

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES**



**Faculté de Technologie**

**Mémoire de fin d'étude**

Présentée par :

**BEN HAFFAF ABIR**

**KHETTAB MANEL**

En vue de l'obtention du diplôme de master II

**Filière : Génie des procédés**

**Spécialité : Génie alimentaire**

## **Essai de production d'un nectar de grenade**

**Devant le composé de :**

Mme Ben malek. N	MAB	Présidente	UMBB
Mme Larid . R	MAB	Examinatrice	UMBB
Mme Idir .L	MAB	Promotrice	UMBB

**Année Universitaire 2023/2024**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# *Remerciements*

*Tout d'abord nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné autant de courage et de volonté pour la réalisation de ce travail.*

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre promotrice Mme IDIR Lamia d'avoir pris la peine de nous suivre et nous diriger tout au long de notre travail.*

*Nous remercions aussi tous les membres du laboratoire de la Faculté des Sciences d'ingénieur*

*Nous remercions également toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin à réaliser ce travail.*

# *Dédicace*

*Nous dédions ce modeste travail à :*

*Nos parents, qui veillent sur notre réussite,  
pour leur encouragement durant nos études*

*A nos frères et sœurs.*

*Tous nos camarades étudiants de la spécialité  
de « génie alimentaire ».*

## Sommaire :

Sommaire :.....	2
Résumé .....	8
Introduction : .....	14
Chapitre I :.....	16
Généralités sur la grenade.....	16
1.1. Historique : .....	17
1.2. Présentation : .....	17
1.3. Origine géographique : .....	18
1.4. Description botanique, conditions climatiques de culture et conservation du fruit :.....	18
1.5. Nomenclature : .....	20
1.6. Caractéristiques physiques des fruits : .....	21
1.7. Composition chimique des différents organes du grenadier :.....	21
1.7.1. L'écorce de la racine : .....	22
1.7.2. L'écorce du tronc du grenadier :.....	22
1.7.3. Les feuilles :.....	23
1.7.4. Les fleurs : .....	23
1.7.5. Le fruit : .....	24
1.8. Facteurs écologiques liées à la culture du grenadier :.....	25
1.8.1. Climat : .....	25
1.8.2. Irrigation : .....	25
1.8.3. Pestes et ravageurs :.....	25
1.9. Propriétés thérapeutiques : .....	25
1.9.1. Propriétés antioxydantes de la grenade .....	25
1.9.2. Effet anti-âge : .....	25
1.9.3. Activité anti-inflammatoire : .....	27
Chapitre II :.....	28
Les jus et conservation .....	28
2.1. Généralités : .....	29
2.2. Jus de fruits : .....	29
2.3. Différentes catégories de jus de fruits : .....	29
2.3.1. Jus de fruits à base de concentré : .....	29
2.3.4. Nectars de fruits : .....	30

2.3.5. Smoothie :	30
2.6. Le jus de grenade :	30
2.7. Caractéristiques de jus de grenade :	31
2.7.1. Le sucre :	31
2.7.2. Les acides organiques (acide citrique) :	31
2.8. Les colorants alimentaires :	31
2.9. Les conservateurs alimentaires :	32
2.9.1. Acide ascorbique (vitamine c) :	32
Chapitre III:Partie expérimentale	33
3. Matériels et méthodes :	34
3.1. Matériel végétal :	34
3.2. Analyses physico-chimiques du jus pur :	35
3.2.1. Détermination du pH :	35
3.2.2. Degré brix (réfractomètre) :	35
3.4. Analyses physico-chimiques et microbiologiques des nectars obtenus :	44
Chapitre IV Résultats et discussions	49
4. Résultats des analyses physico-chimiques du jus de la grenade :	50
4.1.1. pH :	50
4.1.2 Brix ( % ) :	50
4.1.3. Acidité titrable ( % ):	51
4.1.4. Vitamine C (mg/l)	51
4.1.5. La teneur en eau ( % ) :	51
4.2. Caractéristiques de jus de grenade (1 <sup>er</sup> jour de stockage) :	52
4.2.1. Après 1 <sup>er</sup> jour de stockage :	52
4.2.2. Interprétation :	52
4.3. Caractéristiques de jus de grenade (après 21 jours de stockages) :	54
4.3.1. Après 21 jours de stockage :	54
4.3.2. Interprétation :	55
□ PH :	55
□ Le Brix :	55
□ La vitamine C :	55
□ La teneur en eau	56

---

Caractéristiques microbiologies de jus de grenade :.....	56
Conclusion Générale .....	57
Conclusion : .....	58
Les références bibliographique.....	59
Les références : .....	60
Annexes .....	64
5. Matériel de laboratoire : .....	65
5.1.1. Les réactive utiliser : .....	65
La composition de chimique du milieu de culture OGA (gélose oxytétracycline Agar) .....	66

### Liste des figures :

Figure 0 1: La grenade et ses nombreuses graines (Wald, 2009) .....	17
Figure 0 2 : quelques exemples de variétés de grenade.....	20
Figure 3: les feuilles et la fleur de fruit punica granatum.....	21
Figure 4 : feuilles de punica granatum .....	23
Figure 5 : fleurs de grenadier de variété Provence (Anne-laure .novembre2019).....	24
Figure 6: la grenade et ses défférentes parties (m novembre 2019) .....	24
Figure 7: mesure de pH .....	35
Figure 8: l'appareil de Brix (réfractomètre) .....	36
Figure 9: le nectar de grenade après le titrage .....	37
Figure 10: la teneur en eau d'un jus .....	39
Figure 11: mesure la vitamine C de jus de grenade.....	43
Figure 12: schéma de la préparation de la dilution décimale .....	46
Figure 13: la tenure en eau .....	67
Figure 14: l'acidité titrable .....	68
Figure 15: préparation de jus de grenade.....	68
Figure 16: préparation de solution de Fehling.....	69

## Liste des tableaux :

Tableau 1: La nomenclature de grenade selon Hmid (2013),.....	14
Tableau 2: Les acides organiques(souci et al.1994) .....	24
Tableau 3 : formulation de jus nectar.....	35
Tableau 4 : Caractristiques physiques de grenade.....	41
Tableau 5 : Les valeurs de ph de pulpe de grenade.....	41
Tableau 6 : Les valeurs de brix de pulpe de grenade.....	41
Tableau 7 : Les valeurs de l'acidité titrable de pulpe de grenade.....	41
Tableau 8 : Les valeurs de vitamine c de pulpe de grenade.....	42
Tableau 9 :Les valeurs de teneur en eau de pulpe de grenade.....	42
Tableau 10 : Les valeurs de sucre réducteur de pulpe de grenade .....	42
Tableau 11 : Analyse physico-chimiques des jus préparés après 1 jour de stockage.....	47
Tableau 12 : Les analyse physico-chimique des jus préparés après 21 jours de stockage .....	49
Tableau 13 : Caractristique microbiologique de jus de grenade.....	51

### Liste des abréviations :

- Les rayons UV : des rayons ultraviolets
- E<sub>330</sub> : Acide citrique
- C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> : acide citrique
- pH : potentiel hydrogène.
- PHPH : phénolphtaléine
- DNS : di-nitro salicylique
- UV<sub>VIS</sub> : ultraviolet - visible.
- SM : solution mère
- EPS : eau physiologique
- OGA : Oxytetracycline-glucose-agar
- Abs : Absent
- A.C : acide citrique

## Résumé

L'objectif de ce projet de fin d'étude est développer un procédé optimal pour la production d'un nectar de grenade (*Punica granatum*) de haute qualité, répondant aux attentes des consommateurs en termes de goût, de texture, de valeur nutritionnelle et de durée de conservation, et le pourcentage de sucre dans le jus de grenade.

Une caractérisation physico-chimique (mesure pH, acidité titrable, Brix, teneur en eau, Vitamine C, sucres réducteur et totaux) est réalisée sur le jus de la grenade pur. Ensuite, nous avons effectués un test de stabilité et une étude microbiologique sur les boissons à 21 jours.

Les analyses physico-chimiques réalisées ont montré que le jus pur de grenade contient entre 76,87% et 78,68% d'eau, et présente un pH variant de 5.42 à 5.66. Un degré brix oscillant entre 13.4 % et 14.4% et une teneur élevée en vitamine C avec des valeurs de 246.4 mg/l et 255.2 mg/l.

### Mots clés :

*Punica granatum* L., Extrait de grenade.

(EPG), activité antimicrobienne, activité antioxydant.

(PhPh) : phénophtaléine.

### Abstract

The objective of this end-of-study project is to develop an optimal process for the production of high-quality pomegranate (*Punica granatum*) nectar, meeting consumer expectations in terms of taste, texture, nutritional value and shelf life, and the percentage of sugar in pomegranate juice.

A physicochemical characterization (pH measurement, titratable acidity, Brix, water content, Vitamin C, reducing and total sugars) is carried out on pure pomegranate juice. Then, we carried out a stability test and a microbiological study on the drinks at 21 days.

The physicochemical analyzes carried out showed that pure pomegranate juice contains between 76.87% and 78.68% water, and has a pH varying from 5.42 to 5.66. A Brix degree oscillating between 13.4% and 14.4% and a high vitamin C content with values of 246.4 mg/l and 255.2 mg/l.

**Keywords :**

Punica granatum ,pomegranate extract

(PPE), Antioxydant activity ,Antimicrobial activity.

**ملخص:**

الهدف من هذا المشروع النهائي للدراسة هو تطوير عملية لإنتاج رحيق الرمان (Punica granatum) عالي الجودة، بما يلي توقعات المستهلك من حيث الطعم والملس والقيمة الغذائية ومدة الصلاحية، ونسبة السكر في عصير الرمان. يتم إجراء التوصيف الفيزيائي الكيميائي (قياس الرقم الهيدروجيني، الحموضة القابلة للمعايرة، البريكس، محتوى الماء، فيتامين C، السكريات المختزلة والإجمالية) على عصير الرمان النقي. ثم قمنا بإجراء اختبار الثبات والدراسة الميكروبيولوجية على المشروبات عند 21 يومًا. وأظهرت التحاليل الفيزيائية والكيميائية التي أجريت أن عصير الرمان النقي يحتوي على ما بين 76.87% و78.68% ماء، ويتراوح الرقم الهيدروجيني له من 5.42 إلى 5.66. درجة بريكس تتأرجح بين 13.4% و14.4% ومحتوى عالي من فيتامين C بقيم 246.4 ملجم/لتر و255.2 ملجم/لتر.

**الكلمات المفتاحية:**

بونيكاجراناتوم: خلاصة الرمان.

(EPG)، نشاط مضاد للميكروبات، نشاط مضاد للأكسدة.

(PHPH): الفينوفثالين.

# Introduction

---

## Introduction :

Les fruits, compte tenu de leur valeur nutritive, tiennent une place importante dans l'alimentation de l'homme. Ils apportent des vitamines et des sels minéraux dont l'organisme a besoin (RAKOTOVAO, 1999).

Le problème lié aux fruits est la durée de conservation au cours du stockage qui est relativement courte et la disponibilité pendant toute l'année. La valorisation la plus intéressante pour les producteurs est la commercialisation en frais sur les lieux de production, mais cela ne permet pas d'absorber toute la production. Il est alors utile de transformer les fruits en jus, purée et nectars de fruits (RAKOTOVAO, 2009).

L'intérêt du produit fini est sa longue conservation et sa richesse nutritionnelle de même que la recherche des goûts nouveaux pour les consommateurs.

Le marché des jus de fruits et des nectars propose des produits et des variantes de consommables contenant plusieurs nutriments essentiels, notamment des vitamines, du potassium, du magnésium, du folate et d'autres, tels que des antioxydants, qui sont des éléments nécessaires à la santé humaine. En raison de la prise de conscience croissante des consommateurs quant aux avantages nutritionnels associés aux jus de fruits, la demande de jus de fruits et de nectars est connue pour augmenter à grande échelle à l'échelle mondiale. (Varsha, 2024)

La grenade (*Punica granatum*) 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. Sur ce nous allons essayer de formuler la problématique suivante, Comment optimiser la production d'un nectar de grenade de haute qualité en termes de goût, de texture, de valeur nutritionnelle et de durée de conservation, tout en minimisant les coûts de production et en respectant les normes de sécurité alimentaire?

Alors, dans ce présent travail, nous allons contribuer à l'élaboration d'une boisson nectar à base de ce fruit. Le principe est de mélanger le jus pur de la grenade avec des quantités de sucre et d'acide citrique. Une caractérisation physico-chimique (pH, acidité titrable, Brix, Vitamine C, sucres, et teneur en eau) est réalisée sur le jus de la grenade pur, et sur les boissons formulées ainsi que des tests microbiologiques.

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.

Notre travail a été réalisé au niveau des laboratoires pédagogiques de la faculté de technologie- université de Boumerdes selon la disponibilité des produits et du matériel.

Le présent document contient deux parties :

- La partie bibliographique qui comporte des généralités sur la grenade et les jus ;
- Et la partie expérimentale qui contient la description de la matière première et les analyses physico-chimiques réalisées ainsi que les résultats obtenus et leurs interprétations.

# **Chapitre I :**

# **Généralités sur**

# **la grenade**

### **1.1. Historique :**

La grenade est le fruit du grenadier (*Punica granatum*). 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 Sanchez et al. 2005*).



**Figure n°0 1:** La grenade et ses nombreuses graines (*Wald, 2009*)

### **1.2. Présentation :**

Le grenadier est un petit arbre à port arbustif des régions méditerranéennes qui peut atteindre 6 m de haut. Ses fleurs rouges vives mesurent 3 cm de diamètre. Ses fruits, les grenades, contiennent en moyenne 600 graines pulpeuses. La grenade est une grosse baie ronde, de la taille d'une grosse orange, à écorce dure et coriace, de couleur rouge ou jaune beige, qui renferme de nombreux pépins de couleur rose à rouge. Seuls ses pépins sont comestibles, soit environ la moitié du fruit. Dans chaque pépin, la graine est enrobée d'une pulpe gélatineuse de chair rouge transparente, sucrée chez les variétés améliorées, sinon d'un goût plutôt âcre (*Benoît Bock, 2013*).

### 1.3. Origine géographique :

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

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

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

### 1.4. Description botanique, conditions climatiques de culture et conservation du fruit :

Le grenadier est un arbre ou arbuste (2 à 5 m de haut) à longue durée de vie et très bien adapté au climat méditerranéen et aux zones arides. Légèrement épineux, au feuillage caduc et au tronc tortueux, il produit de magnifiques fleurs ornementales, portant souvent le nom de balaustes. Les fleurs ont la particularité d'être rouge pourpre ou grenat et d'aspect froissé.

#### Carte d'identité de grenadier

- ✓ Nom commun : grenadier
- ✓ Nom scientifique : *punica granatum*
- ✓ Autre nom : *galaustier , arosse , granitier*
- ✓ Classification botanique :
  - Ordre : *Myrtales*
  - Famille : *lythraceae*
  - Genre : *punica*
- ✓ espèce : *punica granatum*
- ✓ milieu d'origine : *asie centrale*
- ✓ type : angiospermes parties utilise : fruits, feuilles, racines

Le grenadier est un arbre très rentable puisqu'il commence à produire des fruits dès sa 4<sup>ème</sup> année. Cependant, l'irrigation est très importante car elle influence énormément la qualité des fruits. Ainsi, une sécheresse importante induira un éclatement des fruits, qui seront alors impropres à la consommation. Pour produire de beaux et gros fruits, un arrosage abondant est donc un critère essentiel. *(COURCHET .L et al,1897)*

Il est aussi important de réaliser la récolte du fruit avant sa maturité (quand l'écorce commence à peine à rougir), le fruit ayant tendance à se fendre dès lors qu'il a atteint sa maturité optimale. La récolte des grenades s'échelonne ainsi de fin août à décembre selon la variété cultivée.

Les fruits du grenadier sont des baies renfermant chacune de nombreuses graines enrobées d'une pulpe gélatineuse rouge. L'ensemble est appelé arille. La baie de grenade renferme des dizaines d'arilles protégés par une écorce dont la couleur peut varier du jaune au rouge foncé

La grenade est un fruit dont seulement une partie est consommable : seuls les arilles sont consommés. La partie comestible représente 52% du poids du fruit et chaque arille est composé de 78% de pulpe contre 22% de graine. *(BARTELS.J et al,1998)*

La grenade entière est un fruit se conservant très bien dans le temps (plusieurs semaines dans le bac à légumes). L'écorce de la grenade la protège de toute altération. Cependant, une fois ouverte, les arilles se dégradent très rapidement menant à une perte des propriétés nutritionnelles du fruit. *(EVREINOFF.V et al 1957)*

L'écorce de la grenade la protège de toute altération. Cependant, une fois ouverte, les arilles se dégradent très rapidement menant à une perte des propriétés nutritionnelles du fruit.

La grenade, de nombreuses variétés pour une large palette de couleur. La plupart d'entre nous pense qu'une grenade doit forcément être rouge, voire grenat, pour être bien mûre, mais ce n'est pas si simple. *(BARTELS.J et al,1998)*

La couleur des fruits n'indique absolument pas le degré de maturité du fruit. En effet, il existe une multitude de variétés de grenade, chacune liée à un terroir et un pays producteur.



Variété	Origine géographique	Couleur des grains
Wonderfull	USA	Rouge vif intense
De povence	France	Rouge pale
Hermione	Grèce	Rouge
Blanca	Espagne	Rose
Ak anar	Turquie	Pale

*Figure n°0 2 : Quelques exemples de variétés de grenade*

### 1.5. Nomenclature :

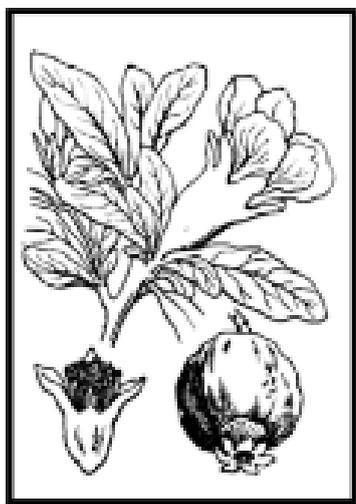
La Nomenclature de Grenadier est :

Nom scientifique	<b>Punica granatum</b>
Nom français	<b>Grenadier</b>
Nom anglais	<b>Pomegranate</b>
Nom espagnol	<b>Granado</b>
Nom italien	<b>Melograno</b>
Nom arabe	<b>Roman</b>

**Tableau 1: La nomenclature de grenade selon (Hmid et al,2013)**

### **1.6. Caractéristiques physiques des fruits :**

Le poids des grenades varie généralement selon l'origine et le cultivar entre 163 et 216 g. 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 and Ahmad, 2002, Oukabli et al., 2004*). Dans une autre étude concernant des cultivars iraniens, le poids du fruit varie entre 197 g et 315 g, le pourcentage en arilles est compris entre 38–65% du poids total du fruit, écorce (32,28–59,82%), pépins (9,44–20,55%) et jus (26,95–46,55 ml/100g du fruit) (*Tehranifar et al., 2010*).



**Figure 3: les feuilles et la fleur de fruit punica granatum**

### **1.7. Composition chimique des différents organes du grenadier :**

Déjà au XIX<sup>ème</sup> siècle, le grenadier suscite un intérêt chez les chercheurs qui, avec des moyens très rudimentaires, ont ainsi mis en évidence certains principes actifs de cet arbre, tels que la pelletierine. Grâce aux relativement récents procédés d'analyse chimique, comme les techniques de chromatographie, de résonance magnétique ou encore de spectrométrie de masse, il a été possible d'identifier avec précision la composition des différents organes du grenadier (*WALD, 2009*).

### **1.7.1. L'écorce de la racine :**

L'écorce de la racine de grenadier a été analysée d'abord par *Mitouart*, en 1824, qui en a retiré une matière grasse assez abondante, des tanins, de l'acide gallique, une matière résineuse, de la mannite, du sucre et « du ligneux » (*Cazin, 1868*).

Puis *La tour* de Trié, en 1831, trouve dans cette écorce de la chlorophylle, beaucoup de résine, des tanins, de la matière grasse, et une substance cristalline sucrée qu'il nomme « grenadine ». Cette dernière est blanche, sans odeur, cristallisée en *choux-fleurs*, et ne semble pas constituer le principe actif du végétal. Il sera montré par la suite que cette substance est simplement de la mannite (*Cazin, 1868*). C'est en 1878 qu'un pharmacien français, Charles *Tanret*, découvre des alcaloïdes dans cette écorce, dont le principal qu'il appelle pelletiérine, et 3 autres, qu'il nomme *isopelletiérine*, *pseudopelletiérine* et *méthylpeltiérine* (*Garnier, 1961*).

En 1899, *Piccinini* ajoute à cette liste un cinquième alcaloïde liquide, isomère de la *méthylpeltiérine*, *l'isométhylpeltiérine* (*Garnier, 1961*). Ces alcaloïdes représentent environ 0,70% de l'écorce de racine du grenadier (*Paris, 1981*).

Plus récemment, l'analyse complète de cette écorce par des techniques modernes, met en évidence la présence d'*ellagitanins* tels que la *punicaline*, la *punicalagine*, les *punicacortéines* A, B, C et D, et la *punigluconine*, ainsi que des alcaloïdes *pipéridiniques* autres que la pelletiérine et ses dérivés (*Lanskye, 2007*).

### **1.7.2. L'écorce du tronc du grenadier :**

L'écorce de l'arbre, ainsi que tous les autres organes du grenadier, hormis l'écorce de racine, n'ont presque pas été étudiés par les chercheurs du XIXème siècle. C'est seulement depuis quelques années, et avec des procédés modernes, que l'analyse chimique du grenadier dans son intégralité a été réalisée. Ainsi, l'écorce du grenadier se compose d'*ellagitanins* comme la *punicaline*, la *punicalagine*, la *punicacortéine* A, B, C et D, la *punigluconine*. Elle contient aussi des alcaloïdes tels que la pelletiérine, la méthylpeltiérine et la pseudopeltiérine (**Lanskye, 2007**).

### 1.7.3. Les feuilles :

Les feuilles du grenadier contiennent des *flavones*, telles que la *lutéoline* et l'*apigénine*. Cette dernière posséderait des propriétés anxiolytiques (*Lanskye, 2007*). Elles renferment également des tanins, comme la *punicaline* et la *punicalagine* (*Lanskye, 2007*).



*Figure 4 : feuilles de punica granatum*

### 1.7.4. Les fleurs :

Les fleurs du grenadier contiennent de l'acide gallique et des *triterpènes* comme l'acide *ursolique*, acide *oléanolique*, acide *asiatique*, acide *maslinique* (*Lanskye, 2007*)



Figure 5 : Fleurs de grenadier de variété Provence (Anne-laure .novembre2019)

1.7.5. Le fruit :

Le fruit possède dans différentes parties de nombreux composés chimiques d'une valeur biologique élevée : écorce, membranes blanches, arilles et pépins.

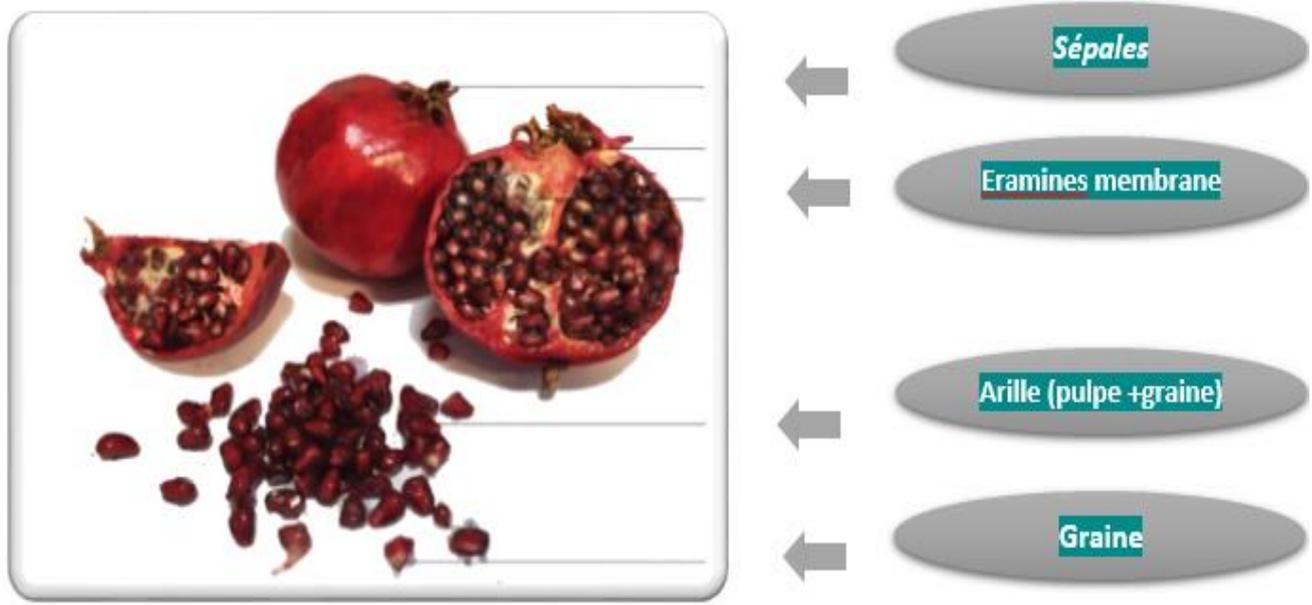


Figure 6: La grenade et ses différentes parties (m novembre 2019)

## **1.8. Facteurs écologiques liées à la culture du grenadier :**

### **1.8.1. Climat :**

La culture du grenadier est essentiellement limitée à un climat semi-aride, légèrement tempéré et subtropical. Il s'adapte naturellement à des régions avec des étés chauds et des hivers froids, comme les pays méditerranéens, l'Afghanistan, l'Iran et les Etats Unis (Californie) (*Ozgen et al., 2008*). Cette espèce peut supporter des températures extrêmes allant de -10 et +40°C (*Oukabli, 2004*). Le fruit est récolté en automne, à maturation (*Iserin, 2001*).

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

### **1.8.2. Irrigation :**

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

### **1.8.3. Pestes et ravageurs :**

La maladie la plus destructrice observée sur les arbres en Floride provoque des taches sur les feuilles et les fruits. Les feuilles infectées sont d'un vert pâle et tombent prématurément. Les fruits infectés sont petits, avec des taches brunes foncées. Au moins trois pulvérisations de fongicides de cuivre neutre par an sont nécessaires (*Sheets et al., 1994*). *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) est un *microlépidoptère* considéré comme le plus grand ennemi des grenades et arrive à causer des dégâts considérables pouvant affecter 90% des fruits. Les traitements chimiques n'ont pas donné grande satisfaction. L'ensachage localisé des fruits s'est montré assez efficace mais peu pratique. Zeuzère (*Zeuzera pyrina L*)

À l'état de larve creuse des galeries sur le tronc et les grosses branches pouvant provoquer leur cassure (Mars, 1995). Le papillon de grenade, *Virachola isocrates*, pond ses œufs sur les fleurs et sur le calice des fruits en développement ; après quelques jours, les chenilles pénètrent les fruits en passant par le calice. Ces foreurs de fruits peuvent causer la perte d'une récolte entière. Des moisissures et champignons infectent les fruits et les dégradent, surtout lors de pluies abondantes au cours de la maturation du fruit, tels que : *Pleuroplaconema*, *Ceuthospora Phyllostict* et *Aspergillus castaneus*. Les fruits fissurés ou éclatés sont les plus touchés (Morton, 1987).

## 1.9. Propriétés thérapeutiques :

### 1.9.1. Propriétés antioxydantes de la grenade

Un rapport de l'OMS, datant de novembre 2003, sur l'alimentation, la nutrition et la prévention des maladies chroniques recommandent 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 et al., 2005 ; Seeram et al., 2007*) Les effets bénéfiques sur la santé 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 ( *$\beta$ -carotène et lycopène*) et les polyphénols 25 (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*). Pour qu'un composé soit défini comme antioxydant, il doit satisfaire deux conditions :

- a. .Présent à faible concentration par rapport au substrat susceptible à oxyder, il doit retarder ou empêcher l'oxydation causée par des radicaux libres.
- b. Les radicaux libres neutralisés par ce composé doivent former une entité stable, afin d'interrompre la chaîne des réactions d'oxydation. La composition des différentes parties du grenadier a montré l'existence de plusieurs types de polyphénols ayant des propriétés *antioxydantes* très importantes à savoir les tanins que l'on trouve en concentration très élevée dans les tiges et l'écorce du grenadier (*Seeram et al., 2006*).

### **1.9.2. Effet anti-âge :**

En luttant contre les dommages causés par les radicaux libres, les antioxydants naturels de la grenade permettent de lutter contre le vieillissement cellulaire. De plus, des études ont montré que des formulations à base de grenade permettraient de protéger les cellules contre les dommages causés par les rayons UV. En limitant le vieillissement précoce de l'organisme, une cure en grenade pourrait ainsi contribuer à combattre les effets de l'âge.( *Food Chem, 2017*)

### **1.9.3. Activité anti-inflammatoire :**

D'après les résultats de plusieurs études scientifiques, les polyphénols de la grenade possèdent également une activité anti-inflammatoire. En d'autres termes, une cure en grenade pourrait permettre de soulager des douleurs dont celles survenant lors d'inflammations.( *J Ethnopharmacol. 2007*)

# **Chapitre II :**

## **Les jus et conservation**

## 2.1. Généralités :

Les jus de fruits, produits essentiellement naturels, sont obtenus par pression de fruits sélectionnés. Certaines espèces fruitières produisent des jus pulpeux (abricot, pêches, poires) ou trop acides (cassis, groseilles, framboises). Il est alors nécessaire pour les consommer directement, d'ajouter de l'eau et du sucre le produit obtenu n'est plus un jus mais un reste de fruit. L'appellation jus de fruits n'est valable que pour un produit pur sans sucre et sans acide ascorbique.

*(EMILE FREDOT et al,2006)*

## 2.2. Jus de fruits :

Le jus de fruits est un liquide fermentescible, mais non fermenté, qui est obtenu à partir du fruit par des procédés mécaniques qui conservent les caractéristiques physiques, chimiques, organoleptiques et nutritionnelles essentielles du fruit dont il provient. Un jus simple est obtenu à partir d'un seul type de fruits. Un jus mélangé est obtenu en mélangeant deux ou plusieurs jus et purées à partir de différents types de fruits. *(Codex alimentarius ,2005)*

## 2.3. Différentes catégories de jus de fruits :

### 2.3.1. Jus de fruits à base de concentré :

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

### 2.3.2. Jus de fruits concentrés et déshydratés :

La norme générale codex *(Codex alimentarius, 2005)* définit le jus de fruits concentré comme le produit obtenu à partir de jus de fruits d'une ou plusieurs espèces par l'élimination physique d'une partie déterminée de l'eau de constitution. Lorsque le produit est destiné à la consommation directe, cette élimination est au moins de 50%. Le jus de fruits déshydraté est défini comme le produit obtenu à partir de jus de fruits d'une ou plusieurs espèces par l'élimination physique de la quasi-totalité de l'eau de constitution *(Cendres, 2011)*.

### **2.3.4. Nectars de fruits :**

Le nectar de fruits c'est un produit fermentescible mais non fermenté, obtenu en ajoutant de l'eau et des sucres et/ou du miel aux produits à de la purée de fruits ou à un mélange de ces produits. L'addition de sucres et/ou de miel est autorisée dans une quantité non supérieure à 20% en poids par rapport au poids total du produit fini. Dans le cas de la fabrication de nectars de fruits sans addition de sucres ou à faible valeur énergétique, les sucres peuvent être remplacés totalement ou partiellement par des édulcorants destinés à être employés dans les denrées alimentaires, conformément à la directive européenne (*Tchango, 1996*).

### **2.3.5. Smoothie :**

Une nouvelle catégorie de produit est apparue sur le marché le Smoothie », qui correspond le plus souvent, dans le secteur des boissons, à une association de jus et de purées de différents fruits. Il n'existe pas de définition réglementaire permettant de contrôler l'usage de cette dénomination, que l'on retrouve dans divers produits du secteur alimentaire (produits laitiers) ou non alimentaire. Lorsqu'ils contiennent uniquement des jus et des purées de fruits, les Smoothies sont réglementairement des jus de fruits (*Braesco et al., 2013*).

### **2.6. Le jus de grenade :**

La partie comestible de la grenade représente environ 50% de son poids total et est composée des graines rouges, dont on extrait le jus. Chaque graine contient dans son intérieur un petit pépin, qui est filtré et séparé pendant le processus de production du jus. La partie rouge *chamue* des graines, qui contient le jus s'appelle arille. (*zarfeshany ,A et al,2014*)

Le jus de grenade, comme de nombreux autres jus de fruits, se compose de sucres tels que le glucose et le fructose et d'acides organiques, qui sont essentiellement des acides citriques et maliques, et de composés bioactifs tels que les *polyphenols* et les *Flavonoides*. Le jus de grenade a un contenu élevé en vitamines hydrosolubles dont la plus importante est la vitamine C ; il est aussi riche en sels minéraux et en oligoéléments tel que le potassium. (*zarfeshany ,A et al,2014*)

## 2.7. Caractéristiques de jus de grenade :

Le produit doit représenter la couleur, l'arôme et la saveur caractéristiques du jus de grenade frais. Il est admis de restituer des *constituants* volatils naturels à tout jus de grenade dont des *constituants* de jus naturels de jus de grenade ont été enlevés. (*Codex alimentarius, 1992*).

### 2.7.1. Le sucre :

Le sucre est un des composants du jus de grenade celui utilisé dans la fabrication du produit est le saccharose.

Le saccharose est un diholoside non réducteur très répandu à l'état naturel. L'hydrolyse chimique ou enzymatique de saccharose conduit à la scission de molécule de saccharose en deux oses simples fermentation : le glucose au jus d'orange pour adoucir le goût et corriger son acidité.

(*Orange fruit-wikipédia.htm*)

### 2.7.2. Les acides organiques (acide citrique) :

Cette acidité est en partie due à la présence d'acide citrique contenue dans la grenade. De plus d'après l'étiquette d'un sirop industriel l'ajout d'un acidifiant entre dans les compositions.

L'acide citrique est un exhausteur de goût naturel d'origine végétale, employé dans l'industrie agroalimentaire, sa formule est  $C_6H_8O_7$  mais il est également dénommé E 330 c'est un triacide (possède trois fois la fonction acide).

Il est biodégradable et non toxique ni pour l'homme ni pour l'environnement. Cependant comme tous les acides en grandes quantités, il peut l'émail des dents et légèrement la paroi stomacale, En utilise l'acide citrique afin d'empêcher l'*oxydation* des aliments, on provoque leur acidification. (*bio linéaires\_com.htm*)

## 2.8. Les colorants alimentaires :

Les colorants constituent une très faible partie des boissons et des aliments. Ils sont responsables de certaines de leurs propriétés organoleptiques. Suivant leurs origines, on classe les colorants rouges en :

- Naturels, extraits de matières végétales ou animales : jus concentrés, poudres...
- produits obtenus par synthèse à partir de substances de composition chimique identique à celle des colorants naturels, ou à partir de substances non encore identifiées dans la nature

(*Orange fruit-wikipédia.htm*)

## 2.9. Les conservateurs alimentaires :

Ils se trouvent souvent sous forme de poudres, et sont utilisés pour la conservation des boissons et prolongement de leur durée de vie, les conservateurs ont un effet bactéricide et rendent les enzymes inactives qui pourraient altérer la boisson. (*Orange fruit-wikipédia.htm*)

### 2.9.1. Acide ascorbique (vitamine c) :

La vitamine C aussi connue sous le nom d'acide ascorbique est la vitamine la plus populaire, commune pour anti-coup elle a rependant d'organisme, elle possède ainsi une action dite anti-oxydante. (*Grenade fruit-wikipédia.htm*)

### 2.9.2. Les acides organiques :

D'après le tableau n°2 on les acide organique un composé chimique constitué d'une fonction acide et d'une radical Par exemple :

**Tableau 2: les acides organiques (souci et al.1994)**

constituant	Unité	Moyennes
Acide malique	Mg/L	±100
Acide citrique	Mg/L	±500
Acide salicylique	Mg/L	±70

**Chapitre III :**  
**Partie**  
**expérimentale**

### 3. Matériels et méthodes :

Notre étude comprend deux étapes :

1. caractérisation physico-chimique de deux variétés de grenade.
2. Essai de formulation d'un nectar à base de grenade.

#### 3.1. Matériel végétal :

- Les fruits des deux variétés ont été achetés du marché au mois de décembre.
- Ils ont été nettoyés, puis pelés pour récupérer les grains, ensuite la partie comestible a été broyée au mixeur et filtrée pour séparer le jus des grains.
- Les différentes caractéristiques physiques sont mentionnées dans le tableau suivant :

Les variétés	Le poids de fruit (g)	Le diamètre de fruit (mm)	La hauteur de fruit (mm)	Le poids de L'écorce (g)	Le poids de graines (g)	La couleur des graines
<b>X1 (ouled moussa)</b>	331.96± 0.001	6.9 ±0.002	5.7 ±0.0001	84.78 ±0.0005	242.75 ±0.0001	Rousse foncé
<b>X2 (boumerdes)</b>	288.83 ±0.001	6.5 ±0.002	4.9 ±0.001	86.88 ±0.004	188.69 ±0.0003	Rousse blanche



### **3.2. Analyses physico-chimiques du jus pur :**

Les analyses réalisées concernent la détermination de : le pH , le degré brix, , L'acidité titrable, La teneur en eau, dosage de la vitamine C , dosage des sucres totaux et des sucres réducteurs.

#### **3.2.1. Détermination du pH :**

##### **Mode opératoire**

L'opération consiste à mettre une quantité suffisante de jus dans un bécher remuant de temps en temps avec une baguette en verre, ensuite on filtre le mélange obtenu et on procède à la détermination du pH en prenant soins que l'électrode soit complètement immergée dans la solution.



**Figure 7: mesure de pH**

#### **3.2.2. Degré brix (réfractomètre) :**

##### **La définition et le principe :**

Il est convenu d'appeler degré Brix le pourcentage de matières sèches solubles, notamment le saccharose qui présente la plus grande partie de la matière sèche peut être exprimé en degré Brix, qui est déterminé à l'aide d'un réfractomètre (mesure faite à une lumière monochromatique ; tel que l'indice de réfraction d'une substance augmente dans le même sens que la concentration de la substance dissoute.

Le contenu des solides solubles représente le total de tous les solides dissous dans l'eau, incluant les sucres, les sels, protéines, acides, etc. et la mesure lue est leur somme totale.

**Mode opératoire :**

Nous déposons une goutte de jus préparé sur la surface du prisme thermostable (au centre d'une chambre échantillon en acier inox) et affichons le résultat.



*Figure 8: l'appareil de Brix (réfractomètre)*

**3.2.3. L'acidité titrable :****La définition et le principe :**

Les milieux biologiques sont généralement des mélanges complexes contenant en particulier de nombreux composés à caractères acides et de nombreux composés à caractères alcalins.

L'acidité totale du milieu est révélée par titration, c'est la somme de l'acidité titrable. De nombreux acides sont présents dans le jus, certains sont entraînés à la vapeur et d'autres sont fixes, comme l'acide malique, citrique et oxalique, à pH 8 tous les acides sont salifiés.

**Mode opératoire :****Préparation de NaoH (0.1N):**

- Peser dans un bécher m= 1g de NaoH.
- Dans une fiole jaugée de 100 ml, ajoutez 1 gramme de NaoH et de l'eau distillée et mélangez bien les ingrédients, en ajoutant une quantité d'eau distillée jusqu'au trait jauge.

**Mode opératoire :**

Prélever 10 ml de jus de grenade d'échantillons déjà préparé, verser dans un bécher, Ajouter 3 gouttes de phénophtaléine et titrer par NaoH jusqu'à changement de couleur (rose).

$$A\% = \frac{(250 \cdot v1 \cdot 100)}{(v0 \cdot m \cdot 100)} \cdot 0.07 = 175 \cdot \frac{v1}{v0 \cdot m}$$

m : masse en g de produit prélevé.

v0 : volume en ml de la prise d'essai.

v1 : volume en ml de la solution d'hydroxyde de sodium 0.1 N utilise.

0.07 : facteur de conversion de l'acidité titrable en équivalent de l'acide citrique.



**Figure 9: le nectar de grenade après le titrage**

**3.2.1. La teneur en eau :****La définition et le principe :**

L'eau existe dans la matière vivante à des teneurs variables entre 10 à 99,5 %. Dans les tissus et les liquides biologiques, on trouve l'eau sous différentes formes : l'eau libre et l'eau liée.

Les méthodes directes de détermination de la teneur en eau les plus utilisées sont basées sur vaporisation, on peut les classer en :

Méthodes d'entraînement azéotropiques d'eau pour un solvant organique non miscible.

Méthode de dessiccation par évaporation, soit à chaud (étuve ou bain-marie) soit à froid (dessiccation, vide sulfurique).

### **Mode opératoire :**

Sécher des capsules vides à l'étuve durant 15 min à 103 °C. Tarer après refroidissement dans un dessiccateur 30 min. Peser les capsules vides après dans chaque capsule on met 10 ml de jus de grenade.

Et peser encore une fois (la capsule + le jus), et placer dans l'étuve réglée à 103 °C pendant 03 heure. Retirer les capsules de l'étuve, les placer dans le dessiccateur pendant 30 min et après refroidissement les peser.

$$\mathbf{H\% = ( M1-M2)/P.100}$$

H% : humidité.

M1 : la masse de la capsule + la matière fraîche avant séchage en gramme.

M2 : la masse de capsule + La matière après séchage.

P : la masse de la prise d'essai en g.

$$\mathbf{Matière sèches \% = 100-H}$$



**Figure 10: la teneur en eau d'un jus**

### **3.2.2. Dosage de sucre :**

#### **La définition et le Principe :**

L'extraction des oses et oligosides est faite selon la méthode décrite par (Goodon, 1997).

Les oses et les oligosides sont extraits par un solvant qui doit être capable simultanément de les solubiliser et de bloquer les activités enzymatiques présentes et susceptibles de les dégrader. Selon la limite du poids moléculaire des oligosides à extraire, les mélanges éthanol-eau sont les solvants de choix. L'éthanol à 80% est le solvant le plus utilisé car il permet d'extraire les oligosides de poids moléculaire inférieur à 2000 et de bloquer les enzymes sans altérer chimiquement les polyosides présents dans le résidu (Goodon, 1997).

#### **Mode opératoire :**

On pèse dans un pot de centrifugeuse 1g d'échantillon bien broyé, puis on ajoute 16 ml d'éthanol à 80%.

**a. Dosage des sucres réducteurs :**

Le dosage des sucres réducteurs est fait selon la méthode de (Miller, 1956).

**La définition et Principe :**

Seuls les sucres réducteurs sont mesurés par la méthode de Miller (1956). La fonction réductrice se complexe sous certaines conditions avec le réactifs DNS (acide di-nitro 3,5 salicylique), ce qui se traduit par une coloration orangée. L'intensité de cette coloration est proportionnelle à la teneur en sucres réducteurs.

**Mode opératoire :**

Mettre 10ml de Fehling et 2 gouttes de bleu de méthylène et titrer avec le filtra 1 jusqu'à l'obtention de la couleur bleu foncé.

$$SR = \frac{240}{v.(v1-0.05)} \cdot 10$$

SR : quantité du sucre réducteur g/l.

V : volume de la prise d'essai ml.

V1 : volume de filtre dépensé pour le titrage.

**B. Dosage des sucres totaux :**

La teneur en sucres totaux est déterminée par la méthode de (Dubois et al. 1956), décrite par (Goodon, 1997).

**La définition et Principe :**

En présence d'acide sulfurique concentré, les oses sont déshydratés en composés de la famille de dérivés fur uriques (C<sub>5</sub> H<sub>6</sub> O<sub>2</sub>). Ces produits se condensent avec le phénol pour donner des complexes jaune Orange. L'apparition de ces complexes est suivie en mesurant l'augmentation de la densité optique à 490 nm. (Goodon, 1997).

Dans un tube en pyrex sont déposés avec précaution, 1 ml de la solution à doser, 1 ml de la solution de phénol à 5%, et 5 ml d'acide sulfurique concentré (95 - 98%).

Après homogénéisation douce du mélange réactionnel et refroidissement, la densité optique est mesurée à 490 nm, à l'aide d'un spectrophotomètre UV-VIS (JASCO-V- 530). On peut déterminer l'absorbance A de chacune des solutions de l'échelle des teintes.

On se placera à la longueur d'onde  $\lambda = 490$  nm (valeur de la longueur d'onde pour laquelle l'absorbance de la solution de glucose + H<sub>2</sub>O + Sol de Phénol + Sol H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> est maximale).

Une gamme étalon de glucose dans l'intervalle [0,0 - 2,0] g/l est préparée à partir d'une solution mère à 2 g/l.

### **Mode opératoire :**

#### **Préparation de la solution NaoH (10N) :**

Dans une fiole jaugée de 250 ml mélanger 100g de NaoH avec l'eau jusqu'au le trait de jaugée.

#### **Préparation de la solution acétate de plomb à 10% :**

Dans une fiole jaugée de 100ml mélange a 10g et ajouté l'eau distillé jusqu'à le traite de jaugée.

#### **Solution de filtrat A :**

Dans une fiole jaugée 100 ml on mélanger 20ml de échantillon (jus) et 5ml de d'acétate de plomb à 10% on ajouter l'eau jusqu'à le trait jaugée.

Dans une bécher en filtré la solution A avec le papier filtre (solution filtré B).

#### **Solution de filtrat B :**

- Dans une fiole jaugée de 100ml ajouter 50ml de solution filtré B et 5ml de HCL.
- Placer dans un bain marré à 70C° pendant 5min.

#### **Préparation de la solution de Fehling :**

Mélanger 5ml de solution A et 5ml de solution B et 100ml de l'eau de robinet.

Titrer le mélange avec NaoH jusqu'à changement de couleur.

**Mode opératoire :**

Dans Un bécher en ajouter 10ml de Fehling et titrer avec le filtra 2 jusqu'à la couleur marron cuivré.

$$ST = \frac{500}{V.(v2-005)} \cdot 10$$

ST : la quantité de sucre totaux g/l.

V : volume de la prise.

V2 : volume de la solution titrée.

**3.2.1. Dosage de la vitamine C :****La définition et le principe :**

La vitamine C est connue pour ses propriétés protectrices et apporte divers bienfaits, notamment en aidant à protéger les cellules du stress oxydatif et en aidant à réduire la fatigue.

La vitamine C contient la plus courante sous l'acide ascorbique, mais elle est aussi ces derniers jours « anti-pollution » et est un système organique, et a également un effet anti-inflammatoire. :

Elle limite la production de radicale libre substance responsable du vieillissement.

La vitamine C contribue également à la production du calogène de la peau et est essentielle à la cicatrisation des plaies, De plus elles facilité l'absorption du fer et du calcium d'origine végétale.

**Mode opératoire :****Préparation d'iode 0,5 N :**

Mettre 50ml d'iode 0,1 et compléter avec l'eau distillée jusqu'à 250 ml.

**Préparation de l'amidon :**

Mettre 1 g d'amidon et ajouter 10ml d'eau froide et 90ml d'eau chaude (fiolle jaugée 100ml).

**Préparation de H2SO4 à 0,5% :**

Dans une fiolle jaugée de 500 ml mettre 6,7ml de H2SO4 et compléter avec l'eau.

**Mode opératoire :**

Prélever 16 ml de jus et 1ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.5 % et 3 goutte d'amidon et titrer avec l'iode a 0.5 %.

$$V = v_1 \cdot 20 \cdot 4.4$$

V : quantité de la vitamine C dans l'échantillon mg/l.

V1 : volume d'iode en ml utilisé pour le titrage.

4.4 : coefficient de l'acide ascorbique.



**Figure 11: mesure la vitamine C de jus de grenade**

### 3.3. Formulation de jus nectar :

La deuxième étape de notre travail consiste à la fabrication du nectar de grenade avec des pourcentages différents : 35% ,40% ,50%.

Le tableau suivant montre la composition des différentes formules.

Jus de fruit pur	35%(35ml)			40%(40ml)			50%(50ml)		
sucre	8g	9g	10g	8g	9g	10g	8g	9g	10g
Acide citrique	0,3g		0.4g	0.3g		0.4g	0.3g		0.4g

**Tableau 3 : formulation des différents nectars**

Les différentes formulations ont été préparées de la manière suivante :

- ✓ Mélange de jus pur avec la quantité précise de sucre et d'acide citrique.
- ✓ Homogénéisation.
- ✓ Compléter avec l'eau jusqu'à 100ml.
- ✓ Homogénéisation et pasteurisation à 85C° pendant 10min.
- ✓ Après refroidissement, les bouteilles ont été mises en réfrigération à 4C°.

### 3.4. Analyses physico-chimiques et microbiologiques des nectars obtenus :

- Après le 1<sup>er</sup> jours du stockage nous avons effectué les analyses suivantes :
- Détermination de degré Brix , pH, l'acidité titrable , teneur en eau , vitamine C.
- Les méthodes utilise sont les mêmes avec celles utiliser pour l'extrait pur.
- Pour les analyses microbiologiques, nous avons effectué la recherche des levures et moisissures.

#### 3.4.1. 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 1ml de chaque dilution.

### **Remarque :**

Au moment de la réalisation des dilutions décimales, il est impératif de changer de pipettes entre chaque dilution.

#### **a. Recherche et dénombrement des levures et moisissures :**

Les levures et moisissures sont des microorganismes eucaryotes hétérotrophes du groupe des champignons. Elles constituent une bonne flore indicatrice de la qualité générale essentielle pour les produits d'origine végétale.

### **Principe :**

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

#### **a. Mode opératoire :**

- Pour les levures (voir figure N°10).
- A partir de la solution mère et de ses dilutions décimales, porter aseptiquement 1 ml dans une boîte de pétri stérile, ajouter environ 15 ml du milieu O.G.A.
- Pour les moisissures (voir figure N°11).

A partir de la solution mère et de ses dilutions décimales, porter aseptiquement 0.1 ml dans une boîte de pétri stérile contenant le milieu O.G.A. Il faut bien étaler le produit sur la surface de la boîte à l'aide d'un râteau stérile.

- Les boîtes contenant l'inoculum et le milieu de culture sont incubés à 30°C pendant 72 heures.
- Les levures forment des colonies blanchâtres de petites tailles.
- Les moisissures forment des colonies cotonneuses filamenteuses.

### **Expression des résultats :**

- Le calcul du nombre de levures et moisissures par ml de boisson se fait comme suit :

$$\text{Nombre de germes levures / ml} = n \cdot \text{taux de dilution}$$

$$\text{Nombre de germes moisissures / ml} = n \cdot \text{taux de dilution} \times 10$$

- Soit : n est le nombre de colonies.

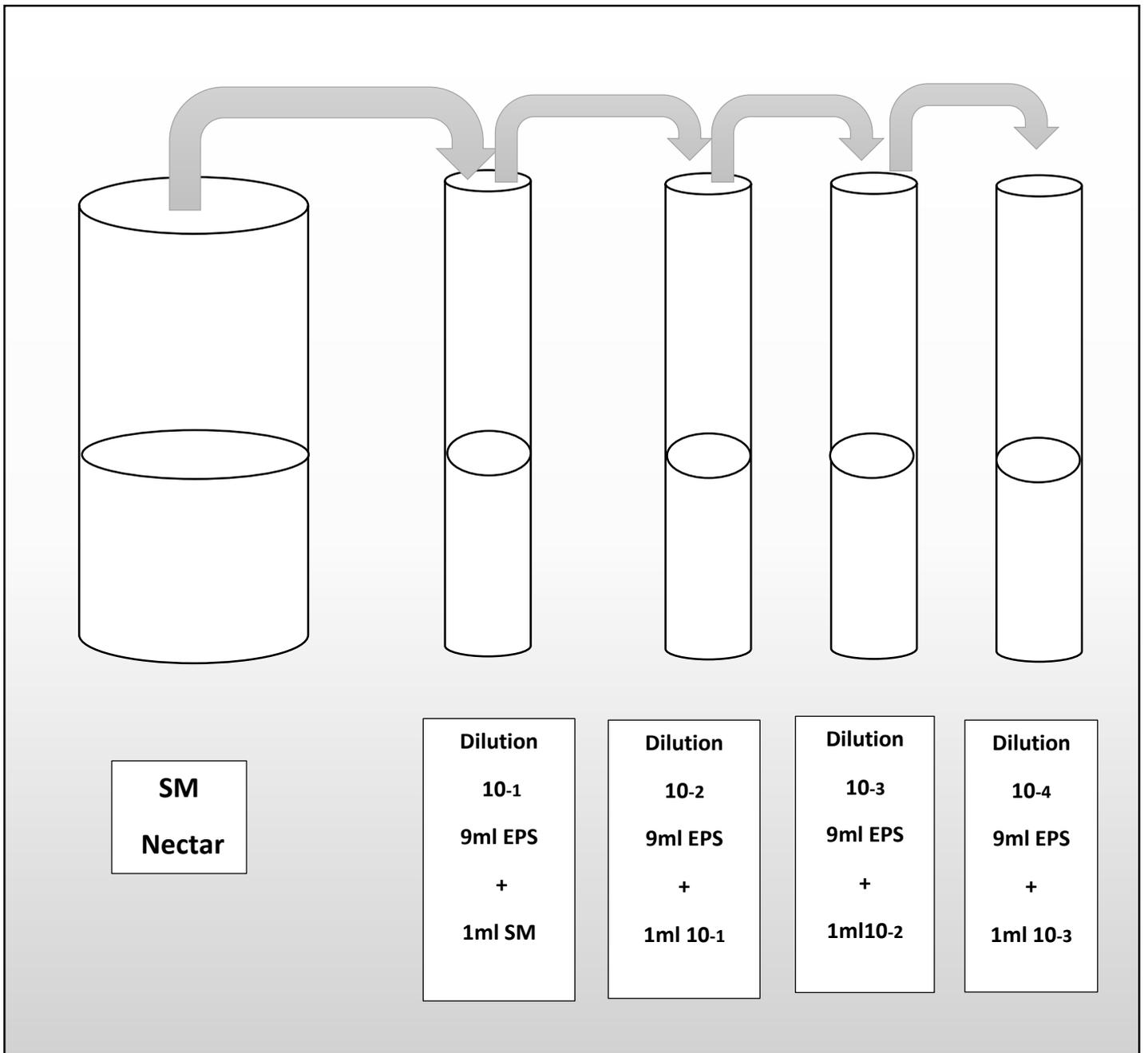


Figure 12: schéma de la préparation de la dilution décimale

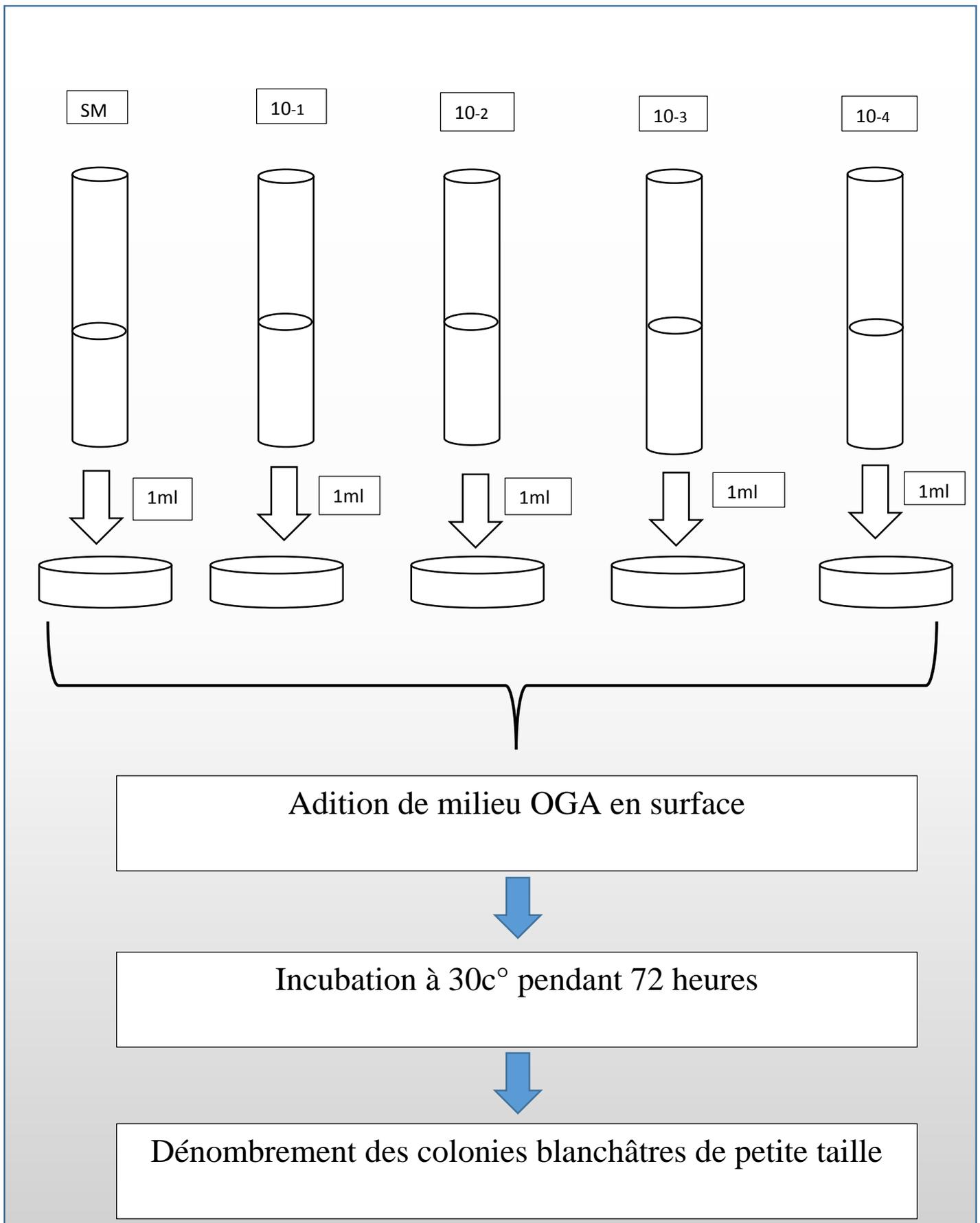


Figure11 : Recherche et dénombrement des levures

**b. Recherche et dénombrement des levures et moisissures :**

Les levures et moisissures sont des microorganismes eucaryotes hétérotrophes du groupe des champignons. Elles constituent une bonne flore indicatrice de la qualité générale essentielle pour les produits d'origine végétale.

**Principe :**

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

**b. Mode opératoire :**

- Pour les levures (voir figure N°11).
- A partir de la solution mère et de ses dilutions décimales, porter aseptiquement 1 ml dans une boîte de pétri stérile, ajouter environ 15 ml du milieu O.G.A.
- Pour les moisissures

A partir de la solution mère et de ses dilutions décimales, porter aseptiquement 0.1 ml dans une boîte de pétri stérile contenant le milieu O.G.A. Il faut bien étaler le produit sur la surface de la boîte à l'aide d'un râteau stérile.

- Les boîtes contenant l'inoculum et le milieu de culture sont incubés à 30°C pendant 72 heures.
- Les levures forment des colonies blanchâtres de petites tailles.
- Les moisissures forment des colonies cotonneuses filamenteuses.

**Expression des résultats :**

- Le calcul du nombre de levures et moisissures par ml de boisson se fait comme suit :

**Nombre de germes levures / ml = n .taux de dilution**

**Nombre de germes moisissures / ml = n .taux de dilution × 10**

- Soit : n est le nombre de colonies.

# **Chapitre IV :**

## **Résultats et discussions**

#### 4. Résultats des analyses physico-chimiques du jus de la grenade :

##### 4.1.1. pH :

Les résultats obtenus pour la mesure de pH des jus de la grenade sont mentionnés dans le tableau suivant :

Echantillons	E1	E2	E3	MOY
Variété 1	5.24	5.33	5.70	5.42±0.0033
Variété2	5.77	5.67	5.55	5.66±0.0033

**Tableau 5 : les valeurs de pH de jus de grenade**

- ✚ La valeur moyenne du pH du jus de grenade est de 5.42 pour la première variété et 5.66 pour la deuxième variété.
- ✚ Ces résultats sont en concordance avec ceux trouvés Par (Martinez et al, 2012) qui varient entre 4.0et 5.5 mais ils sont supérieurs à ceux rapportés par (Hmid,2010) qui varient entre 2.85 et 4.22 et à normes donnée par jora (1998) pour la grenade (2.5 à 4).
- ✚ L'indice du stade de maturité du fruit à la récolte, le degré de précision de l'appareil de mesure et les conditions de travail sont autant des facteurs qui peuvent expliquer ces variations. En effet, lors de la maturité des fruits, le taux de sucre augmente. (Moufida et Margouk, 20003)

##### 4.1.2 Brix (%) :

Echantillons	E1	E2	E3	MOY
Variété 1	15%	14%	14.2%	14.4±0.001%
Variété2	14%	13.9%	12.5%	13.4±0.006%

**Tableau 6 : les valeurs de brix de jus de grenade**

- ✚ L'indice réfractométrique des jus permet d'évaluer leur concentration en sucres solubles.
- ✚ D'après les résultats donnés dans le tableau 6, nous remarquons que la pulpe de grenade présente une valeur moyenne de degré brix de l'ordre de (13.4 – 14.4)% . Cette valeur est comparable à celle de la grenade fraîche donnée par ISHS(2002), soit (12.64 – 15.39)%, et par (Martinez et al,2012) qui varient entre 15.3 et 17.6%.

- ✚ le degré Brix est influencé par des facteurs multiples comme : la variété, la région de culture et la maturité.

#### 4.1.3. Acidité titrable (%):

Echantillons	E1	E2	E3	MOY
Variété 1	4.02%	3.85%	4.02%	3.9±0.003%
Variété2	3.32%	3.15%	4.37%	3.6±0.003%

**Tableau 7 : les valeurs de l'acidité titrable de jus de grenade**

- ✚ La valeur moyenne de l'acidité titrable de la pulpe de grenade sont de 3.6% et 3.9% pour les deux variétés, ces valeurs sont légèrement supérieures à la norme donnée par **ISHS et CIRAD (2002)** pour le jus de grenade (3.40) %.
- ✚ Cette différence est peut être due au stat de maturité des fruits.

#### 4.1.4. Vitamine C (mg/l)

Echantillons	E1
Variété 1	255.2 mg/l
Variété2	246.4 mg/l

**Tableau 8 : les valeurs de vitamine C de jus de grenade**

- ✚ Les teneurs obtenues en acide ascorbique des deux variétés de grenade sont de 246.4mg/l et 255.2mg/l. Ces valeurs sont inférieures à celles donnée par **PLUMEY (2009)**, mais celles sont proches à elles des jus d'agrumes qui contiennent en particulier, 300mg/l en moyenne de vitamine C.

#### 4.1.5. La teneur en eau (%) :

- ✚ L'analyse effectuée pour déterminer la teneur en eau de la pulpe de grenade des deux variétés à donner les résultats qui sont représentés dans le tableau suivants :

**Tableau 9 :les valeurs de teneur en eau de jus de grenad**

Echantillons	E1	E2	E3	MOY
Variété 1	85.01%	59.83%	85.76%	76.87±0.006%
Variété2	90.22%	80.87%	64.96%	78.68±0.003%

- ✚ La teneur en eau pour les deux variétés varie de 76.87% 78.68% .
- ✚ Ces valeurs sont comparable à celle donnée par **YOUSEFI (2011)**, qui varient le (77.80 à 81)% et avec rapportés par (**Martinez et al,2012**) qui varient entre 77% à 82% .
- ✚ La teneur en eau trouvée confirme l'état juteux des fruits de grenade étudiés, ce qui conféré à la pulpe un pouvoir hydratant et rafraichissant.

**4.2. Caractéristiques de jus de grenade (1 ire jour de stockage) :**

**4.2.1. Après 1<sup>ER</sup> jour de stockage :**

Les résultats d'analyses physico-chimiques effectuées sur les nectars préparés sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 11 : Analyses physico-chimiques des jus préparés après 1 jour de stockage**

composition	L'échantillon (A) + A.C (0.3g)			L'échantillon (B) + A.C (0.4g)		
	8g	9g	10g	8g	9g	10g
<b>Le sucre (g)</b>						
<b>Brix (%)</b>	13.9 ±0.001	12.8 ±0.001	13.5 ±0.001	13.4 ±0.001	13.9 ±0.001	14.3 ±0.001
<b>pH</b>	4.19 ±0.003	4.15 ±0.003	4.13 ±0.001	4.22 ±0.001	4.23 ±0.001	4.22 ±0.006
<b>Acidité titrable (%)</b>	0.159 ±0.002	0.114 ±0.007	0.147 ±0.001	0.98 ±0.001	0.92 ±0.002	0.91 ±0.001
<b>Teneur en eau (%)</b>	84.95 ±0.006	80.36 ±0.001	85.24 ±0.003	75.24 ±0.001	67.89 ±0.006	75.09 ±0.003
<b>Vitamine C (mg/l)</b>	202.4 ±0.001	123.2 ±0.001	88 ±0.002	132 ±0.002	184.8 ±0.002	193.6 ±0.003

#### 4.2.2. Interprétation :

##### ➤ **pH :**

Les valeurs moyenne de pH pour 0.3 g d'acide citrique varient entre 4.13 et 4.19 ; et pour 0.4g d'acide citrique, elles sont 4.22 et 4.23. Ces résultats se rapprochent des intervalles cités par MSDA, (2002) pour les nectars de fruits à base de pomme (2.9 – 4.6) raisin (2.9 – 4.3) et d'orange (2.4 – 4.3).

Ce pH acide permet de préserver le produit contre les Altérations microbiologiques.

##### ➤ **Brix :**

D'après le tableau 11, le degré Brix des nectars préparés varie de 12.8 à 14.3 % ces valeurs sont en concordance avec celles données par la norme **codex** qui exige une teneur minimale en matière sèche soluble de 12° Brix pour la grenade.

##### ➤ **Acidité titrable :**

L'acidité correspond à la teneur en acides organiques et minéraux couennés dans le nectar, les valeurs trouvées sont de 0.147 et 0.1592 % pour 0.3g d'acide citrique, et varient de 0.91 à 0.98 % pour 0.4g d'acide citrique.

La valeur de l'acidité titrable de nectar de grenade obtenue est conforme à la valeur trouvée par SAWADOGO et TRAORE (2001) qui est de (4.48 à 0.30)%. Cette variation de l'acidité trouvée s'expliquerait par le degré de mûrissement des grenades cueillies.

##### ➤ **Teneur en eau :**

La valeur moyenne de la teneur en eau varie de 67.89% à 85.24% pour tous les nectars préparés.

Ceci constitue un important apport hydrique qui donne un pouvoir rafraichissant

##### ➤ **Vitamine C :**

Les valeurs de la vitamine c enregistrées pour tous les nectars préparés oscillent entre 88 et 202.4 mg/ L

On remarque qu'il y'a une dégradation de la teneur en acide ascorbique par rapport à la pulpe de la grenade avant pasteurisation, et cela peut être dû à l'effet du traitement thermique appliqué aux nectars.

### 4.3. Caractéristiques de jus de grenade (après 21 jours de stockages) :

#### 4.3.1. Après 21 jours de stockage :

Les résultats d'analyses physico-chimiques effectuées sur les nectars préparés sont présentés dans le tableau suivant :

composition	L'échantillon (A) + A.C (0.3g)			L'échantillon (B) + A.C (0.4g)		
	8g	9g	10g	8g	9g	10g
<b>Le sucre (g)</b>	<b>8g</b>	<b>9g</b>	<b>10g</b>	<b>8g</b>	<b>9g</b>	<b>10g</b>
<b>Brix (%)</b>	<b>12</b>	<b>11.2</b>	<b>12.8</b>	<b>12.13</b>	<b>13.8</b>	<b>15.13</b>
<b>pH</b>	<b>4.09</b> <b>±0.003</b>	<b>4.07</b> <b>±0.003</b>	<b>4.06</b> <b>±0.001</b>	<b>4.11</b> <b>±0.001</b>	<b>4.09</b> <b>±0.001</b>	<b>4.11</b> <b>±0.006</b>
<b>Acidité titrable (%)</b>	<b>0.129</b> <b>±0.005</b>	<b>0.113</b> <b>±0.007</b>	<b>0.134</b> <b>±0.007</b>	<b>0.91</b> <b>±0.001</b>	<b>0.962</b> <b>±0.005</b>	<b>0.927</b> <b>±0.001</b>
<b>Teneur en eau (%)</b>	<b>72.24</b> <b>±0.006</b>	<b>80.36</b> <b>±0.001</b>	<b>85.18</b> <b>±0.003</b>	<b>75.8</b> <b>±0.001</b>	<b>63.15</b> <b>±0.006</b>	<b>83.98</b> <b>±0.003</b>
<b>Vitamine C (mg/l)</b>	<b>105.6</b> <b>±0.001</b>	<b>132</b> <b>±0.001</b>	<b>96.8</b> <b>±0.002</b>	<b>88</b> <b>±0.002</b>	<b>123.2</b> <b>±0.002</b>	<b>132</b> <b>±0.003</b>
<b>Sucre réducteur (g/l)</b>	<b>37.79</b> <b>±0.005</b>	<b>30.18</b> <b>±0.008</b>	<b>78.68</b> <b>±0.008</b>	<b>60.75</b> <b>±0.001</b>	<b>52.74</b> <b>±0.002</b>	<b>97.95</b> <b>±0.006</b>
<b>Sucre totaux (g/l)</b>	<b>86.95</b> <b>±0.006</b>	<b>370.37</b> <b>±0.003</b>	<b>270.27</b> <b>±0.002</b>	<b>400</b> <b>±0.001</b>	<b>256.41</b> <b>±0.002</b>	<b>129.87</b> <b>±0.001</b>

Tableau 12 : Analyses physico-chimiques des jus préparés après 21 jours de stockage

### 4.3.2. Interprétation :

- **PH :**

Après 21 jours de stockage à 4 °c on remarque qu'il y'a une légère variation de pH qui reste dans la zone de pH toléré (0.5 unité)

- **Le Brix :**

Le degré brix pour tous les nectars stockés à 4°C pendant 21 jours varie entre 12 et 15.13 °. ce qui est conforme à la norme codex citée précédemment.

Ces variations peuvent être dues à la méthode de mesure et l'appareil utilisé

- **L'acidité titrable :**

La valeur moyenne de l'acidité varie de 0.1% à 0.9% pour tous les nectars préparés.

L'acidité totale diminue progressivement durant la croissance et la maturation de la grenade. La perte d'acidité se poursuit pendant l'entreposage (MILLOGO, 2012) .qui est de 0.1% et 4%.

- **Les sucres réducteurs**

Les résultats des analyses des sucres réducteurs sur tous les nectars préparés varient entre 30 et 97.95 g /L

Ces valeurs sont comparatives à celle donnée par kalliot et al(2000), qui est de 53.63 g/L pour la grenade.

- **sucres totaux :**

Les résultats des analyses des sucres totaux sur tous les nectars préparés varient entre 86.95et 400 g /L

Ces valeurs sont comparatives à celle donnée par MSDA et al(2002), qui est de 93g/l et 277.06/l (PROLONGEAU et RENAUDIN,2009)

- **La vitamine C :**

L'acide ascorbique s'altère rapidement en solution aqueuse en contact de l'air.

Les résultats montrent qu'au cours du stockage des nectars préparés, il y'a une perte de la vitamine C

Cela montre la sensibilité de la vitamine c aux différents facteurs du stockage.

- **La teneur en eau**

La teneur en eau est presque stable .les légères variations sont peut-être dues aux erreurs de manipulation.

**Caractéristiques microbiologies de jus de grenade :**

L'évolution des caractéristiques microbiologiques de jus est montrée dans le tableau qui suit :

<b>Germes recherché</b>	<b>Variation 1</b>	<b>Variation 2</b>	<b>Témoin</b>
Levures	abs	abs	abs
moisissures	abs	abs	abs

**Tableau 13 : caractéristiques microbiologiques de jus de grenade**

- ✚ Nous observons une absence totale de variation de la flore microbienne, du point de vue qualitatif et du point de vue quantitatif, mesurée par le facteur r qui doit être inférieur à 100 par rapport au témoin.

**Remarque :**

Le facteur  **$R=n/n_0$**

**Soit :**

- n : est le nombre moyen de germes pour l'unité incubée.
- n<sub>0</sub> : le nombre moyen de germes pour l'unité témoin.
- Ces résultats s'expliquent par l'efficacité de traitement thermique ainsi que l'acidité de jus qui inhiberait la multiplication des microorganismes.

---

# **Conclusion Générale.**

**Conclusion :**

La grenade, suscite actuellement beaucoup d'intérêts de par le monde. Son apport bénéfique à la santé et son utilisation dans la médecine traditionnelle algérienne sont bien reconnus.

Notre étude s'inscrit dans le cadre de l'exploitation de la grenade (*punica granatum*) un fruit local très répandu, en vue de l'obtention d'un nectar. Le principe est de mélanger la pulpe de grenade avec du sucre, d'acide citrique et d'eau et de pasteuriser le mélange.

Les analyses physico-chimiques réalisées ont montré que le jus pur de grenade contient entre 76,87% et 78,68% d'eau, et présente un pH variant de 5.42 à 5.66. Un degré brix oscillant entre 13.4 % et 14.4% et une teneur élevée en vitamine C avec des valeurs de 246.4 mg/l et 255.2 mg/l.

Nous avons appris comment transformer la grenade en nectar afin d'éviter de la gaspiller et d'en profiter davantage.

En effet, les résultats des analyses physico-chimiques réalisées sur les nectars ont confirmé les vertus nutritionnelles recherchées, et que les boissons formulées sont riches en éléments nutritifs.

A la fin de la transformation on a obtenu un nectar qui est conforme aux normes aussi bien sur le plan physicochimique que sur le plan microbiologique. Ainsi une stabilité du produit est assurée pour sa conservation.

Le nectar de grenade doit nous inciter à lui accorder plus d'intérêts en suivant quelques perspectives :

- ✓ Approfondir les analyses pour déterminer l'activité antioxydante des polyphénols ;
- ✓ Etude complète de la stabilité des nectars ;
- ✓ étude économique de la production de nectar de grenade.

# **Les références bibliographiques**

## Les références :

### A

- Alimentaire); Edition/2.01.428 office des publications universitaires: 06/2003.
- Aliments (technologie des produits alimentaires) volume 2; Edition mai 2007.
- Afaq F, Zaid MA, Khan N, Dreher M, Mukhtar H. Protective effect of pomegranate-derived products on UVB-mediated damage in human reconstituted skin. *Exp Dermatol.* 2009 Jun. 18(6):553-61.
- Aviram M, Rosenblat M, et al. Pomegranate juice consumption for 3 years by patients with carotid artery stenosis reduces common carotid intima-media thickness, blood pressure and LDL oxidation. *Clin Nutr.* 2004 June. 23(3):423-33.

### B

- BP 676-1080 Tunis. Tunisie
- Braesco, V.; Gauthier, T. and Bellisle, F. (2013). Jus de fruits et nectars. Cahiers de nutrition et de diététique
- Birrah yamina . 2017agronomé et science  
<https://thesesalgerie.com/9180275151062867/autre/universite-mouloud-mammeri---tizi-ouzou/essai-de-pr%C3%A9paration-d-une-boisson-nectar-%C3%A0-base-de-la-grenade-punica>

### C

- Codex Alimentarius (2005). Codex STAN 247-2005 Codex General Standard for Fruit Juices and Nectar.
- Codex Alimentarius (2005). Codex STAN 247-2005 Codex General Standard for Fruit Juices and Nectar.
- Codex alimentarius ; volume 6\_1992 :page 3
- Ctable de composition REGAL, Répertoire général des aliments : 2 édition revue et augmentée S.BENAMARA. A.AGOUGOU, Production des jus alimentaires (technologie des jus agro

D

- DUCHENE, PIERRE BRUN; Table des compositions des aliments; Edition: S.I.P.F 1981
- CLAUDE FERNAND BOURGEOIS: Les vitamines dans les industries alimentaires; Edition: mars 2003;

E

- ETIENNE ESPIARD; Introduction a la transformation des fruits; Edition: Lavoisier juin 2002;
- EMILIE FREDOT: Connaissance des aliments; Edition: Lavoisier décembre 2006
- Esmailzadeh A, Tahbaz F, et al. Concentrated pomegranate juice improves lipid profiles in diabetic patients with hyperlipidemia. *J Med Food*. 2004;7(3):305-8.
- EMILIE FREDOT ;Connaissance des aliments ; edition ;Lavoisier décembre 2006
- J.TREMOULIERES, Y SERVILLE, R.JACQUOT, HDUPIN, Les aliments (manuel d'alimentation humaine) tome 2; Edition: E.S.F 1980;
- Jamila CHERIF, Abir ALATRACHE et Naceur AYED Institut National des Sciences Appliquées et de Technologie Laboratoire des colorants naturels (EO2/C12 DGRST)

G

- GUILLET F., BENNEFOY C., LEYRAL G., BOURDAIS E-V. (2002). Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires. Ed. Centre régional de documentation pédagogique d'aquitaine, Bordeaux.GUIRAUD J-P. (2003). Microbiologie alimentaire Ed. Dunod, Paris. PP 12, 71, 109-126, 151-166, 473-475.
- GUIRAUD J-P., ROSEC J-P. (2004). Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Ed. AFNOR. P 228-229.
- Grenade (fruit) – wikipédia.htm.
- Grenade ...le fruit santé de l'hiver , sur Bio Linéaires\_com.htm.
- González-Trujano ME, Pellicer F, Mena P, Moreno DA, García-Viguera C. Antinociceptive and anti-inflammatory activities of a pomegranate (*Punica granatum L.*) extract rich in ellagitannins. *Int J Food Sci Nutr*. 2015;66(4):395-9.

K

- KALLIO H., HAKALA M ., PELKKIKANGAS A-M . ? LAVETELAINEN A . (2000) . sugars and acids of strawberry varieties. Eur food res technol,finland.pp 81-85.
- Kalaycıoğlu Z, Erim FB. Total phenolic contents, antioxidant activities, and bioactive ingredients of juices from pomegranate cultivars worldwide. Food Chem, 2017 Apr 15. 221:496-507.

L

- LUCIE RANDOIN, PIERRE LE GALLIC, YVONNE DUPUIS ANDRE BERNARDIN, GEORGES.
- Lansky EP, Newman RA. Punica granatum (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. J Ethnopharmacol. 2007 Jan 19;109(2):177-206.
- Les fruits et légumes frais - Interfel. Grenade : <http://www.lesfruitsetlegumesfrais.com/fruitslegumes/fruits-exotiques-et-tropicaux/grenade/carte-identite>. Consulté le 16/05/2017.
- Les fruits et légumes frais - Aprifel. Fiche nutritionnelle Grenade : <http://www.aprifel.com/fichenutri-produit-grenade,20.html>. Consulté le 16/05/2017.

M

- MSDA (2002) . jus de fruit et de legume , nectar de fruit , sirops de fruit , concentrés et poudres . manuel suisse des denrées alimentaire , chapitre 28a.pp6-7
- MSDA,2002.jus de fruits et de légmmes , nectars de fruit, sirops de fruit , concentrés et pondres.Manuel suisse des denrées alimentaires , chapitre 27A,28A, p :6-7-8-10.

O

- Oukabli A. (2004). Le Grenadier: Des Variétés Performantes pour la Culture. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA. MADRPM/DERD,
- Orange....le fruit sante de l'hiver , sur bio linéaires.com htm .

P

- PLUMEY L . (2009) .le jus de fruit en 2010 : zoom sur la vitamine C . dossier de presse ,UNIJUS.PP 17-19.

R

- ROMAIN JEANTET, THOMASCROGUENNEC, PIERRE, SCHUCK, GERARD BRULE,
- RAKOTOVAO A-M (1999). Contribution à la valorisation des courges et des pommes en marmelade. Mémoire d'ingénieur. Université d'Antananarivo, Madagascar.

S

- Souci S.W., Fachman W. et Krant H. (1994). Pomegranate. In Food composition and nutrition tables, 5 ed., CRC Press, London, 1088 p. ISBN 0-8493-7550-9.
- Stowe CB. The effects of pomegranate juice consumption on blood pressure and cardiovascular health. *Complement Ther Clin Pract.* 2011 May. 17(2):113-5.
- Sumner MD, Elliott-Eller M, et al. Effects of pomegranate juice consumption on myocardial perfusion in patients with coronary heart disease. *Am J Cardiol.* 2005 September 15;96(6): 810-4.
- Shuid AN, Mohamed IN. Pomegranate use to attenuate bone loss in major musculoskeletal diseases: an evidence-based review. *Curr Drug Targets.* 2013 Dec. 14(13):1565-78.

T

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

V

- Varsha.M , 2024 : rapport d'étude de marché sur les jus et nectar . Markit research FUTURE, juin 2024

Z

- Zarfeshany, A. et al. 2014, "Potent Health Effects of Pomegranate"<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4007340/> Gil MI, Tomás-Barberán FA, Hess-Pierce B, Holcroft DM, Kader AA. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *J Agric Food Chem.* vol. 48, no 10, 2000, p. 4581-9.

# **Annexes**

## 5. Matériel de laboratoire :

- Agitateur
- Bécher
- Burette
- Entonnoir
- Un tube à essai
- Erlenmeyer
- Eprouvette graduée
- Pipette graduée
- Agitateur
- Fiole jugé
- Bain mary
- Papier filtre
- La capsule
- Balance
- Bloc chauffant
- Conductimètre (pH)
- Congélateur
- Dessiccateur
- Etuve
- Four
- Réfractomètre
- pH mètre
- Spectrophotomètre
- Tamis
- Thermomètre
- Les bouteilles
- Concasseur

### 5.1.1. Les réactive utiliser :

- L'eau distillé
- Jus de grenade

- 
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0.5N)
  - L'amidon
  - Iode (0.1N)
  - Iode (0.5N)
  - Acétate de plomb à 10%
  - HCL concentré
  - CuSO<sub>4</sub>
  - Bleu de méthylène
  - NaOH à 33%
  - NaOH pur
  - Tartrate (sodium et potassium)
  - Acide citrique
  - Phénophtaléine
  - Solution tempo
  - Sucre cristallisé
  - Fehling A
  - Fehling B
  - L'eau de robinet

La composition chimique du milieu de culture OGA (gélose oxytétracycline Agar)

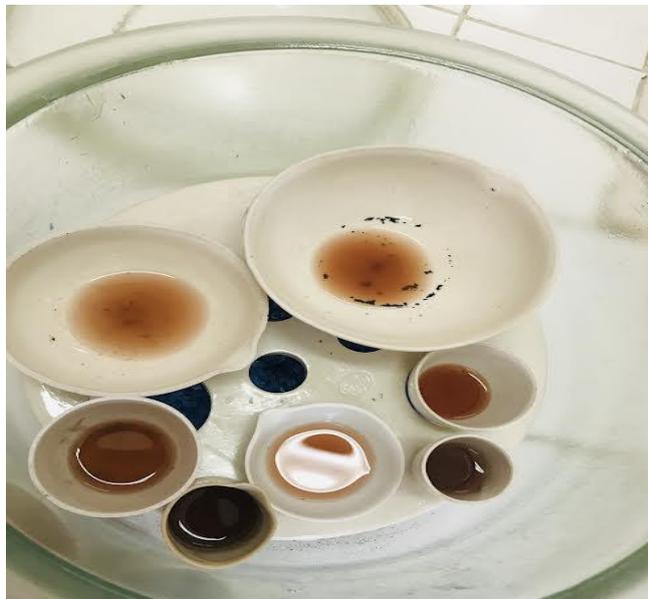
Extrait de levure .....5g

Glucose .....20g

Gélose .....16g



**Figure 13 : filtration de filtrat 1**



**Figure 13: la tenue en eau**



**Figure 14: l'acidité titrable**



**Figure 15: préparation de jus de grenade**



**Figure 16: préparation de solution de Fehling**