement thermique qu'a subi la boisson lors de sa fabrication, au bon pratique d'hygiène

lors de la préparation et la manipulation, et aussi aux bonnes conditions de conservation, par l'ajout des conservateurs chimiques (acide citrique, acide ascorbique et le benzoate de sodium)

On note que les germes pathogènes sont extrêmement sensibles au traitement thermique de pasteurisation. De plus, l'addition de sucre, de conservateurs (Acide citrique, Acide ascorbique et les benzoates de sodium) à la boisson accroît sa stabilité microbiologique ce qui rend notre boisson conforme.

Conclusion et perspectives

Le grenadier est un arbre bien cultivé dans la région de TIZI-OUZOU, la culture de ce dernier pourra valoriser et diversifier la production fruitière dans plusieurs régions du pays.

Cependant, la production saisonnière de ce fruit fait appel à des essais permettant sa transformation en boissons nectars dans le but de prolonger sa conservation. La technologie de cette transformation n'est pas compliquée et présente des avantages économiques.

La qualité de ces boissons nectars ainsi que leurs valeurs nutritionnelles sont directement liées, d'un part, aux caractéristiques de la matière première et sa composition chimique, et d'autre part, à la formulation adéquate de tous les ingrédients.

Au terme de notre étude expérimentale, nous avons atteint notre objectif qui consiste en une élaboration d'une boisson nectar à base de la grenade présentant des qualités satisfaisantes et une valeur nutritionnelle intéressante.

Ainsi, on a procédé à des analyses physico-chimiques sur le jus de la grenade pur étudiée :

- La mesure de pH a révélé un jus de grenade acide ce qui lui confère une bonne protection contre les microorganismes, et une teneur en acidité titrable importante qui met en évidence sa richesse en acides organiques.
- Une teneur moyenne en sucres ce qui montre qu'il est moins sucré par rapport aux autres jus de fruits.
- La détermination de taux de cendres a montré que le jus de grenade analysé constitue une bonne source de minéraux.
- Les résultats trouvés dans nos conditions expérimentales, prouvent que le jus de grenade étudié présente une teneur élevée en vitamine C, jouant un rôle d'antioxydant, participe à la synthèse du collagène, facilite l'absorption du fer alimentaire ...etc. ainsi qu'en polyphénols totaux qui sont des composants protecteurs particulièrement vis-à-vis des maladies cardiovasculaires et du cancer.
- L'activité antioxydante déterminée sur notre échantillon est par conséquent très importante.

Au cours de notre expérimentation, nous avons élaboré trois boissons nectars : 50%, 75%, et 75% avec benzoate, additionnés d'acide citrique, d'acide ascorbique et du sucre à différentes quantités.

Conclusion et perspectives

Les trois boissons ont subi un test de stabilité qui consiste à une incubation à l'air ambiant pendant 21 jours. L'ensemble des analyses physico-chimiques et microbiologiques effectuées montrent la conformité de nos produits aux différentes normes notamment celle de **JORA (1998)** pour la microbiologie, c'est-à-dire que nos boissons nectars ont été jugés stable durant la période de stockage. Ceci montre le rôle important joué par le traitement thermique effectué (pasteurisation à 80°C pendant 20mn) et l'adjonction des différents conservateurs, qui ont stabilisé l'acidité et le pH des boissons formulées.

La formulation 75% avec benzoate a présenté des caractéristiques physico-chimiques intéressants et une stabilité importante par rapport aux autres formulations, ce qui prouve le rôle majeur de benzoate de sodium dans la conservation.

A l'issu de notre expérimentations, nous pouvons conclure que la grenade peut effectivement avoir un avenir meilleur dans l'industrie agroalimentaire algérienne ; il peut être facilement transformé en boissons et nectars grâce a des procédés peu exigeants et une technologie peu coûteuse.

La grenade présente aussi, à coté de ces valeurs nutritionnelles et thérapeutiques, des intérêts économiques et écologiques très importants d'où la nécessité de lui accorder plus d'intérêt en suivant quelques perspectives et recommandations :

- ❖ Cherchant à découvrir et à élargie les études sur la grenade et ces variétés.
- ❖ Identification des composés phénoliques et de pouvoir antioxydant par des techniques plus avancer et plus innovés (HPLC...).
- ❖ Introduire la culture du grenadier dans les projets de développement du ministère de l'agriculture.
- ❖ Compléter l'étude par des travaux sur d'autres paramètres physico-chimiques (dosage des sels minéraux, oligo-éléments...etc.);
- ❖ Instaurer un partenariat entre la recherche agronomique et les investisseurs pour la transformation technologique et la réalisation des projets pilotes.
- ❖ Poursuivre cette recherche en approfondirons sur la classification, les effets thérapeutiques ...etc, de façon à mieux valoriser ce fruit.
- ❖ Evaluer la qualité nutritionnelle globale du produit.

Annexe N° 01 :

Appareillage

- pH mètre
- bain marie
- capsule en porcelaine
- balance de précision
- réfrigérateur
- mixeur
- passoire métallique
- bec benzène
- étuve
- réfractomètre
- spectrophotomètre
- centrifugeuse
- four pasteur
- plaque chauffante

Verrerie

- béchers
- pipette graduée
- pipettes pasteurs
- burette
- fiole jaugée
- tubes à vice stérile
- flacons de 250 ml
- boîtes de pétri

Réactifs

- acide sulfurique H₂SO₄
- phénolphtaléine
- solution d'acétate de plomb
- bleu de méthylène
- eau distillée
- Eau physiologique

Annexes

- Solution tampon
- Solution Fehling A et Fehling B
- NaOH à 10N et à 0.1N
- Empois d'amidon
- Solution de DCPIP
- Solution étalon de la vitamine C
- Solution de carbonate de sodium à 7.5%
- Ferricyanure de potassium à 1%
- Acide trichloracétique à 10%
- Tampon phosphate (0.01M et pH 6)

Milieux de culture

- PCA
- OGA
- VRBL
- Chapman
- Viande foie

Annexe N° 02:

Preparation des solutions

➤ **Solution Fehling**

➤ **Fehling A**

- Sulfate de cuivre 40g
- Acide sulfurique pur 2ml
- Eau distillée 1000 ml

➤ **Fehling B**

- Tartrate double de Na et K 200 g
- Soude pur (NaOH) 150ml
- Eau distillée 1000 ml

➤ **Filtrat 1**

- 20ml de l'échantillon
- 5ml d'acétate de plombe
- Ajuster à 100 ml avec l'eau distillé
- Filtrer le mélange.

➤ **Filtrat 2**

- Prélever 50ml de filtrat 1
- Ajouter 5ml d'HCL concentré
- Porter au bain marie ($T^{\circ} = 70^{\circ}C/5min$)
- Neutraliser avec NaOH à 10 N en présence de phénolphtaléine à 2% jusqu'à apparition d'une couleur rose persistante.

➤ **Solution de bleu de méthylène**

- Bleu de méthylène 2g
- Eau distillé 1000ml

➤ **Solution d'acétate de plombe**

- Acétate neutre de plombe 5g
- Eau distillé 100ml

Annexes

➤ **Solution de phénolphtaléine à 2%**

- Phénolphtaléine 2g
- Eau distillé 100ml

➤ **Solution de NaOH à 10 N**

- Soude 40g
- Eau distillé 1000ml

➤ **Solution de NaOH à 0.1N**

- Soude 4g
- Eau distillé 1000ml

➤ **Empois d'amidon**

- Amidon soluble 5g
- Eau bouillante 130ml

➤ **Solution de DCPIP**

- DCPIP 0.25g
- Eau distillé 500ml

➤ **Solution étalon de vitamine C**

- Vitamine C 0.25g
- Eau distillé 500 ml

➤ **Solution de carbonate de sodium à 7.5 %**

- Carbonate de sodium 7.5 g
- Eau distillé 100 ml

➤ **Ferricyanure de potassium à 1%**

- Ferricyanure de potassium 1g
- Eau distillé 100 ml

➤ **Acide trichloracétique à 10%**

- Acide trichloracétique 10 g
- Eau distillé 100 ml

➤ **Chlorure ferrique à 0.1 %**

- Chlorure ferrique 0.1 g
- Eau distillé 100 ml

➤ **Tampon phosphate (0.01M, PH 6)**

▪ **Phosphate di-sodique 0.2 M (1)**

- $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ 71.7 g
- Eau distillé 1000 ml

▪ **Phosphate mono-sodique 0.2 M (2)**

- $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ 27.8 g
- Eau distillé 1000 ml

➤ **Tampon phosphate**

- 87.8ml de la solution (1) + 12.3 ml de la solution (2) et complété à 200 ml avec de l'eau distillé, puis contrôler le pH par papier indicateur pour arriver à pH =6.
- Ajouter la solution (2) pour augmenter le pH.
- La solution (1) pour baisser le pH.

Annexe N° 03 :

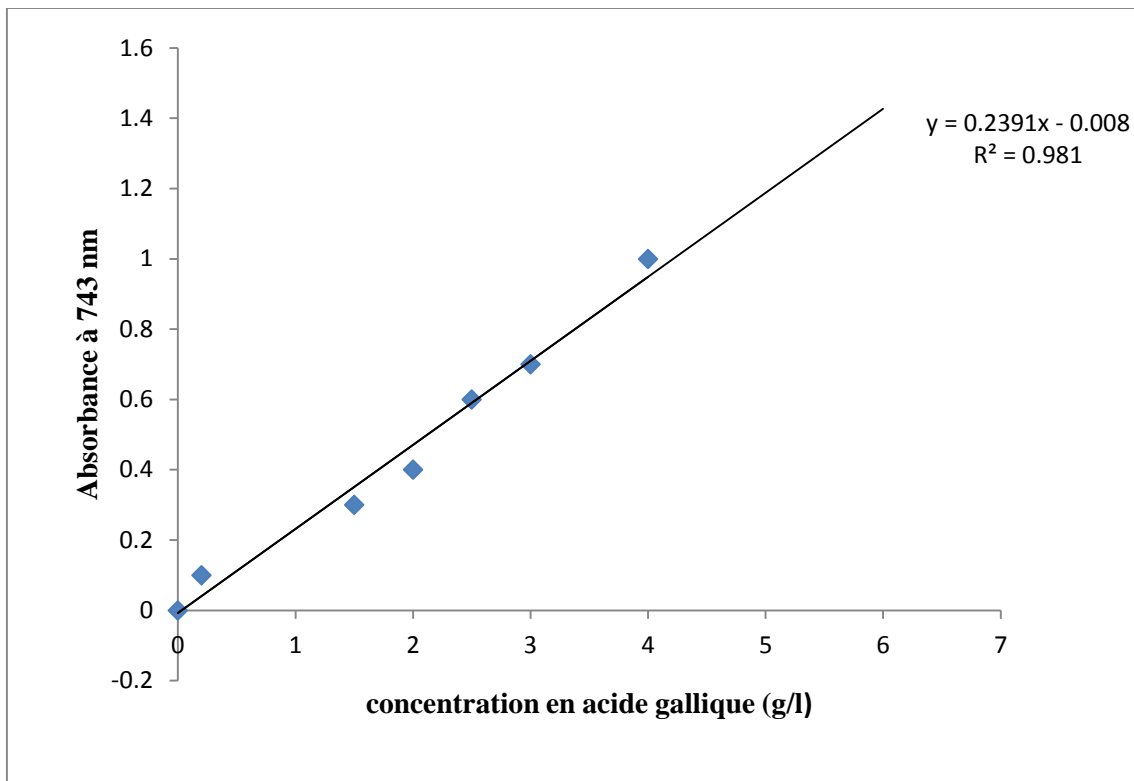


Figure N° : Courbe d'étalonnage des polyphénols

Annexe N°05 :

Analyses microbiologiques

➤ **Technique standard d'estimation des cellules viables :**

$$X = \frac{Fd \times \sum Ci}{V(n1 + 0.1n2) \times d1} \text{ (En U.F.C) Unité Formatrice de Colonie}$$

X : nombre de cellules viables dans un milieu solide ;

Fd : facteur de dilution de la solution mère : somme des colonies comptées sur les boites ;

$\sum Ci$: somme des colonies comptées sur les boites retenues ;

V : volume de l'inoculum (ml) ;

N1 : nombres des boites retenues à la première dilution où il y a 15 à 300 colonies ;

N2 : nombres des boites retenues à la deuxième dilution où il y a 15 à 300 colonies ;

d1 : dilution de la première boite retenue.

Annexes

Annexe N°06 :

Les normes microbiologiques

Les normes des jus de fruits publiées dans le journal officiel de la République Algérienne N°35 de 27/05/1998 sont résumées dans le tableau suivant :

Microorganisme	n	c	m	M
Coliformes	5	2	abs	abs
Levures /1l	5	2	<20	<200
Moisissures /100ml	5	2	10	100
Clostridium sulfito-réducteur	5	0	abs	ans

n : nombre d'unité composant l'échantillon

c : nombre d'unité de l'échantillon donnant des valeurs situées entre « m » et « M ».

m : seuil au-dessous duquel le produit est considéré comme de qualité satisfaisante.

M : seuil limite d'acceptabilité au-delà duquel les résultats ne sont plus considérés comme satisfaisants, sans pour autant que le produit soit considéré comme toxique.

M= 10m lors du dénombrement effectué en milieu solide.

M= 30m lors du dénombrement effectué en milieu liquide.

Annexe N°07 :

Statistiques élémentaires

- **Calcul de la moyenne arithmétique (M) :**

$$M = \frac{1}{n} \sum_i X_i +$$

- **Calcul de l'écart type (E) :**

L'écart type est une mesure de la dispersion des valeurs autour de leur moyenne arithmétique.

$$E = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (X_i - M)^2}$$

Références bibliographiques

A

- ❖ **ACHIR Z., HAMMAR L. (2010).** Caractérisation physico-chimique des mures (*rubus fruticosus*) et essai de fabrication d'une boisson SMOOTHIES. Mémoire d'ingénieur, UMMTO, Tizi-Ouzou.
- ❖ **ACKLAND M L., VAN DE WAARSENBURG S., JONES R. (2005).** Synergistic antiproliferative action of the avonolsquercetin and kaempferol in cultured human cancer cell lines. *In Vivo*. 19. PP: 69–76.
- ❖ **ADAMS L.S., SEERAM N.P., AGGARWAL B.B., TAKADA Y., SAND D., HBER D. (2006).** Pomegranate juice, total pomegranate ellagitannins and punicalagins suppress in amatory cell signaling in colon cancer cells. *J. Agric. FoodChem*. 54. PP: 980–985.
- ❖ **AFNOR (1986).** Fruits et légumes. Vocabulaire.
- ❖ **AFNOR. (1995).** Norme AFNOR V76-005 pour le jus d'orange. Tour Europe 92049 Paris La Défense Codex. PP : 7-45.
- ❖ **AIT ABDELOUAHEB N. (2001).** Microbiologie Alimentaire. Office des Publications Universitaires, Alger.
- ❖ **AL-MAIMAN S.A., AHMED D. (2002).** Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit maturation. *Food Chem*. 76, PP 437-441.
- ❖ **ALAVOINE F., CROCHON M., FADY C., FAVOT J., MORAS P., PECH J-C. (1998).** La qualité gustative des fruits. Méthodes pratiques d'analyses. PP : 7-18.
- ❖ **ALEXANDRA L. (2001).** La conservation des aliments tout on jeu .Savoir scientifique.
- ❖ **ANONYME 1.** [http:// Fr. wikipedia.org/wiki/ grenade](http://Fr.wikipedia.org/wiki/grenade) (fruit
- ❖ **ANONYME 2, (2006).** USDA: United States Department of Agriculture. National Nutrients Database for Standard Reference. ([http:// nal.usda.gov/pomegranate](http://nal.usda.gov/pomegranate)).
- ❖ **ANONYME 3, (2007).** TRUDEAU C. Institut Université Laval. (en ligne) extrait de : vertus de la grenade. Disponible sur : « [http:// www.passeportsanté.net/fr](http://www.passeportsanté.net/fr) »
- ❖ **ANONYME 4, (2006).** Les jus de fruits. <http://www.naturalia.fr>
- ❖ **ANONYME5.** <http://plantomania.skynetblogs.be/archive/2005/02/07/l-orange-sanguine.html>

Références bibliographiques

- ❖ **ANONYME 6.** <http://www.cuisineaz.com/dossiers/cuisine/bienfaits-orange-sanguine-6202.aspx#cTKjgCBIYyV4pzX0.99>
- ❖ **ANONYME 7.** <http://www.fourchette-et-bikini.fr/cuisine/nutrition/lorange-sanguine-29194.html>
- ❖ **ANONYME 8.** <http://cooktoo.me/lorange-sanguine-nest-pas-assassine/>
- ❖ **ANONYME 9, (2000).** La conservation par le froid. Académie de Lyon. BAC PRO système électrique numérique.
- ❖ **ANONYME 10, (2007).** Société SEPPAL. Indice de FOLIN/ polyphénols totaux. En ligne?. <http://www.seppal.com>
- ❖ **ANONYME 11.** <http://physique-chimie-college.fr/cours-3eme-chimie/dilution-dune-solution-acide-ou-basique/>.
- ❖ **APRIFEL. (2010).** Agence pour la recherche et l'information de fruit et légumes. Disponible sur : www.aprifel.com.
- ❖ **ARA F., FISHER-ZORN M. (2008).** Comparaison chimique et frelatage possible. Science et recherche, jus de grenade. VOL 1.PP :8.
- ❖ **AVIRAM M., DORNFLEL., KAPLAN M., COLEMAN R., GAITINI D., NITTECKKI S., HOFMAN A., ROSENBLAT M., VOLKOVA N., PRESSER D., ATTIAS J., HAYEK T., FUHRMAN B. (2002).** "Pomegranate juice flavonoids inhibit low-density lipoprotein oxidation and cardiovascular disease: studies in atherosclerotic mice and in humans." *Drugs Under Exp. Clin. Res.* 28, 49, 62.

B

- ❖ **BAZARGANI-GILANI B., TAJIK H., ALIAKBARLU J. (2014).** Physicochemical and antioxidative characteristics of Iranian pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Rabbab-e-Neyriz) juice and comparison of its antioxidative activity with *Zataria multiflora* boiss essential oil. Department of Food Hygiene and Quality Control, faculty of veterinary medicine. Veterinary Research Forum, URMIA university, IRAN; 5 (4). PP: 313-318.
- ❖ **BEN-ARIE R., SEGAL N., GUELFAT-REICH S. (1984).** The maturation and ripening of the "wonderful" pomegranate. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 109 (6). PP : 898-902.

Références bibliographiques

- ❖ **BERLINET C. (2006).** Etude de l'influence de l'emballage et de la matière sur la qualité du jus d'orange. Thèse de doctorat, ENSIA. PP : 23-29.
- ❖ **BOIRON A. (2008).** Les décrets permettraient de fixer et faire respecter les catégories. Ed. la revue de l'industrie agroalimentaire, Algérie. PP 30
- ❖ **BOUSALAH N., MERZOUK H., CHIBANE M. (2012).** La grenade fruit divin : caractéristiques morphologique, physicochimiques et propriétés antioxydantes. (French Edition) (Paperback). Editions universitaires Européennes, ISBN : 978388185774.

C

- ❖ **CALIN S.A., CARBONRLI B A. (2005).** La grenade cultivée en Espagne Punicalogine anti-axydante du jus de grenade et de l'extrait de grenade dans les aliments fonctionnelle du fruit. Livre. Natural antioxydant granatum. Université Miguel Hernandez (EDS), Murcia Espagne, PP 77.
- ❖ **CCAF (2004).** Contribution des jus et nectars de fruits aux apports nutritionnels. Enquête comportements et consommation alimentaire en Franc.
- ❖ **CENDRES A. (2010).** Procédé novateur d'extraction de jus de fruits par micro-onde : viabilité de fabrication et qualité nutritionnelle des jus. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse. Thèse de doctorat. PP 33. <https://www6.paca.inra.fr/.../Thèse%20Cendres%20Aurélie%202010.pdf>
- ❖ **CHAUDHARI S.M., DESAI U.T. (1993).** Effects of plant growth regulators on flower sex in pomegranate (*punica granatum L.*). Indian Journal of Agricultural Sciences. 63(1). PP 34-35
- ❖ **CHEFTEL J.C., CHEFTEL H. (1977).** Introduction à la Biochimie et la Technologie des Sécurité Alimentaire (Tome 1), Tec et doc. Lavoisier.
- ❖ **CHEROT 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 ABIÉS, Paris. PP 1, 45
- ❖ **CODEX ALIMENTARIUS(1995).** La norme générale codex pour les additifs alimentaires. PP 74-76
- ❖ **CODEX ALIMENTARIUS (2005).** Norme générale codex pour les jus et les nectars de fruits. PP 1

Références bibliographiques

- ❖ **CODEX STAN 129-1995 (1995).** « La norme générale CODEX pour les additifs alimentaires ». PP 74.
- ❖ **CODEX STAN 247-2005 (2005).** « Codex Alimentarius-Codex General Standard for Fruit Juices and Nectars ». www.codexalimentarius.net
- ❖ **CX/FAC 05/37/33, (2005).** Document de travail sur l'acrylamide. Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires, comité du CODEX sur les additifs alimentaires et les contaminants. 37^{ème} session, La Haye, Pays-Bas, 25-29 avril. PP : 8

D

- ❖ **DADASHIL S., MOUSAZADEH M., EMAM-DJOMEH Z., MOUSAVI S.M. (2013).** Pomegranate (*Punica granatum*L.) seed: a comparative study on biochemical composition and oil physicochemical characteristics. International journal of Advanced Biological and Biomedical Research. ISSN: 2322-4827, Vol 1, Issue 4, 2013: 351-363. Disponible En ligne?: <http://www.ijabbr.com>
- ❖ **DARINMOU, (2000).** Conseil pour le consommateur. Laboratoire darinmoub. Site web : darinmoub.com/conseils.pdf.
- ❖ **DJOUDI F., ZITOUNI S. (2010).**Formulation d'une boisson à base de purée de tomate, de fraise et de raisin rouge. Mémoire d'ingénieur, INA, Alger. PP 11, 14, 50, 54,70.

E

- ❖ **EL-NEMR S.E., ISMAIL I.A., RAGAB M. (1992).** The chemical composition of juice and seeds of pomegranate fruits. *Fluessiges-obst.* 59 (11). Fruit processing, 2(11), PP 162-164.
- ❖ **ELGAMOUZ S. (2016).** Le suivi de la teneur de la vitamine C dans un jus industriel. Chimie des molécules Bioactives (CMBA).Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, 2016, 39-40.
- ❖ **ELIZABETH V. (2007).** Microbiologie et toxicologie des aliments. Hygiène et sécurité alimentaire. 4^{ème} édition, Douin Editeur, Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Aquitaine. ISBN : 978-2-7040-1233-6. PP : 80-151-163-167.
- ❖ **EMILIE F. (2009).** Connaissance des aliments .Bases alimentaires et notionnelles de la diététique .2eme Edition, Lavoisier .ISBN :978-7430-1156-7.

Références bibliographiques

- ❖ **ESPIRADE. (2002).** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Paris, Lavoisier. PP 360.

F

- ❖ **FAVIER J.C., IRELAND-RIPERT J., LAUSSUQ C., FEINBERG M. (1993).** Répertoire général des aliments: table de composition des fruits exotiques, fruit de cueillette d'Afrique. Tome 3. ORSTOM édition. 213, rue Lafayette-15480, Paris cedex 10. INRA édition, 147, rue de l'université- 75338 Paris cedex 07.
- ❖ **FOURNIER P. (2002).** Conservation des aliments. Encyclopaedia UNIVERSALIS, Version 9, PP6.
- ❖ **FRENOT M; VIERLING E. (2002).** Biochimie des Aliments, diététique du sujet bien portant : Science des aliments. Dion Editeurs, Bordeaux .PP :134-135-136.

G

- ❖ **GRIB M., TAGHERSET L. (2013).** Caractérisation physico-chimique et sensorielle des jus de trois variétés de grenade locales. Mémoire d'ingénieur, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou.
- ❖ **GUILLET F., BENNEFOY C., LEYRAL G., BOURDAIS E-V. (2002).** Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires. Ed. Centre régionale de documentation pédagogique d'aquitaine, Bordeaux. PP 45.
- ❖ **GUIRAUD J-P. (2003).** Microbiologie alimentaire. Ed. dunod. Paris. PP : 12-71, 109-126, 151-166, 473-475.
- ❖ **GUY A., VAROQUAUX P., MONTIGAUD J. (2002).** Technologie de transformation des fruits. Tec & Doc éditions. Paris. Collection sciences et techniques agroalimentaires.
- ❖ **GUY L., ELIZABETH V. (2007).** Microbiologie et toxicologie des aliments .Hygiène et sécurité alimentaire .Dion éditeur, Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Aquitain, 4eme Edition.

H

- ❖ **HMID I. (2013).** Contribution a la valorisation alimentaire de la grenade marocaine (*Punica granatum L.*) : caractérisation physico-chimique, biochimique et stabilité de leur jus frais. Thèse de doctorat : sciences agronomiques. Soutenue le 27 décembre 2013. Université d'Angers (France) et l'Université de Béni Mellal(Maroc). PP : 177

Références bibliographiques

- ❖ **HMID I., ELOTHMANI D., HANINE H., OUKABLI A., MEHINAGIC E. (2017).** Comparative study of phenolic compounds and their antioxidant attributes of eighteen pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Morocco. Arabian Journal Chemistry, Vol 10, S2675-S2684.

I

- ❖ **INRAA, (2006).** Deuxième rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture.

J

- ❖ **JEAN-PIERRE D. (2000).** La conservation des Aliments, Lycée de Métier de l'Hôtellerie et du Tourisme. Alexandre Dumas Strasbourg-Illich.
- ❖ **JEANTE T. (2006).** Science des Aliments, Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits, Lavoisier, Paris, Londres .PP :123.
- ❖ **JORA, (1998).** Arête du 27/05/1998 de journal officiel de la république algérienne N°35. Relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.

K

- ❖ **KADI S. (2011).** Essai de fabrication d'un nectar de fruits à base de pulpe de raisin (*Vitis vinifera*) et de purée de fraise (*Fragaria ananassa duch*) et essai de stabilité. Mémoire d'ingénieur, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou
- ❖ **KENNEDY J.F., RIVERA Z.S., LLOYD L.L., WARNER F.P., JUMEL K.L. (1992).** Ascorbic acid stability in aseptically processed orange juice in TetraBrik cartons and the effect of oxygen. Food Chemistry, 45 (5). PP : 327-331.
- ❖ **KHALIL E.A.M. (2004).** Antidiabetic effect of an aqueous extract of pomegranate (*Punica granatum* L.) peels in normal and alloxan diabetic rats. The Egyptian Journal of Hospital Medicine Vol., 16: 92-99.
- ❖ **KHAN M.M., MARTEL A.E. (1967).** Metal ion and metal chelate catalyzed oxidation of ascorbic acid by molecular oxygen. Journal of the American Chemical Society, 89. PP 4176-4185

L

- ❖ **LANSKYA K., HARRISON G., FROMM P., JIANG W .G. (2005).** Pomegranate (*punica granatum* L.) pure chemicals show possible synergistic inhibition of human

Références bibliographiques

PC-3 prostate cancer cell invasion across Madrigal. *Investigational New Drugs*.23, 121-2.

- ❖ **LECERF J-M. (2002).** La santé au quotidien avec les jus de fruits. Institut Pasteur, Lille, PP 1-20
- ❖ **LEGUA P., MELGAREJO P., HADDIOUI A., MARTINEZ J.J., MARTINEZ R., HMID I., HANINE H., HERNANDEZ F. (2012).** Total phenols and antioxidant capacity in 10 Moroccan pomegranate varieties. *J. food sci.* 71(1). PP: 115-120.
- ❖ **LI. Y., GUO. C., YANG. J., WEI. J., XU. J., CHENG .S. (2006).** Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chem.* 96: 254-260.
- ❖ **LOOTS D.T., VAN DER WESTHUIZEN F.H., JERLING J. (2006).** Polyphenol composition and antioxidant activity of Kei-Apple (*Dovyalis caffra*) juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 54: PP: 1271-1276.

M

- ❖ **MACHEIX J.J., FLEURET A., JAY-ALLAMANDC. (2005).** Les composés phénoliques des végétaux. Près polytechniques et universitaires normande.
- ❖ **MADLENER S., ILLMER C., HARVATH Z., SAIKO P., LOSERT A., HERBACEK I., GRUSCH M., ELFORED H.L., KRUPITITZA G., BERNHAUS A., FRITZER-SZEKERES M., SZEKERS T. (2006).** Gallic acid inhibits ribonucleotide reductase and cyclooxygenases in human HL-60 promyelocytic leukemia cells. *Cancer Letters* (Epub ahead of print).
- ❖ **MARIA I., FRANCISCO A., HESS-PIERCE B., DEIRDRE M. (2000).** Antioxidant Activity of Pomegranate Juice and Its Relationship with Phenolic Composition and Processing. *Food Chemistry.* Vol 48. N° 10. PP : 4581- 4589.
- ❖ **MELGAREJO P., SALAZARD M.S. (2003).** Tratado de fruit cultura para zonas aridas y semiaridas. Vol .2 : Algarr. P 416.
- ❖ **MOIGRADEAN D., POIANA M-A., GERGEN I., DOGARU D. (2006).** Antioxidant capacity evaluation in relation with polyphenols and ascorbic acid content for some natural juices. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies.* Vol XII, N°2, Romania. PP 385-390.
- ❖ **MORGANE D. (2013).** Les différents moyens de conservation des aliments.

Références bibliographiques

- ❖ **MSDA. (2002).** Jus de fruit et de légumes, nectars de fruits, sirops de fruits, concentrés de poudres. Manuel suisse des denrées alimentaires, chapitre 28A. PP : 9
- ❖ **MULTON J.L. (1992).** Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agro-alimentaire. Ed : tec. Et doc-Lavoisier. APRIA ; PP : 169-178
- ❖ **MULTON J.L., BUREAU G., (1998).** L'emballage des denrées alimentaires de grande consommation. Paris, Lavoisier, PP1082
- ❖ **MULTON J.L., SORSOTE A., ARTHAUDJ.F. (1994).** La qualité des produits alimentaires. Paris, Lavoisier, PP754.
- ❖ **MURIELLE M. (2009).** Nutrition Humain et Sécurité Alimentaire .Lavoisier, ISBN : 987-2-7430-1072-0.
- ❖ **MIGUEL G., DANDLEN S., ANTUNES D., MARTINS D. (2004).** The effect of two methods of pomegranate (*Punica granatum L.*) juice extraction on quality during storage at 4°C. Journal of biomedicine and biotechnology.5: PP: 332-337

N

- ❖ **NEURATH A.R., STRICK N., LI Y Y., DEBNATHA.K. (2004).** *Punica granatum* (Pomegranate) juice pro-vides an HIV-1 entry inhibitor and candidate topical micro biocide. BMC Infect. Dis. 4, 41.
- ❖ **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., BELLAJI M., CHAHBAR A., ELKACEMI A., LAHLOU M., ALLABOU M. (2004).** Comportement de clones locaux et de variétés étrangères de grenadier (*Punic granatum L.*) conduits dans la région de Meknès. Al Awama.3, PP111
- ❖ **OYAIZU M. (1986).** Studies on products of browning reactions: Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. Jpn J Nutr; 44: 307-315.
- ❖ **OZKANM. (2002).** Degradation of anthocyanins in sour cherry and pomegranate juices by hydrogen peroxide in the presence of added ascorbic acid. Food Chem. 78(4), PP 499-504.

Références bibliographiques

P

- ❖ **PARASHANTH D., ASHA M.K., AMIT A. (2001).** Antibacterial activity of *Punica granatum*. Fitoterapia. N°72. PP 171- 173.
- ❖ **PHILM. (2005).** Structure and functionality of the pigments isolated from *Onosmahispidium* (Ratanjot) *Terminaliacatappa* (Janglibadam) and the other tropical plants. In université de Karachi département des sciences des aliments et de technologies. Thèse doctorat soutenue Février 2005. PP 312
- ❖ **PNNS. (2007).** Les glucides. Programme National Nutrition Santé. PP : 1
- ❖ **PROLONGEAU V., RENAUDIN N.(2009).** Charte d'engagement volontaire de progrès nutritionnels : jus et nectar de fruits. Version grand public, UNIJUS. PP 6
- ❖ **PYLYPIW H-M., GREYER M-T. (2000).** Rapid high-performance liquid chromatography method for the analysis of sodium benzoate and potassium sorbate in foods. Journal of Chromatography A, N° 883, USA. PP 299-304.

Q

- ❖ **QA INTERNATIONAL COLLECTIF. (1996).** L'encyclopédie visuelle des aliments. Livre. Québec-Amérique(EDS), Singapour, PP 685.
- ❖ **QUERZEL P., SANTA S. (1963).** In : La nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionale. Ed. Centre national de la recherche scientifique. Tome II. PP 665.

R

- ❖ **RAKOTOVAO A-M. (1999).** Contribution à la valorisation des courges et des pommes en marmelade. Mémoire d'ingénieur. Université d'Antananarivo, Madagascar. PP6, 20, 21, 37, 40
- ❖ **RUBY F., DIONNE J.Y. (2007).** Produits de santé naturels. Vitamine C. (passeport santé. Net). PP : 1.

S

- ❖ **SEERAM N.P., SCHULMAN R.N., HEBER D. (2006).** Pomegranates: Ancient Roots to Modern Medicine. Taylor and Francis CRC Press, Boca Raton, FL, USA
- ❖ **SHEETE M.D., DUBOID M.L., WILLIAMSON J.G. (2004).** The pomegranate. In: institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. HS-44

Références bibliographiques

- ❖ **SINGLETON V.L., ROSSI J.A., (1965).** Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- ❖ **SIZER C.E., WAUGH P.L., EDSTAM S., ACKERMAN P. (1988).** Maintaining flavor quality of aseptic orange juice. *Food Technology*, 42 (6). PP: 152-159.
- ❖ **SUMNER M.D., ELLIOTT-ELLER M., WEIDNER G., DAUBENMIER J.J., CHEW M.H., MARLIN R., RAISIN C.J., ORNISH D. (2005).** Effects of pomegranate juice consumption on myocardial perfusion in patients with coronary heart disease. *Am. J. Cardiol.* 96 (6). PP: 810-814.

T

- ❖ **TAHIROVIC I., KESKIN-SASIC I., TOPCAGIC A., KELPO L., SALIHOVIC M., IBRAGIC S., TOROMANOVIC J., AJANOVIC A., VELISPAHIC E. (2012).** Total phenolic content and antioxidant capacity of fruit juices. *Bulletin of the chemists and technologists of Bosnia and Herzegovina*, 39, PP: 25-28.
- ❖ **TEHRANIFAR A., ZAREI M., NEMATI Z., ESFANDIYARI B., VAZIFESHENAS M.R. (2010).** Investigation of physico-chemical properties and antioxidant capacity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum L.*) cultivars. *Sci. Hortic.* 126(2), PP180-185.
- ❖ **TRAVERS I. (2004).** Influence des conditions pédo-climatiques du terroir sur le comportement du pommier et la composition des pommes à cidre dans le Pays d'Auge. Thèse de Doctorat. Université de Caen. Basse-Normandie. PP124.

U

- ❖ **UNIJUS (2002).** Jus de fruits : qualité, sécurité, vitalité. Dossier de presse, Union Nationale Interprofessionnelle des jus de fruits, Paris. PP 4

V

- ❖ **VIERLING E. (2008).** Alimentation et boisson : Technologie et aspect réglementaire. **BOISCIENCES ET TECHNIQUE.** Alsace-Lorraine, Centre régionale de documentation pédagogique d'Aquitaine, PP 202.
- ❖ **VIERLING E. (2008).** Science des aliments, 3^e édition. Ed. centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine, Bordeaux. PP 263-237

Références bibliographiques

W

- ❖ **WALD E. (2009).** Le grenadier *Punica granatum* : Plante historique et évolution thérapeutique récentes. Université Henri Poincare. Thèse. PP 185.

Z

- ❖ **ZAREI M., AZIZI M., BASHIR-SADAR Z. (2011).** Evaluation of physicochemical characteristics of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit during ripening. Fruit, Vol.66 (2). PP: 121-129.

Résumé

La grenade (*Punica granatum* L.) est un fruit très nutritif cultivé en Algérie. Néanmoins, il n'est pas disponible toute l'année à cause de son caractère saisonnier. C'est pourquoi il paraît intéressant de le transformer en une boisson nectar et de le rendre disponible pour toute la population.

Dans ce présent travail, nous avons contribué à l'élaboration d'une boisson nectar à base de ce fruit d'une variété locale. Le principe est de mélanger le jus pur de la grenade avec des mêmes quantités du sucre, d'acide citrique, d'acide ascorbique et des quantités d'eau et de benzoate de sodium différentes de façon à obtenir trois formules dissemblable, puis pasteuriser les mélanges.

Une caractérisation physico-chimique (pH, acidité titrable, Brix, cendres, Vitamine C, sucres, polyphénols et pouvoir antioxydant) est réalisé sur le jus de la grenade pur, sur le jus référence (jus d'orange sanguine) et les boissons formulées.

Ensuite, nous avons effectués un test de stabilité et une étude microbiologique sur les boissons incubé 21 jours à l'air ambiant.

A la fin de la transformation, nous avons obtenu une boisson nectar conforme aux normes aussi bien sur le plan physico-chimique que sur le plan microbiologique ainsi que la stabilité durant la conservation.

Mots-clés :boisson, nectar, grenade, analyses physico-chimique, analyses microbiologiques, test de stabilité.

Abstract:

Pomegranate (*Punica granatum* L.) is a very nutritious fruit grown in Algeria. However, it is not available all year round because of its seasonal character. It is therefore important to transform it into a nectar drink and make it available to the whole population.

In this work, we contributed to the development of a nectar drink based on this fruit of a local variety. The principle is to mix the pure juice of the pomegranate with the same amounts of sugar, citric acid, ascorbic acid and different amounts of water and sodium benzoate so as to obtain three dissimilar formulas, and then pasteurize mixtures.

A physic-chemical characterization (pH, titrable acidity, brix, ash, vitamin C, sugars, polyphenols and antioxidant power) is carried out on the pure juice of pomegranate, the reference juice (blood orange juice) and the formulated drinks.

Then we performed a stability test and a microbiological study on drinking incubates 21 days in ambient air.

At the end of the transformation, we obtained a nectar drink conforming to the standards both physic-chemically and microbiologically, as well as stability during storage.

Key words:drink, nectar, pomegranate, physicochemical analyses, microbiological analyses, stability test.