



République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة أبو بكر بلقايد – تلمسان  
Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMEN  
كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de  
l'Univers  
Département de BIOLOGIE  
Laboratoire Des Produits Naturels LAPRONA



# MÉMOIRE

Présenté par

**ADDAD Rawida & OUAHANI Soumia**

*En vue de l'obtention du*

**Diplôme de MASTER**

**En Sciences Alimentaires**

**Spécialité Nutrition et Diététique**

**Projet Startup "12753 ": SNVTU-81**

## Thème

Fabrication du vinaigre a base du grenadier "Punica  
Granatum" de la région de Beni Snous Tlemcen

Soutenu le 22 /06/2023 , devant le jury composé de :

Présidente	<b>Dr MERZOUK Hafida</b>	Professeur	Université de Tlemcen, Algérie
Encadrant	<b>Dr HADJ MERABET Djahida</b>	MCB	Université de Tlemcen, Algérie
Examineur	<b>Dr BENAMMAR Chahid</b>	Professeur	Université de Tlemcen, Algérie

Année universitaire 2022/2023

## *Remerciement*

Avant tout, nous voudrions remercier le Dieu et tout-puissant qui nous a donné la santé, le courage, la volonté et la patience pour entreprendre ce travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à notre encadrante Mme HADJ MERABET Djahida, pour son accord à la direction de ce travail et pour son aide précieuse.

Nous souhaitons exprimer notre gratitude envers Mme MERZOUK Hafida d'avoir accepté de présider le jury et lui témoigner notre profond respect.

Nous exprimons également nos sincères remerciements à Mr BENAMMAR Chahid pour avoir accepté d'évaluer cette étude.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à tous les membres du personnel du centre I2E.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à l'ensemble du Département de Biologie , et en particulier à l'ensemble du personnel du Laboratoire Pôle Biochimie de notre faculté

Nous adressons également nos sincères remerciements à Mr Hedjam Mekki et à tous les travailleurs du laboratoire du Centre Algérien de Contrôle de la Qualité et de l'Emballage à Tlemcen.

Nos remerciement au personnel de la direction des services agricole de la wilaya de Tlemcen.

Nous devons nos vifs considérations et nos grands remerciement à nos familles pour leurs soutiens tout au long de notre parcours et lors de la réalisation de ce travail, et que sans leurs appuis , sans leurs conseils et sans leurs amours, rien de tout cela n'aurait pu arriver.

Enfin, nous remercions nos amis et nos camarades pour leur aide précieuse tout au long de ce travail.



## *Dédicace*

A ceux qui m'ont tout donné sans rien en retour

A ceux qui m'ont encouragé et soutenu dans les moments les plus difficiles

A mes chers parents, que Dieu les protège ainsi que leur santé et les perpétue pour nous. Je leur serai toujours reconnaissant de leur soutien qui m'a permis d'arriver ici aujourd'hui.

A mon cher frère, je lui souhaite plein succès dans sa vie.

Ceux à qui je dois tant pensée à mon cher frère, que Dieu l'acceuille dans son vaste paradis.

A mes oncles et tantes

A mes cousins et cousines

A mes chers enseignants

A tous mes amis et mes camarades

Et à toute la promotion « Nutrition et Diététique » 2023

*Rawida*



## *Dédicace*

A la prunelle de mes yeux ma mère

A mon soutien dans ma vie mon père

En guise de remerciement pour tous le soutiens et les sacrifies ils m'ont montré

A mes chères sœurs et frères

A tous mes collègues et mes amies

Je dis : « je t'aime à tous »

Merci d'être dans ma vie



## *Soumia*

لآلاف السنين، تم استخدام الرمان "Punica Granatum" وأجزائه المختلفة (البذور واللحاء) لخصائصها الطبية. تساهم الدراسة الحالية في تثمين شجرة الرمان "Punica Granatum" المزروعة محلياً في منطقة بني سنوس بولاية تلمسان، من خلال تصنيع خل طبيعي تقليدي يحمل اسم Granasnous ومن خلال إنجاز دراسة مقارنة بأنواع الخل الأخرى التي يتم تسويقها في الجزائر وذلك من خلال تحليل المعلمات الفيزيائية الكيميائية والكيميائية الحيوية.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن دفعتين من الخل الطبيعي لدينا تتميز برقم هيدروجيني يتراوح بين 3.35 و3.70 وموصلية من 10.09 إلى 16.07 وكثافة 1.0091 إلى 1.0151 ومحتوى مستخلص جاف مرتفع بنسبة 3.0572% للمركز و1.3192% للعينات المخففة مقارنة بالعينات الأخرى. بالإضافة إلى ذلك، لوحظ أن الحموضة الكلية كانت 65.1% للخل المركز و44.64% للخل المخفف. أخيراً، لوحظ وجود نشاط مضاد للأكسدة قوي على مستوى دفعتين من الخل في ارتباط مع نسبة عالية من البوليفينول الكلي.

يسلط مشروعنا الضوء على فوائد خل الرمان الطبيعي، المنتج من خلال التخمير المزدوج التقليدي، على صحة الإنسان والوقاية من بعض الأمراض.

**الكلمات المفتاحية:** الرمان، Punica Granatum، الخل الطبيعي، بني سنوس، الصحة، تعزيز

# Résumé

---

Depuis des millénaires, la grenade "Punica Granatum" et ses différentes parties (graines, écorce) sont utilisées pour leurs vertus médicinales. La présente étude contribue à la valorisation du grenadier 'Punica Granatum ' cultivé localement dans la région de Béni Snous de la wilaya de Tlemcen, par la fabrication d'un vinaigre traditionnel naturel portant le nom 'Granasnous' et par la réalisation d'une étude comparative avec d'autres types de vinaigres commercialisés en Algérie et cela en analysant les paramètres physico-chimiques et biochimiques.

Les résultats obtenus montrent que les deux lots de notre vinaigre naturel se caractérisent par un pH qui se situe entre 3,35 et 3,70 , une conductivité de 10,09 à 16,07, une densité de 1,0091 à 1,0151 et une importante teneur en extrait sec avec 3,0572% pour le concentré et 1,3192% pour le dilué, par rapport aux autres échantillons . De plus, on a noté que l'acidité totale était de 65,1% pour le vinaigre concentré et de 44,64% pour le vinaigre dilué. Enfin, une forte activité antioxydante a été constatée au niveau des deux lots de notre vinaigre en corrélation avec une teneur importante en polyphénols totaux.

Notre projet met en évidence les bienfaits du vinaigre naturel de grenade, produit grâce à une double fermentation traditionnelle, sur la santé humaine et la prévention de certaines maladies.

**Mots clés :**Grenade, Punica Granatum, Vinaigre Naturel, Béni Snous , Santé , Valorisation.

# Abstract

---

For millennia, the "Punica Granatum" pomegranate and its different parts (seeds, bark) have been used for their medicinal properties. The present study contributes to the valorization of the pomegranate tree 'Punica Granatum' grown locally in the region of Beni Snous of the wilaya of Tlemcen, by the manufacture of a traditional natural vinegar bearing the name 'Granasnous' and by the realization of a study comparative with other types of vinegar marketed in Algeria and this by analyzing the physico-chemical and biochemical parameters.

The results obtained show that the two batches of our natural vinegar are characterized by a pH which is between 3.35 and 3.70, a conductivity of 10.09 to 16.07, a density of 1.0091 to 1.0151 and a high dry extract content with 3.0572% for the concentrate and 1.3192% for the diluted, compared to the other samples. Additionally, the total acidity was noted to be 65.1% for the concentrated vinegar and 44.64% for the diluted vinegar. Finally, a strong antioxidant activity was observed at the level of the two batches of our vinegar in correlation with a high content of total polyphenols.

Our project highlights the benefits of natural pomegranate vinegar, produced through traditional double fermentation, on human health and the prevention of certain diseases.

**Keywords:** pomegranate, Punica Granatum, vinegar naturel, Beni Snous, health, value

# Liste des Photos

---

<b>Figure I-1</b> Limite de la culture du grenadier dans la zone méditerranéenne et caucasienne (Evreinoff, 1957).....	5
<b>Figure I-2</b> Fleurs et fruits du grenadier (Punica Granatum) (Flora von Deutschland and Schweiz, 1885).....	7
<b>Figure II-3</b> Diagramme de fabrication de vinaigre .....	21
<b>Figure III-4</b> Carte Géographique de la région de Béni Snous Tlemcen (Google Maps 2023) .....	24
<b>Figure III-5</b> Production du grenadier en Beni Snous Tlemcen (DSA, 2023).....	25
<b>Figure 6</b> La méthode de préparation de la gamme d'étalonnage .....	38
<b>Figure IV-7</b> Valeur du pH des échantillons du vinaigre étudiés .....	41
<b>Figure IV-8</b> Valeurs de conductivité électrique des échantillons du vinaigre étudié.....	42
<b>Figure IV-9</b> Densité des échantillons étudiés de vinaigre .....	42
<b>Figure IV-10</b> Degrés de Brix des échantillons du vinaigre .....	43
<b>Figure IV-11</b> Teneurs en extrait sec soluble des échantillons étudiés.....	44
<b>Figure IV-12</b> Acidité totale des échantillons de vinaigre .....	45
<b>Figure IV-13</b> Acidité volatile des échantillons du vinaigre.....	46
<b>Figure IV-14</b> Concentration des polyphénols dans les échantillons étudiés .....	48
<b>Figure IV-15</b> IC 50 d'activité antioxydante des échantillons contre le DPPH .....	49

# Liste des Photos

---

<b>Photo III-1</b> Arbre de grenade.....	25
<b>Photo III-2</b> Les grenades récoltées de variété 'Sefri' .....	26
<b>Photo III-3</b> Les graines de fruit après l'épluchage .....	27
<b>Photo III-4</b> Méthode de fabrication de vinaigre (lot 1 et lot 2) .....	27
<b>Photo III-5</b> Procédé de fermentation .....	28
<b>Photo III-6</b> Procédé de Filtration .....	28
<b>Photo III-7</b> Echantillons de vinaigre commercialisé en Algérie .....	29
<b>Photo III-8</b> Vinaigre "Granasnous" concentré et dilué .....	29
<b>Photo III-9</b> pH mètre "OHAUS, Starter 3100" .....	30
<b>Photo III-10</b> Conductimètre « HANNA instruments EC214 » .....	31
<b>Photo III-11</b> Quelques échantillons étudiés dans des pycnomètres .....	32
<b>Photo III-12</b> Réfractomètre " ILLUMINATOR INPUT A.C 220V " .....	32
<b>Photo III-13</b> L'évaporation en bain marie de matière sèche .....	33
<b>Photo III-14</b> Alcoomètre contrôlé 0-10% "Prolabo " .....	34
<b>Photo III-15</b> Méthode de titrimétrie pour le dosage d'acidité .....	35
<b>Photo III-16</b> Les échantillons dans le dessiccateur.....	36
<b>Photo III-17</b> Evaporation en bain marie .....	36
<b>Photo III- 18</b> Spectrophotomètre "Hitachi U-5100" .....	37
<b>Photo IV-19</b> Les résultats d'extrait sec .....	44
<b>Photo IV-20</b> Résultats de détection des saponosides.....	46
<b>Photo IV-21</b> Les résultats de la détection des tanins .....	47
<b>Photo IV-22</b> Résultats de détection des flavonoïdes .....	47

# Liste des Tableaux

---

<b>Tableau I-1</b> Classification botanique du grenadier (Spichiger et al., 2002) .....	6
<b>Tableau I-2</b> Les constituants de la grenade (EL-Nemr S, 1990) .....	11
<b>Tableau I-3</b> Fiche nutritionnelle de la grenade (Aprifel, 2018) .....	13
<b>Tableau I-4</b> Production totale de la grenade dans la wilaya de Tlemcen (DSA, 2023) .....	17
<b>Tableau IV-5</b> Résultats de teneur en composés phénoliques totaux dans les échantillons .....	48
<b>Tableau IV-6</b> Les résultats de DPPH des échantillons .....	49
<b>Tableau IV-7</b> L'échelle d'évaluation utilisée .....	50
<b>Tableau IV-8</b> Les résultats d'analyse sensorielle .....	50

# Liste des Abréviations

---

- **TNF-alpha** : Facteur de nécrose tumorale
- **NF-kappaB**: Nuclear factor-kappa B
- **DSA** : Direction des services Agricole de la wilaya de Tlemcen
- **Aprifel** : Agence pour la Recherche et l'Information en Fruits et Légumes
- **17- $\alpha$ - estradiol** : drogue (C<sub>18</sub>H<sub>24</sub>O<sub>2</sub>), œstrogène faible et un médicament inhibiteur de la 5  $\alpha$  réductase.
- **DDPH** : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle, mesure l'efficacité de molécules antioxydantes.

# Table des Matières

---

*Résumé*

*Abstract*

*ملخص*

*Liste des figures*

*Liste des tableaux*

*Liste des abréviations*

<i>Introduction Générale</i> .....	<i>1</i>
<i>Rappels Bibliographiques</i> .....	<i>4</i>
<i>Chapitre I : Généralité sur Punica Granatum</i> .....	<i>4</i>
<b><i>I. Généralité sur Punica Granatum</i></b> .....	<b><i>5</i></b>
<b><i>I.1 Origine</i></b> .....	<b><i>5</i></b>
<b><i>I.2 Dénominations communes</i></b> .....	<b><i>5</i></b>
<b><i>I.3 Classification</i></b> .....	<b><i>6</i></b>
<b><i>I.4 Description botanique</i></b> .....	<b><i>7</i></b>
I.4.1 Arbre de grenadier .....	7
I.4.2 Feuille .....	7
I.4.3 Fleurs .....	8
I.4.4 Les fruits .....	8
I.4.5 Les tiges et rameaux .....	9
<b><i>I.5 Facteurs écologiques liés à la culture du grenadier</i></b> .....	<b><i>10</i></b>
I.5.1 Le climat .....	10
I.5.2 Le sol .....	11
I.5.3 L'eau .....	11
<b><i>I.6 Compositions chimiques de différentes parties de la grenade</i></b> .....	<b><i>11</i></b>
I.6.1 L'écorce externe de fruit .....	12
I.6.2 Le jus de grenade .....	12
I.6.3 Les pépins de grenade .....	12
<b><i>I.7 Valeur nutritionnelle des grenades</i></b> .....	<b><i>13</i></b>
<b><i>I.8 Propriétés pharmacologiques de « Punica granatum L »</i></b> .....	<b><i>14</i></b>
I.8.1 Activité antioxydante .....	14
I.8.2 Action neuroprotectrice ou Anti-Alzheimer .....	15
I.8.3 Action anti-hyperglycémiant ou antidiabétique .....	15
I.8.4 Véritable anti-inflammatoire naturel .....	15
I.8.5 Activité anticancéreuse .....	16
I.8.6 Effet protecteur contre les maladies cardiovasculaires .....	16
<b><i>I.9 Production des grenadiers en Algérie</i></b> .....	<b><i>16</i></b>
<i>Chapitre II : Généralité sur le vinaigre</i> .....	<i>18</i>
<b><i>II. Généralité sur le Vinaigre</i></b> .....	<b><i>19</i></b>

# Table des Matières

---

<b>II.1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>19</b>
<b>II.2</b>	<b>Compositions de vinaigre.....</b>	<b>20</b>
<b>II.3</b>	<b>Technologie de vinaigre .....</b>	<b>21</b>
II.3.1	Fermentation alcoolique .....	21
II.3.2	Fermentation acétique .....	21
<b>II.4</b>	<b>Utilisation de vinaigre .....</b>	<b>22</b>
<b>Partie Expérimentale.....</b>		<b>23</b>
<b>Chapitre III: Matériels et Méthodes.....</b>		<b>23</b>
<b>III. Matériels et Méthodes .....</b>		<b>24</b>
<b>III.1</b>	<b>Choix de zone d'étude .....</b>	<b>24</b>
<b>III.2</b>	<b>Matière végétale.....</b>	<b>25</b>
III.2.1	Préparation du matière végétale.....	26
<b>III.3</b>	<b>Technique de fabrication de vinaigre .....</b>	<b>27</b>
<b>III.4</b>	<b>Echantillons de vinaigres commercialisés en Algérie .....</b>	<b>29</b>
<b>III.5</b>	<b>Méthode d'analyse .....</b>	<b>30</b>
III.5.1	Analyses physico-chimiques.....	30
III.5.1.1	Détermination de PH (OENO, 2000).....	30
III.5.1.2	Détermination de conductivité électrique .....	30
III.5.1.3	Détermination de la densité .....	31
III.5.1.4	Détermination du taux des solides solubles (Degré Brix) .....	32
III.5.1.5	Détermination de la teneur en extrait sec soluble .....	33
III.5.1.6	Dosage de l'alcool .....	34
III.5.2	Paramètres biochimiques .....	34
III.5.2.1	Dosage de l'acidité totale .....	34
III.5.2.2	Dosage de l'acidité fixe .....	35
III.5.2.3	Dosage de l'acidité volatile .....	36
III.5.2.4	Détection des saponosides.....	36
III.5.2.5	Recherche des tanins .....	37
III.5.2.6	Détection des flavonoïdes.....	37
III.5.2.7	Dosage des polyphénols .....	37
III.5.3	Activité antioxydantes .....	38
III.5.3.1	DPPH.....	38
III.5.4	Analyse sensorielle .....	39
<b>Chapitre IV: Résultats .....</b>		<b>40</b>
<b>Chapitre V : Discussions .....</b>		<b>51</b>
<b>Conclusion Générale .....</b>		<b>55</b>
<b>Business Model Canevas.....</b>		<b>58</b>
<b>VI. Business Model Canvas .....</b>		<b>59</b>
VI.1	Proposition de valeur .....	59

# Table des Matières

---

- VI.2 Clients..... 59**
- VI.3 La relation avec les clients ..... 60**
- VI.4 Les canaux..... 61**
- VI.5 Partenaires clés..... 61**
- VI.6 Activités clés..... 62**
- VI.7 Ressources clés..... 63**
- VI.8 Coûts..... 63**
- VI.9 Revenus..... 63**

قال الله تعالى:

وَهُوَ الَّذِي أَنشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالرِّبْعَ مُخْتَلِفًا أَكْلُهُ  
وَالزَّيْتُونَ وَالرِّبَّانَ مُشَبَّهَاتٍ وَغَيْرَ مُشَبَّهَاتٍ كُلُوا مِن ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَعَآثُوا حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ  
وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ﴿١٤١﴾

سورة الأتعام

# *Introduction Générale*

## Introduction Générale

---

Les modes de vie modernes ont éloigné les consommateurs des habitudes alimentaires saines. En fait, la préoccupation croissante pour leur santé a incité l'industrie à s'intéresser aux besoins en produits alimentaires qui contribuent à la prévention des maladies.

Parmi les aliments aux propriétés nutritionnelles intéressantes, on a les fruits de la grenade qui sont largement consommés frais et sous d'autres formes transformées sous forme de jus, de confiture, de gelée, de vinaigre, d'huile et de supplément d'extrait. En fait, les fruits de la grenade sont une source de glucides, de minéraux, de fibres brutes et de divers composés biologiquement actifs, tels que la vitamine C et certains composés phénoliques.

Le grenadier (*Punica granatum L*) en latin « *pomus et granatus* », ce qui signifie une tête de série ou de pomme granulaire, c'est une ancienne plante fruitière originaire du sud-ouest de l'Asie (Iran, Pakistan, Afghanistan) mais, du fait de sa grande adaptabilité aux conditions pédoclimatiques, la plante a été largement cultivée dans le reste du monde (**Dioguard et al., 2022**). Il appartient à la famille des Litraceae et de son genre nous n'avons qu'une seule autre espèce, la *Punica protopunica*. Il existe environ 500 cultivars dans le monde qui diffèrent par leurs caractéristiques morphologiques et nutritionnelles (**Dioguard et al., 2022**).

*Punica granatum L*, ce fruit majestueux est très vénéré dans la mythologie, les histoires religieuses ou l'art. Aujourd'hui, la science et surtout la médecine s'intéressent à ses vertus étonnantes. Ce dernier a une illustre histoire médicale et fait l'objet de critiques classiques depuis plus de 100 ans. Il a été largement utilisé en médecine traditionnelle dans de nombreuses cultures. Il a des applications ethnographiques et médicales particulièrement riches. (**Douaouri, 2008**).

En médecine, il est utilisé pour ses propriétés antioxydantes étant riche en polyphénols tanniques dont les plus bioactifs sont : la punicalagine (flavonoïdes) et les anthocyanes que l'on retrouve principalement dans la peau et le péricarpe. Cependant, toutes les parties du *Punica granatum L* sont utilisées à des fins thérapeutiques comme anti-inflammatoires et analgésiques et dans le traitement de certaines maladies tels que le diabète et les maladies cardiovasculaires. (**Dioguard et al., 2022**).

Les extraits de *Punica granatum L* montrent également des activités anticancéreuses intéressantes en influençant la tumorigenèse et l'angiogenèse ainsi que la transformation et la prolifération cellulaires (**Dioguard et al., 2022**).

Malgré ses caractéristiques nutritionnelles intéressantes, le grenadier reste sous-exploité en Algérie. Il est consommé principalement en fruit frais, pour cela notre choix s'est

# Introduction Générale

---

porté sur le grenadier afin de fabriquer un vinaigre portant les vertus miraculeuses de ce fruit. *Punica Granatum* qui fait l'objet de cette étude, appartient à la variété « Sefri » qui est une espèce juteuse et acide appartient à une variété locale très répandue dans la région de Béni Snous Wilaya de Tlemcen. Malgré la richesse de l'Algérie en ce fruit, il n'y a aucune production locale d'un vinaigre de Grenade.

Le vinaigre est connu pour être un ingrédient culinaire utilisé dans les vinaigrettes, les marinades et les sauces. Il est aussi utilisé comme désinfectant pour le nettoyage des surfaces et pour les soins personnels. Il peut également avoir des effets bénéfiques sur la santé, tels que la réduction de l'inflammation, la régulation de la glycémie et la prévention des maladies cardiaques. Il est recommandé de le prendre à petites doses, car il peut endommager l'émail des dents et irriter la gorge.

L'utilisation de fruits pour la production de vinaigre présente plusieurs avantages, notamment en termes de santé et de qualité organoleptique.

L'objectif de ce travail consiste à :

- 1- Fabriquer un vinaigre Bio à base du fruit de la grenade '*Punica Granatum*' de la région locale de Béni Snous de la Wilaya de Tlemcen par une fermentation traditionnelle sans aucune addition chimique sous le nom « Granasnous ».
- 2- Étudier et évaluer les caractéristiques physico-chimiques et les paramètres biochimiques du vinaigre 'Granasnous'
- 3- Réaliser une étude comparative entre notre vinaigre et autres vinaigres commercialisés en Algérie.

*Rappels Bibliographiques*

*Chapitre I : Généralité sur *Punica*  
Granatum*

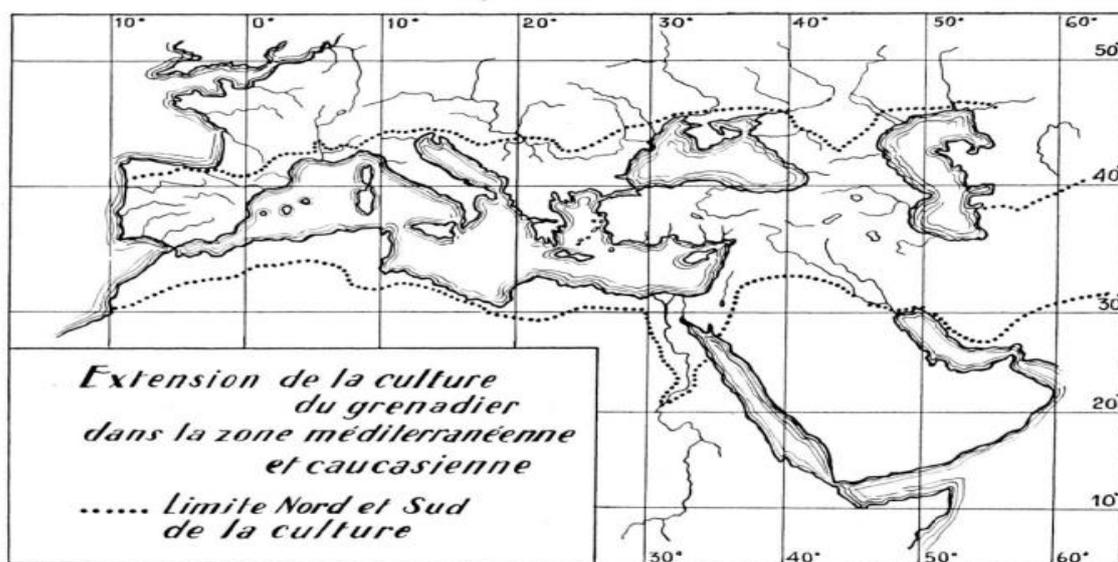
## I. Généralité sur Punica Granatum

### I.1 Origine

La culture des grenades est considérée comme la domestication d'espèces sauvages n'est pas née dans la région méditerranéenne comme on le supposait, mais plutôt en Asie Occidentale à l'époque préhistorique. Elle a connu son extension dans l'antiquité vers l'Occident (la région méditerranéenne) d'abord puis en Inde et en Chine (Evreinoff, 1957).

Les Romains introduisaient cet arbre en Afrique du Nord, le connaissant sous le nom Malum Panicum, ce qui a été décrit par des auteurs romains dès l'époque de Caton (II<sup>e</sup> siècle avant JC)(Evreinoff, 1957).

La culture de la grenade s'est développée en Espagne, notamment sous l'occupation arabe, d'où son nom "Grenade", du nom de la ville de Grenade, où cette culture était florissante, mais elle est actuellement moins appréciée qu'autrefois (Evreinoff, 1957).



**Figure I-1** Limite de la culture du grenadier dans la zone méditerranéenne et caucasienne (Evreinoff, 1957)

### I.2 Dénominations communes

Selon (Hmid, 2013), la nomenclature de Grenadier est :

- En Algérie et en pays arabes : الرمان
- En France : Arosse, Balaustier, Granatier, Grenadier, Migranier.
- En Allemagne : Balluster, Echter, Gemeine grante, Granat, Granatbaum, Margaretenblum.

- En Angleterre : Carthaginian-apple, Dwarf Pomegranate, Pome granat, Pome granate.
- En Espagne : Granado, Mangrano.
- En Flamand : Granaatboom.
- En Italie : Granata, Granato, Melograno, Me Pagrana.
- Au Japon : Zakuro.
- Au Portugal : Granatbaum, Româ, Romanzeiro, Romazeira

### **I.3 Classification**

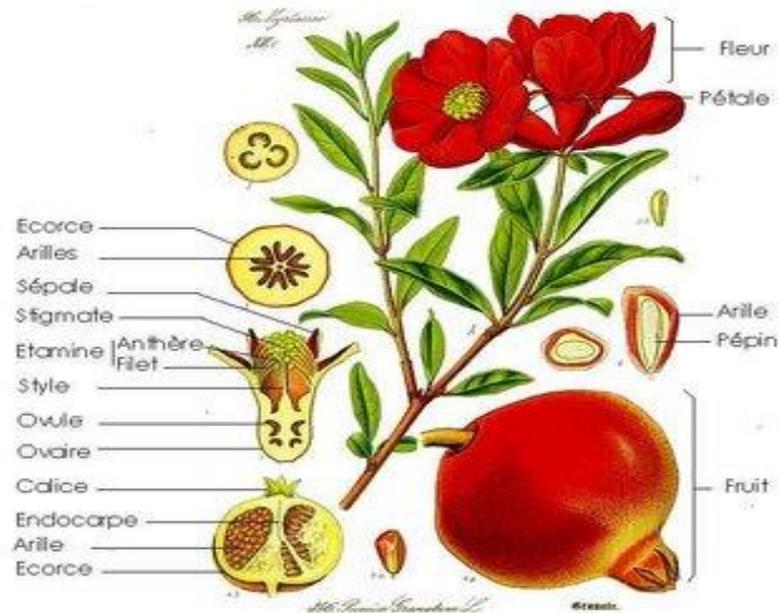
Le grenadier « *Punica granatum* » vient du latin « *Malum granatum* » qui signifie « fruit à petit grain » (CYR, 2017). Il a été décrit par Linné et introduit pour la première fois dans sa taxonomie de 1753, révisée en 2003, par un groupe de botanistes, le "Groupe Phylogénétique des Angiospermes" ou APG, donnant lieu à une nouvelle classification phylogénétique (Wald, 2009).

**Tableau I-1** Classification botanique du grenadier (Spichiger et al., 2002)

<b>Embranchement</b>	<b>Spermaphytes</b>
<b>Sous embranchement</b>	Angiospermes
<b>Classe</b>	Dicotylédones vraies
<b>Sous Classe</b>	Rosidées
<b>Ordre</b>	Myrtales
<b>Famille</b>	Lythracées
<b>Genre</b>	<i>Punica</i>
<b>Espèce</b>	<i>Punica granatum</i>

## I.4 Description botanique

Le grenadier est un arbre fruitier dont le nom scientifique est : *Punica granatum L.* La grenade (*Punica granatum L.*) est une plante angiosperme qui appartient à la famille des Punicaceae selon la classification de Cronquist. Actuellement, au XXIème siècle, selon la classification phylogénétique, Punica granatum fait partie de la famille des Lythraceae (Nature Lovers,2020).



**Figure I-2** Fleurs et fruits du grenadier (*Punica Granatum*)  
(Flora von Deutschland and Schweiz, 1885)

### I.4.1 Arbre de grenadier

Le grenadier est un arbuste ou sous-arbuste qui atteint 20 ou 30 pieds (6 ou 10 m) de hauteur selon les variétés, très ramifié à la base du tronc, légèrement épineux, et ayant très longue durée de vie pouvant aller jusqu'à 200 ans. Certains spécimens sont connus pour avoir à Versailles survécu à deux siècles (Morton, 1987).

### I.4.2 Feuille

Les feuilles du grenadier sont caduques, opposées et disposées sur les rejets comme elles peuvent être en touffes sur les pousses courtes, nues des deux côtés.

La face supérieure est vert foncé avec un milieu nettement abaissé. La face inférieure, vert clair présente une tache médiane très proéminente. Elles sont dépourvues de stigmates, ses feuilles entières, lancéolées, entièrement coriaces et luisantes, ont un limbe ovale-allongé, de 3 à 8 cm de long. Leur sommet peut être obtus ou allongé. Ils ont un pétiole court, de 1 à 5 mm de long, qui est généralement rougeâtre sur le dessus (**Godet,1991**).

### **I.4.3 Fleurs**

La période de floraison normale des différentes variétés de grenade se situe généralement entre mars et mai. Il dure jusqu'à 10-12 semaines et plus selon la variété et les conditions géographiques (**Ben-Arie et Segal, 1984**).

Les variétés de grenadiers auto-fertilisants varient selon le cultivar et la saison, mais la pollinisation croisée peut également se produire, la pollinisation libre dominant. La première vague de floraison donne le meilleur taux de fructification (90%) avec des fruits de bonne qualité et moins sujets à l'éclatement(**Chaudhari et Desai, 1993**).

Le calice est constitué de 4 à 8 sépales courts, charnus, épais, d'une belle couleur rouge, fermes, d'abord dressés puis s'étalant après fécondation. De plus, la corolle comprend 4 à 8 pétales élancés alternant avec des sépales. Ces pétales sont généralement très colorés, souvent d'un rouge-orangé vif, mais peuvent prendre plusieurs autres couleurs selon les variétés, telles que blanc, jaune pâle, crème ou saumon et ils ont un aspect froissé. Ainsi, le gynécée est constitué de 8 ou 9 carpelles soudés au tube du calice, disposés en deux cercles. L'ovaire, inférieur, est surmonté d'un motif conique se terminant par une tête de stigmate. Enfin, les étamines, libres et très nombreuses, tapissent la paroi interne du réceptacle floral, depuis la corolle (**Nature Lovers, 2020**).

### **I.4.4 Les fruits**

Le fruit de la grenade est en forme d'une pomme, passant au fil du temps du vert au rouge-orangé, et doit être considéré comme une baie bordée d'une peau et d'une écorce épaisse, contenant en son sein de nombreux arilles(**Dallas, 2010**).

Chacune est constituée d'une graine (ou pépin) entourée d'un suc transparent contenant une très fine membrane. Les buissons sont en sections séparées par de fines membranes qui s'étendent dans le fruit, donnant un niveau de péricarpe et formant ainsi une base pour fixer les fissures (**Dallas, 2010**).Le fruit produit ainsi trois parties distinctes : le

pépin (environ 3 % du poids du fruit), le jus (environ 30 % du poids du fruit) et la peau qui comprend également les membranes internes (**Lansky et Newman, 2007**).

La grenade est un fruit hivernal. Il est récolté de septembre à décembre. C'est un fruit qui n'atteint pas l'âge de maturation. Il ne contient pas de maturité après avoir été cueilli. On les trouve d'octobre à février. Il peut se conserver 4 mois dans un endroit frais où la température est maintenue aux alentours de 5°C. Il peut être conservé à température ambiante pendant une à deux semaines et jusqu'à un mois dans le compartiment réfrigérateur. La grenade ne supporte ni la congélation ni la mise en conserve (**Lansky et Newman, 2007**).

**a- La baie**

Le fruit du grenadier, la grenade, est une baie ronde, cortiquée, c'est-à-dire à l'écorce dure et tranchée, d'un diamètre de 2 à 12 cm. Ce fruit, très coloré, généralement rouge vif, peut avoir une peau blanche jaunâtre, jaune foncé marbré de rouge voire violet très foncé selon les variétés. Cette baie est surmontée de sépales, formant une couronne dentée, facilitant son identification (**B.J., 1999**). Sa peau, dure et épaisse, est immangeable. Il forme une belle croûte jaune dure à l'intérieur du fruit (**Bärtels, 1998**).

**b- Les graines**

Cette baie contient de nombreuses graines situées dans des alvéoles, séparées par de fines cloisons membraneuses. Au total, il y a environ 400 graines dans chaque fruit. Toutes ces graines contiennent un mésocarpe charnu et gélatineux, acidulé et sucré, qui est la partie comestible du fruit (**Bärtels, 1998**). Les graines, à l'enveloppe externe pulpeuse et très juteuse, ont une enveloppe interne dure et coriace. Ces graines multiples, corpuscules courts, deviennent plus ou moins anguleuses par pression mutuelle. L'embryon, émergeant de l'albumen, est constitué d'une courte racine et de deux gros cotylédons auriculaires, enroulés l'un sur l'autre en verticille (**Courchet, 1897**).

**c- L'écorce**

L'écorce de grenade (*Omalicurium*) est la partie dure du fruit. Il est généralement utilisé sécher, sous forme de morceaux bruns ou vert rougeâtre à l'extérieur, légèrement verruqueux, brillants, jaunâtres sur la face interne concave, et porte souvent l'empreinte des graines qui y ont été déposées. La saveur de l'écorce de grenade est amère et astringente (**Planchon, 1875**).

**I.4.5 Les tiges et rameaux**

Le tronc d'un grenadier se ramifie généralement en branches minces, inclinées et rougeâtres divisées en brindilles. Ces branches anguleuses sont couvertes d'écorce rouge. Elles sont un peu piquantes. En effet, un grenadier planté en automne libère souvent de très longues branches qui pendant les mois d'été tombent et touchent le sol. Une masse de branches entrelacées se forme à la fin de l'été, ce sont les branches du premier ordre, très allongées à partir des tiges. Les bourgeons du second ordre sont très longs sur le rameau du premier ordre (**Garnier et al., 1961**).

**a- L'écorce de la tige**

L'écorce des tiges de grenade forme généralement des éclats rainurés ou courbes. Ces fragments sont plus longs que ceux des racines. Elles sont, à surface extérieure, soit lisse et intacte, soit rugueuse et fissurée, et pourvues de nombreuses lentilles rondes (**Garnier et al., 1961**).

**b- Le système racinaire**

Le système racinaire du grenadier, qui a une superficie d'environ 60 Cm<sup>2</sup>, a la capacité de s'adapter en fonction des conditions du sol. Il est délicat, avec une racine ligneuse, complexe, solide et lourde (**Guibourt, 2014**).

**c- Le tronc**

L'écorce du grenadier, avec son écorce grise, se ramifie rapidement pour donner au grenadier une belle forme ronde. L'écorce de la tige est utilisée comme plante tinctoriale. La taille du grenadier consiste à éliminer les rejets qui ont tendance à donner à l'arbre un port buissonnant, mais le plus souvent on garde un tronc multiple de 4 à 5 tiges et on limite sa hauteur à environ 4 mètres pour faciliter la récolte (**Garnier et al., 1961**).

## **I.5 Les facteurs écologiques liés à la culture du grenadier**

### **I.5.1 Le climat**

La culture de la grenade est principalement limitée à un climat semi-aride, quelque peu tempéré et subtropical. Il est naturellement adapté aux régions aux étés chauds et aux hivers froids, comme les pays méditerranéens (**Ozgen, 2008**). Il tolère bien la sécheresse, mais cela nuit à la qualité de ses fruits. Un climat chaud et sec conviendra à un grenadier, à condition que ses racines ne manquent pas d'eau (**Afaq et al., 2005**).

Cette espèce peut supporter des températures extrêmes de -10 à +40 degrés Celsius. Les fruits sont récoltés à l'automne lorsqu'ils sont mûrs (**Iserin, 2001**).

### I.5.2 Le sol

Le grenadier est peu exigeant sur la nature de son sol. Il s'adapte à plusieurs types de sols allant du sable pur à l'argile lourde. Il donne les meilleurs résultats sur des sols alluvionnaires profonds avec une disponibilité en eau satisfaisante ainsi que sur des limons lourds bien irrigués.

Cependant ; Il donne de meilleurs résultats sur des sols profonds et riches : les sols limoneux lui conviennent mieux. Les sols alcalins, argileux limoneux, lui sont favorables.

### I.5.3 L'eau

Le grenadier doit être arrosé tous les 7 à 10 jours en l'absence de fortes pluies. Le maintien d'une humidité adéquate du sol à la fin de l'été et au début de l'automne est essentiel pour réduire le risque d'éclatement des fruits (Sheets *et al.*, 1994).

Les arboriculteurs turcs et persans affirment qu'un grenadier doit avoir "les pieds dans l'eau et la tête au soleil"(Afaq *et al.*, 2005).

En effet, il faut que ses racines soient froides et irriguées abondamment pour obtenir des fruits de bonne qualité et en grande quantité (Afaq *et al.*, 2005).

## I.6 Compositions chimiques de différentes parties de la grenade

Les chercheurs qui ont pu déterminer la composition des différents composants de ce fruit à travers diverses techniques telles que la chromatographie couplée à la spectroscopie de masse ou même la résonance magnétique se sont intéressés par la grenade depuis longtemps.

Tableau I-2 Les constituants de la grenade (EL-Nemr S, 1990)

Caractère	Valeur
Poids moyen	284 g
Volume moyen	313 cm <sup>3</sup>
Ecorce externe	38 % de poids de fruit.
Cloisonnement interne	10 % de poids de fruit.
Graines	52 % de poids de fruit.

Jus	78 % de poids des graines
Pépins	22 % de poids des graines

### I.6.1 L'écorce externe de fruit

La pelure de grenade est riche en ellagitanins tels que Punicalline, Punicalagine, Corilagine et Granatine A en plus de Granatine B. Elle contient également des acides hydroxybenzoïques tels que l'acide gallique et l'acide ellagique ainsi que des anthocyanidines responsables de la couleur de la grenade. On note également la présence d'un alcaloïde : la pelletièreine (**Prakash C, Prakash I, 2011**).

### I.6.2 Le jus de grenade

Le jus de grenade est composé de 85,4 % d'eau, de 10,6 % de sucres totaux, de 1,4% de pectine et de 0,2 à 1,0 % de polyphénols (**Prakash C, Prakash I, 2011**).

Les anthocyanes et les flavonoïdes confèrent au jus de grenade sa couleur éclatante et sont de puissants antioxydants. Parmi les anthocyanes, on peut citer la delpenidine, la cyanidine et la pélargonidine (**Prakash C, Prakash I, 2011**).

Des sucres simples tels que le glucose ou le fructose ou des disaccharides tels que le saccharose sont présents dans le jus ainsi que des acides organiques tels que l'acide citrique, l'acide malique ou encore l'acide ascorbique. On retrouve également dans le jus de l'acide gallique, de l'acide ellagique et de l'acide quinique, ainsi que des acides aminés comme la proline et la valine (**Prakash C, Prakash I, 2011**).

### I.6.3 Les pépins de grenade

On obtient à partir des graines de grenade une huile constituée principalement d'acides gras insaturés représentés par l'acide punicique : acide cis-9, trans-11, cis-15, octadécatriénoïque, et également par les acides oléique et linoléique (**Prakash C, Prakash I, 2011**).

Il y a des hormones stéroïdes dans les graines de grenade, en fait, qui sont 17 $\alpha$ -estradiol, estrone, oestriol et testostérone (**Prakash C, Prakash I, 2011**).

En outre, ces graines contiennent également de nombreux stérols, comme le cholestérol ou le stigmastérol. Enfin, ils contiennent également des Triterpènes : acide ursolique, acide oléanolique, ainsi que des isoflavones (**Prakash C, Prakash I, 2011**).

### **I.7 Valeur nutritionnelle des grenades**

La grenade est considérée comme « Aliments-plus » du fait que son fruit contient dans ses différentes parties de nombreux composés chimiques d'une valeur biologique élevée (**Calin Sanchez et al., 2005**).

Selon l'agence pour la recherche et l'information en fruits et légumes (**Aprifel, 2018**), le profil nutritionnel de la grenade est tel que suit, pour 100 grammes de fruits :

**Tableau I-3**Fiche nutritionnelle de la grenade (**Aprifel, 2018**)

<b>Constituant</b>	<b>Teneur en moyenne</b>
<b>Calories (Kcal)</b>	80.60
<b>Macronutriments (g)</b>	
<b>L'eau</b>	79.4
<b>Fibres</b>	2.30
<b>Glucides</b>	14.30
<b>Lipides</b>	1.20
<b>Protéines</b>	1.44
<b>Minéraux et oligo-éléments (mg)</b>	
<b>Calcium</b>	9.50
<b>Chlorure</b>	44.10
<b>Cuivre</b>	0.11
<b>Fer</b>	0.10
<b>Magnésium</b>	12
<b>Phosphore</b>	27
<b>Potassium</b>	230

Vitamines	
Provitamine A (µg)	12.10
Vit B3 (mg)	0.23
Vit B5 (mg)	0.37
Vit B9 (µg)	8.77
Vit C (mg)	9.02

## I.8 Propriétés pharmacologiques de « *Punica granatum L* »

*Punica Granatum L* fait partie des espèces utilisées en phytothérapie traditionnelle depuis des siècles, mais récemment des études scientifiques ont confirmé ses propriétés médicinales qui sont attribuées à sa richesse en molécules bioactives : polyphénols, flavonoïdes et bien d'autres. Il est connu que les différentes parties du grenadier possèdent des activités biologiques distinctes (Sitzia G, 2009).

### I.8.1 Activité antioxydante

Le fruit de la grenade dans ses différentes parties : jus, pépins et écorce contient de nombreux composés chimiques à haute valeur biologique, et ces composés renferment tous les composés de nature phénolique qui lui confèrent une activité antioxydante importante.

De nombreuses études ont été réalisées sur cette propriété antioxydante de la grenade :

Certaines études ont montré que grâce à l'analyse spectroscopique du jus de grenade, du jus de framboise, du jus d'orange et du thé vert, le jus de grenade aurait la plus forte capacité à détruire les radicaux libres. Le jus de grenade serait le jus de fruit le plus efficace pour réduire l'oxydation des LDL et inhiber le stress oxydatif cellulaire des macrophages (Sreekumar et al., 2014).

Une autre étude visait à évaluer l'activité antioxydante totale de certains aliments dans une méthode in vitro qui comprend la mesure de l'oxydation de l'acide linoléique au moyen de la fluorométrie. La poudre de peau de grenade a montré l'activité antioxydante la plus

puissante. Cette poudre a réduit l'oxydation des graisses de 65% in vitro (**kelawala et al.,2004**).

### **I.8.2 Action neuroprotectrice ou Anti-Alzheimer**

Il a récemment été montré que les compléments alimentaires riches en polyphénols avaient un effet neuroprotecteur chez les animaux adultes utilisés comme cas modèles de la maladie d'Alzheimer. Une expérience a été menée sur des rats nouveau-nés dont la mère les a pris dès le début du troisième trimestre de grossesse et pendant la période de lactation, et ils ont bu de l'eau additionnée de jus de grenade.

Des lésions cérébrales induites artificiellement examinées histologiquement et chimiquement montrent que de jeunes rats ayant reçu du jus de grenade présentent une réduction significative de la perte de tissu cérébral, d'autant plus que la dose administrée est élevée. L'acide ellagique a été détecté dans le plasma des souris traitées mais pas chez les souris témoins. Sa présence peut donc être liée à l'effet neuroprotecteur obtenu chez les nouveau-nés en supplémentant la mère avec du jus de grenade (**Loren et al.,2005**).

De nombreuses études scientifiques prouvent que la grenade développe une capacité protectrice pour le cerveau et le système nerveux. Une étude menée sur des souris a conclu que le jus de grenade pouvait avoir un effet neuroprotecteur, prouvant que le jus de grenade réduisait de moitié le dépôt de protéine bêta-amyloïde dans le cerveau, qui est un indicateur de l'apparition de la maladie d'Alzheimer (**Hartmann et al., 2006**).

### **I.8.3 Action anti-hyperglycémiant ou antidiabétique**

Une étude évaluant le rôle de l'extrait de poudre d'écorce de fruit de Punica granatum L dans sa dose thérapeutique humaine sur le nombre de cellules bêta, la glycémie et les taux d'insuline plasmatique chez des rats normaux et diabétiques ayant reçu de l'alloxane pendant 4 semaines de traitement a révélé que l'extrait aqueux de grenade conduisait à une diminution significative de la glycémie. Augmentation du taux de glucose et du taux d'insuline chez les rats sains et les rats diabétiques. Le pancréas a montré un nombre accru de cellules bêta chez les rats sains et les rats diabétiques (**Khalil, 2004**).

### **I.8.4 Véritable anti-inflammatoire naturel**

La grenade est déjà reconnue pour ses propriétés anti-inflammatoires en médecine. Les polyphénols de grenade luttent contre le stress oxydatif en renforçant les systèmes de défense

de l'organisme. De plus, ils agissent directement sur le processus inflammatoire en modulant des substances pro-inflammatoires. Pour ce faire, il inhibe les enzymes et les protéines responsables de l'inflammation (par ex. : TNF-alpha et NF-kappaB,) (Curtay, 2014).

Des études in vivo ont montré que l'huile de graines de grenade pressée à froid inhibe la cyclo-oxygénase et la lipo-oxygénase. Cyclo-Oxygénase a été inhibé de 37 %. En plus d'autres médiateurs importants de l'inflammation, ils ont été inhibés à 75 % avec le même extrait (Schubert, 1999).

### **I.8.5 Activité anticancéreuse**

Des études in vivo utilisant des lignées cellulaires de cancer de la prostate ont montré que divers extraits de grenadier (jus, huile de graines et écorce) inhibent potentiellement la prolifération et l'invasion des cellules cancéreuses, induisent une perturbation du cycle cellulaire, induisent l'apoptose et inhibent la croissance tumorale. Le mécanisme anticancéreux de la grenade peut s'expliquer par la modification des protéines régulatrices de l'apoptose (Albrecht, 2004).

### **I.8.6 Effet protecteur contre les maladies cardiovasculaires**

La consommation de jus de grenade par les patients hypertendus à un effet significatif sur leur tension artérielle et sur l'activité de l'enzyme de conversion sérique. Une diminution de l'activité sérique a été observée, ainsi qu'une diminution de la pression artérielle systolique (Aviram et Dornfeld, 2001).

## **I.9 Production des grenadiers en Algérie**

L'Algérie est un pays très riche en biodiversité florale, la grenade étant cultivée dans de nombreuses zones géographiques répondant aux besoins nutritionnels et médicinaux de la population. La wilaya de Tlemcen se caractérise également par la diversité agricole, car il existe plusieurs régions dans la wilaya dans lesquelles la grenade est cultivée, telles que : Mansoura, Béni Snous, Chetouane, Honaine, Nedroma, Henaya. Nous avons choisi celle de Béni Snous pour sa qualité et sa méthode de culture traditionnelle, cette région ayant un mode de vie rural traditionnel qui se soucie de la santé humaine, car elle est cultivée sur de petites surfaces sans l'utilisation de produits chimiques (BIO).

La production totale de la grenade dans la wilaya de Tlemcen, ainsi que sa superficie sont enregistrées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau I-4** Production totale de la grenade dans la wilaya de Tlemcen (DSA, 2023)

<b>Année</b>	<b>Superficie total planté (Ha)</b>	<b>Superficie en rapport (Ha)</b>	<b>Production (Qx)</b>
<b>2015-2016</b>	<b>444,00</b>	<b>383,00</b>	<b>49 790,00</b>
<b>2016-2017</b>	<b>480,00</b>	<b>390,00</b>	<b>50 700,00</b>
<b>2017-2018</b>	<b>505,00</b>	<b>395,00</b>	<b>51 350,00</b>
<b>2018-2019</b>	<b>532,00</b>	<b>400,00</b>	<b>54 000,00</b>
<b>2019-2020</b>	<b>610,00</b>	<b>494,00</b>	<b>64 220,00</b>
<b>2021-2022</b>	<b>728,00</b>	<b>500,00</b>	<b>67 840,00</b>

*Rappels Bibliographiques*

*Chapitre II : Généralité sur le  
vinaigre*

## II. Généralité sur le Vinaigre

### II.1 Introduction

Il y a plus de 5000 ans, la découverte du vinaigre est étroitement liée à la production du vin dont il tire son nom. En effet, un vin exposé à l'air pendant un certain temps se transforme naturellement en un liquide au goût acide : c'est la naissance du vinaigre ou « vinaigrette ».

En 1822, le botaniste Persoon reprend les idées de Fabroni et Chaptal, attribuant la fabrication du vinaigre au voile qui se déplace à la surface du vin laissé à l'air libre. Croyant qu'il s'agissait d'un champignon, il le nomma *Mycoderma Acéti*. Cependant, il faudra attendre Pasteur et ses fameuses notes sur la fermentation acétique, publiées en 1864, pour comprendre enfin les véritables mécanismes de son développement. En termes simples, le vinaigre est un produit de l'oxydation de l'alcool avec l'oxygène de l'air sous l'action d'une levure, *Mycoderma Acéti*. Louis Pasteur définit scientifiquement les cinq critères fondamentaux de sa fabrication (**Chahid H, 2015**).

Vinaigre, dérivé étymologiquement du vin et de l'acide. C'est un vin aigre dû au développement de bactéries acétiques. En conséquence, nous appelons vinaigre tout produit obtenu par fermentation de vinaigre à partir de la fermentation acétique de boissons ou de dilutions alcooliques (**Bourgeois et Larpent, 1996**).

Selon la Food and Agriculture Organization (1987), le vinaigre est un liquide propre à la consommation humaine. Il est produit à partir de matière appropriée d'origine agricole, contient dans sa composition de l'amidon et/ou des sucres et contient une quantité déterminée d'acide acétique obtenu par le procédé de double fermentation, alcoolique et acide acétique (**Tesfaye et al., 2002**).

Dans la législation française, la dénomination « vinaigre » est réservée aux produits obtenus par fermentation acétique pour boissons alcoolisées ou dilutions et contenant au moins 6 % d'acide acétique (arrêté du 28 juillet 1908 modifié par arrêté du 28 mars 1924). La raison de la fabrication du vinaigre est due à la bactérie de l'acide acétique "*Acétobacter*" (**Guiraud, 1998**).

La législation algérienne, comme le Codex Alimentaire, exige que la teneur en acide acétique soit au minimum de 6% pour le vinaigre de vin et de 5% pour les autres vinaigres (Jora, 1998).

Le vinaigre est considéré comme le premier condiment au monde. Il a été utilisé à travers les âges pour préserver et désinfecter les aliments, pour guérir diverses maladies et pour apporter de la saveur aux plats.

Chaque civilisation à travers le monde et les époques a développé ses propres alcools à partir des ingrédients disponibles sur son territoire. Comme le vinaigre est le prolongement naturel de tout l'alcool, chaque peuple avait son propre vinaigre.

## II.2 Compositions de vinaigre

La fermentation est une réaction biochimique naturelle. Autrefois utilisée comme moyen de conservation des fruits et légumes, cette réaction se traduit par la transformation de molécules de sucre en milieu anaérobie sous l'influence de bactéries ou de levures. Il augmente la valeur nutritionnelle des aliments, amplifie la biodisponibilité des nutriments et la teneur en enzymes ainsi que la neutralisation de nombreuses substances toxiques.

Le composant principal du vinaigre est l'acide acétique. Les composés secondaires, tels que l'acide tartrique, l'acide succinique et les substances azotées, proviennent des matières premières utilisées et des nutriments ajoutés au milieu réactionnel et à l'eau de dilution (Cheung *et al.*, 2012).

D'autre part, d'autres composés se forment lors de la fermentation du vinaigre (produits de fermentation) ou résultent de l'interaction de composants entre eux, comme l'acétate d'éthyle qui contribue à la saveur du vinaigre (Boughnou, 1988).

Les critères de distinction des types de vinaigre sont la teneur en extrait sans sucre, en sorbital, en acétoïne, en acide lactique et en acide tartrique.

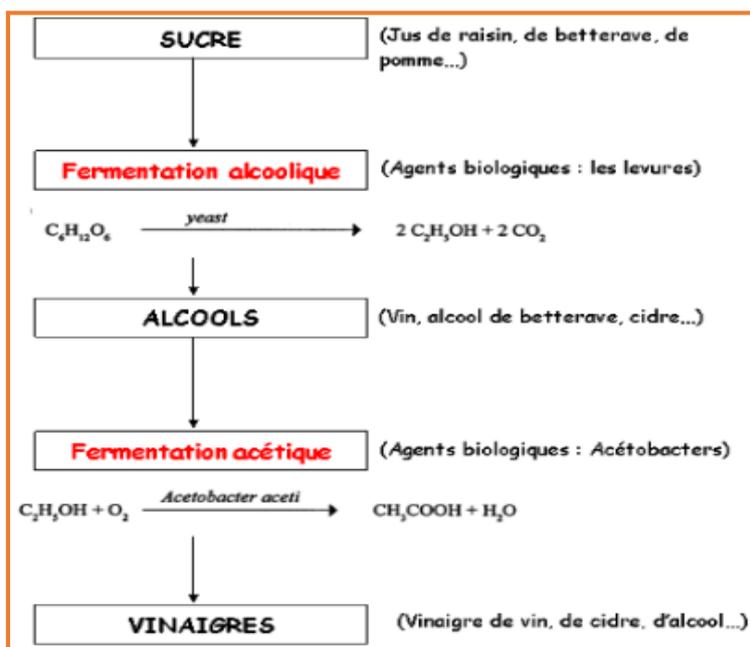


Figure II-3 Diagramme de fabrication de vinaigre

## II.3 Technologie de vinaigre

### II.3.1 Fermentation alcoolique

La fermentation alcoolique se déroule en milieu anaérobie. Elle est assurée par des levures du genre *Saccharomyces* à température ambiante pendant quelques jours. Elle dépend principalement de la transformation des sucres, principalement le glucose et le fructose, qui pénètrent dans la cellule de levure par diffusion facilitée et subissent une phosphorylation conduisant à la fin de la fermentation avec l'alcool éthylique, mais aussi de la production de divers composés qui accompagnent cette production d'alcool et jouent un rôle sensoriel majeur dans la qualité du produit (**Bourgeois, Larpent, 1996**).

L'équation bilan de la fermentation alcoolique est la suivante :



### II.3.2 Fermentation acétique

Des acétobacters qui oxydent l'éthanol en acide acétique en présence d'oxygène sont impliqués dans la production de vinaigre (**Bourgeois, Larpent, 1996**). La température optimale pour l'aération se situe entre 30 et 32 °C, au-delà de 33 °C, il y a une oxydation excessive de l'acide acétique en dioxyde de carbone et en eau (**Mariorella, 1985**). Les acétobacters sont des bactéries aérobies strictes ou facultatives, elles ont donc besoin d'oxygène pour l'oxydation de l'éthanol en acide acétique, et elles ont une tolérance au pH

de 3 à 4. Le degré d'alcool est compris entre 7 et 12 degrés, car au-dessus de 12 degrés, l'éthanol tourne en dioxyde de carbone et en eau, pour la fermentation acétique (**Guiraud et al.,1998**).

L'équation bilan de la fermentation acétique est la suivante :



#### **II.4 Utilisation de vinaigre**

Le vinaigre est un produit écologique à usages multiples. Il est utilisé comme désinfectant pour nettoyer les sanitaires, les réfrigérateurs, les cuisines ...etc.

Il est utilisé pour rehausser le goût en tant qu'épice, et il peut être utilisé dans la préparation de vinaigrette, pour assaisonner les salades, la mayonnaise, les cornichons et les marinades.

Il est également un excellent conservateur alimentaire. Il est permis de préparer des cornichons, ainsi que des fruits et légumes frais, qui peuvent être conservés pendant des années s'ils sont trempés dans du vinaigre et enfermés hermétiquement dans un bocal.

Le vinaigre est également utilisé en cuisine pour le déglacage des viandes et l'assaisonnement des sauces.

Il a des vertus pour l'organisme, car son acidité facilite la digestion des corps gras et de la cellulose. Il contient également des propriétés anticholestérols, antihypertensives et anti-inflammatoires. De plus, elle permet de réguler le taux de sucre dans le sang et de protéger contre les maladies cardiovasculaires et le cancer.

*Partie Expérimentale*

*Chapitre III : Matériels et Méthodes*

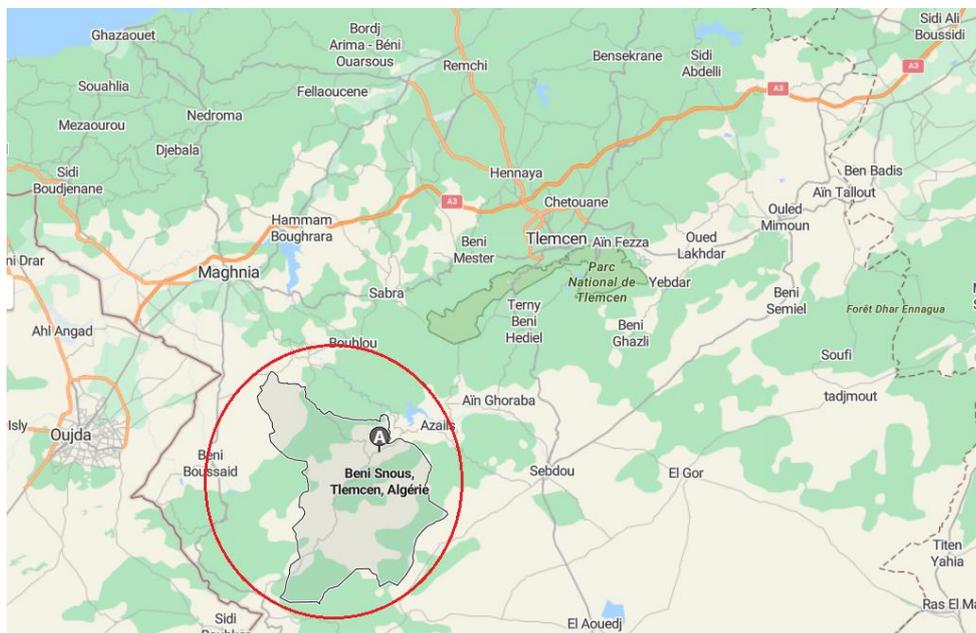
## Chapitre III : Matériels et Méthodes

### III. Matériels et Méthodes

Le présent travail porte sur la fabrication d'un vinaigre à base du fruit de la grenade 'Punica Granatum L' cultivés localement au niveau de la région de Béni Snous de la Wilaya de Tlemcen, ainsi qu'une étude des paramètres physico-chimiques et biochimiques de notre vinaigre et comparaison des ses caractéristiques et propriétés avec trois autres sortes de vinaigres commercialisées en Algérie .

#### III.1 Choix de zone d'étude

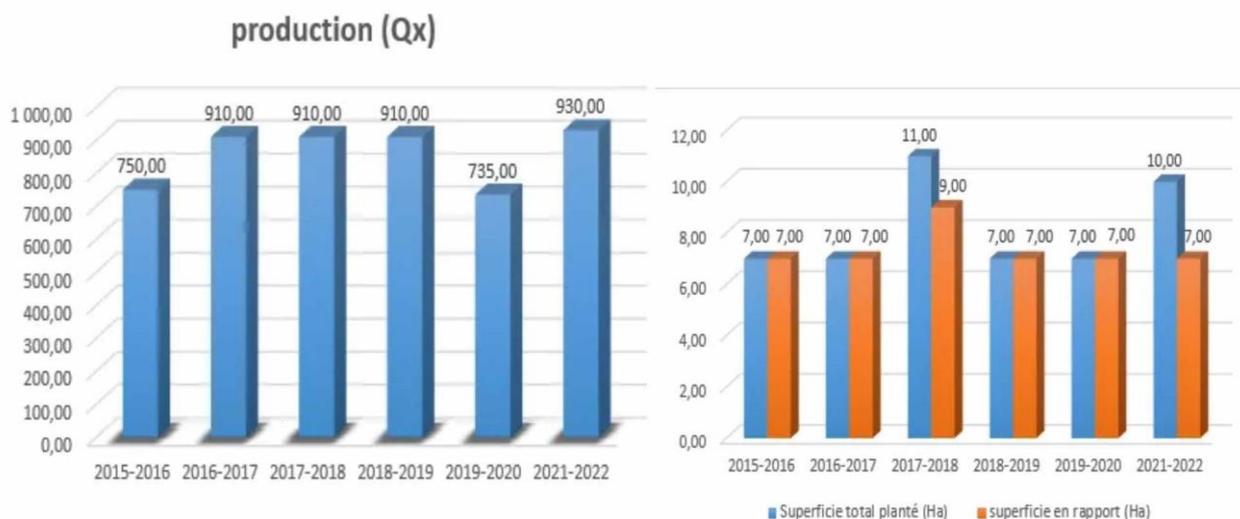
Béni Senous est une commune de la wilaya de Tlemcen en Algérie. Située dans les montagnes de Tlemcen, elle formait une île berbérophone dans l'ouest algérien et conserve un mode de vie villageois traditionnel. La zone d'étude d'une superficie de 25,3 kilomètres carrés est située dans le bassin versant d'oued El-Khemis, à 12 km au sud-ouest du barrage de Béni Bahdel. Elle se caractérise par une faible densité de population (11 318 habitants, 2008), et est connue par une agriculture biologique sur de petites superficies et sa biodiversité florale, avec des surfaces cultivées de plus de 18 hectares avec un rendement allant jusqu'à 19 quintaux (2021-2022).



**Figure III-4** Carte Géographique de la région de Béni Snous Tlemcen (Google Maps 2023)

## Chapitre III : Matériels et Méthodes

Selon (DSA, 2023), la production de grenades à Beni Snous en 2022 est de 930 Qx, et on note que de 2016 à 2019 la production était stable 910 Qx, et pendant l'épidémie il y avait une baisse de production jusqu'à 735 Qx (Figure III-5).



**Figure III-5** Production du grenadier en Beni Snous Tlemcen (DSA, 2023)

### III.2 Matière végétale

Le fruit de *Punica granatum* L., qui fait l'objet de notre étude, a été fraîchement récolté le mois de Novembre 2022. Le fruit a été identifié par le cultivar comme étant de la variété « Sefri », cultivé selon les méthodes de l'Agriculture Bio dans la région de Béni Snous .



**Photo III-1** Arbre de grenade

## Chapitre III : Matériels et Méthodes

---

### III.2.1 Préparation du matière végétale

La méthode de préparation du vinaigre de grenade se déroule en plusieurs étapes. Elle débute par le triage et se termine par la filtration. La fermentation s'effectue dans une température ambiante.

**La récolte :** le fruit entier, fraîchement récolté, a été débarrassé et lavé abondamment avec de l'eau de robinet afin d'éliminer toutes les impuretés.



**Photo III-2** Les grenades récoltées de variété 'Sefri'

**L'épluchage :** Puis , on a épluché manuellement, de façon délicate les grenades.

Une quantité de pelures a été séchée dans un endroit sec, à l'abri de la lumière et à température ambiante et a été réduite en poudre fine et homogène par broyage à l'aide d'un mortier et conserver pour un usage postérieur et les pépins ont été récupérés pour la fabrication de notre vinaigre.



**Photo III-3** Les graines de fruit après l'épluchage

### III.3 Technique de fabrication de vinaigre

On a préparé deux lots pour la fabrication de vinaigre qui sont :

- **Lot 0 1 ( Méthode 01 )** : elle consiste à écraser les graines de grenade pour en extraire le jus et à les placer dans des bocaux en verre stérilisés, fermés avec un tissu perméable, afin de produire du vinaigre concentré.
- **Lot 02 ( Méthode 02)** : a pour but de produire un vinaigre dilué, dans lequel on prend une mesure de fruit épluché et on ajoute 3 mesures d'eau de source (pH= 7.5) pour que la grenade soit immergée. Le tout est mis dans des bocaux en verre stérilisés et fermés hermétiquement avec un tissu perméable



**Photo III-4** Méthode de fabrication de vinaigre (lot 1 et lot 2)

## Chapitre III : Matériels et Méthodes

### III.3.1 Procédé de Fermentation

La production de vinaigre comporte deux étapes de fermentation, fermentation alcoolique et une fermentation acétique.

Pour réaliser la fermentation acétique de notre vinaigre, on a conservé les deux lots dans un endroit sombre à température ambiante pour assurer toutes les conditions favorables de la fermentation pendant plus de 40 jours [05 Décembre 2022 au 24 Janvier 2023]



**Photo III-5** Procédé de fermentation

Après plus de quarante jours, on a enlevé le tissu, puis on a filtré le produit. La filtration a été réalisée par un tissu perméable 'Marzaïa'. Le filtrat obtenu est le vinaigre de Grenade. Afin d'augmenter la qualité hygiénique, le vinaigre obtenu a été mis dans des petites bouteilles stérilisés bien fermées.



**Photo III-6** Procédé de Filtration

## Chapitre III: Matériels et Méthodes

### III.4 Echantillons de vinaigres commercialisés en Algérie

Une étude comparative a été réalisée entre notre vinaigre et autres vinaigres commercialisés en Algérie. Les échantillons collectés ont été randomisés en fonction de différents fruits. Les marques de vinaigre utilisées sont indiquées dans la photo III-7 :



Vinaigre El-Assil à l'extrait de grenade fabriqué en Turquie (Sena Gida)



Vinaigre Casbah gout de citron fabriqué en Algérie, (N°59 Lot Béhairia, ouled chbel Alger)



Vinaigre El-Houceima de cidre artificiel fabriqué en Algérie, (N°4 Rue Hamri Ahmed, Tlemcen)

Photo III-7 Echantillons de vinaigre commercialisé en Algérie



Photo III-8 Vinaigre "Granasnous" concentré et dilué

## Chapitre III : Matériels et Méthodes

### III.5 Méthode d'analyse

Les analyses ont été effectués au niveau du laboratoire de recherche LAPRONA (laboratoire des produits naturels) et les laboratoires pédagogiques (Pôle Biochimie) de département de biologie, faculté SNV-STU de l'université de Tlemcen ainsi qu'au niveau des laboratoires du Centre Algérien de Contrôle de la Qualité et de l'Emballage de la Wilaya de Tlemcen.

#### III.5.1 Analyses physico-chimiques

##### III.5.1.1 Détermination de PH (OENO, 2000)

La mesure du pH est essentielle pour le contrôle de la fermentation microbienne . Il renseigne sur l'évolution de l'acidité du milieu, en fonction de l'activité métabolique de la microflore. Le pH est déterminé par la lecture directe sur un pH mètre préalablement étalonner de type (*OHAUS, Starter 3100*).



**Photo III-9** pH mètre "OHAUS, Starter 3100"

##### III.5.1.2 Détermination de conductivité électrique

La conductivité électrique se rapporte à la teneur en sels solubles en tant que produit de leur concentration relative et de la température de la solution.

## Chapitre III : Matériels et Méthodes

Le principe consiste à introduire dans un bécher de 50 ml de vinaigre l'électrode d'un conductimètre préalablement étalonné et à lire directement la valeur de la conductivité électrique. Les résultats sont exprimés en ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ).

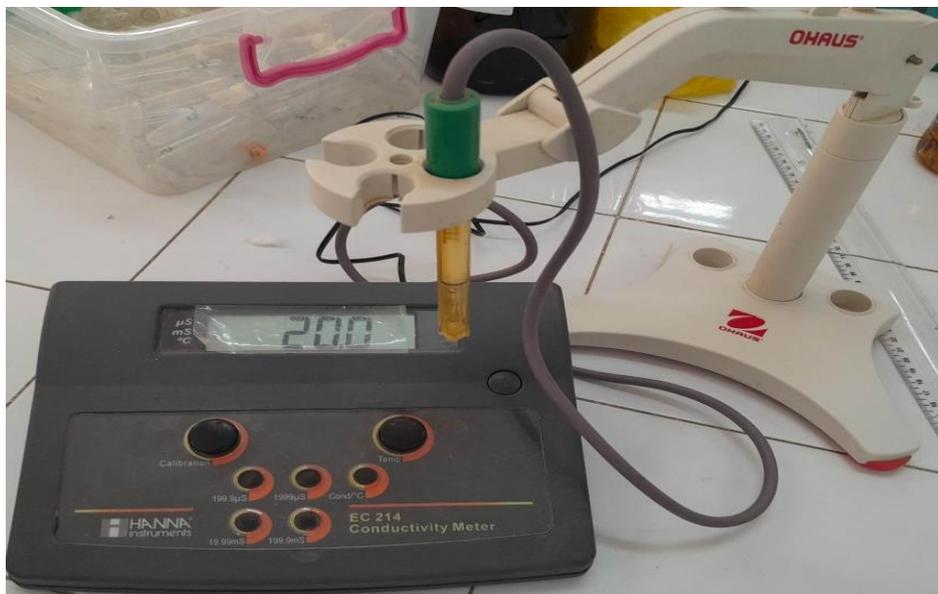


Photo III-10 Conductimètre « HANNA instruments EC214 »

### III.5.1.3 Détermination de la densité

La densité fournit des informations sur l'état du produit en mettant en œuvre la teneur en matières solides et la viscosité. Il renseigne sur l'aptitude des micro-organismes par rapport à l'état physique du milieu.

La méthode pour mesurer la densité est basée sur la détermination de la masse du produit testé qui placé dans un pycnomètre d'un volume connu à une température de 20 °C.

L'échantillon testé est versé dans le pycnomètre, après cela on place un couvercle avec un trou de débordement. L'excès de liquide s'infiltre par l'extrémité supérieure du tube capillaire, lorsque le bouchon est mis en place sur le flacon, ce qui permet de déterminer précisément le volume de liquide.

- Le poids de pycnomètre vide ( $M_0$ )
- Leur poids avec l'eau distillé ( $M_1$ )
- Le poids de pycnomètre avec l'échantillon ( $M_2$ )

$$\text{La densité} = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0}$$



Photo III-11 Quelques échantillons étudiés dans des pycnomètres

### III.5.1.4 Détermination du taux des solides solubles (Degré Brix)

Le taux de solides solubles (TSS) exprimé en degré Brix est déterminé à l'aide d'un réfractomètre à 20° C. La technique consiste à déposer une goutte de vinaigre sur une plaque de réfractomètre pré-nettoyée et pré séchée avec de l'eau distillée. Le degré Brix est obtenu par lecture directe sur l'échelle à l'intersection de la limite entre la frange claire et la frange foncée.



Photo III-12 Réfractomètre " ILLUMINATOR INPUT A.C 220V "

## Chapitre III : Matériels et Méthodes

### III.5.1.5 Détermination de la teneur en extrait sec soluble

Il est défini par l'ensemble des substances qui ne se volatilisent pas et ne subissent pas d'altération dans les conditions décrites.

Le dosage de l'extrait sec comporte l'élimination des substances volatiles par évaporation complète au bain marie bouillant selon le protocole suivant :

- Tarer une capsule de platine de 55 mm de diamètre à fond plat à 103 °C et la peser vide.
- Prélever 25 ml d'échantillon et le mettre dans un bain marie jusqu'à évaporation, et on ajoute 25 ml d'eau distillé à 3 reprises après chaque évaporation.
- Etuver la capsule contenant le résidu à 103 °C pendant deux heures.

La teneur en extrait sec est calculée d'après la formule suivante :

$$\text{Teneur en extrait sec (\%)} = \frac{M_2 - M_0}{M_1} \times 100$$

**M<sub>0</sub>** : poids de la capsule vide

**M<sub>1</sub>** : poids de la capsule avec l'échantillon

**M<sub>2</sub>** : poids de la capsule après l'étuvage



**Photo III-13** L'évaporation en bain marie de matière sèche

## Chapitre III : Matériels et Méthodes

### III.5.1.6 Dosage de l'alcool

L'éthanol ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) est le produit essentiel de la fermentation alcoolique des levures. La détermination de ce dernier permet de connaître les proportions d'alcool non transformée en acide acétique.

Le principe consiste en une lecture directe du degré alcoolique à l'aide d'un alcoomètre après distillation.

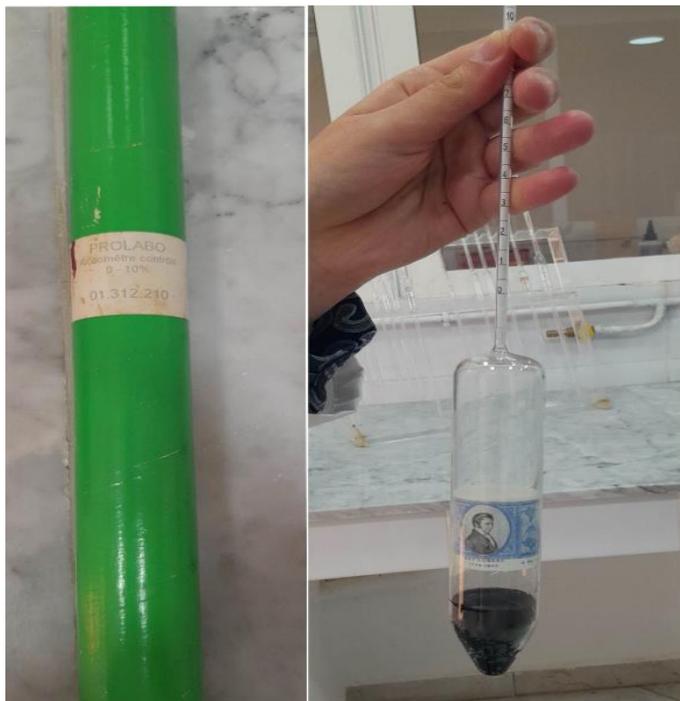


Photo III-14 Alcoomètre contrôlé 0-10% "Prolabo "

### III.5.2 Paramètres biochimiques

#### III.5.2.1 Dosage de l'acidité totale

Elle est dosée par titrimétrie avec la soude à 0,5 N en présence de phénol phtaléine comme indicateur coloré selon le protocole suivant :

- Préparer 100mL d'une solution diluée au dixième du vinaigre.
- La solution titrante est une solution de soude( $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$ ) de concentration 0.5N
- Prélever 20 ml de la solution diluée de vinaigre à l'aide d'une pipette jaugée et verser dans un bécher propre et sec de 150 ml. Ajouter le barreau aimanté de l'agitateur magnétique (propre et sec), puis 3 gouttes de phénolphtaléine.
- Titrer avec hydroxyde de sodium 0.5N jusqu'à atteindre une couleur rose.
- 1ml NaOH 0.5N correspond à 0.0300g d'acide acétique.



**Photo III-15** Méthode de titrimétrie pour le dosage d'acidité

### III.5.2.2 Dosage de l'acidité fixe

Mettre 10ml de vinaigre dans une capsule en porcelaine de 200ml, évaporé à sec, ajouter 5 à 10ml d'eau et évaporer de nouveau, répéter l'opération au moins 5 fois.

Ajouter environ 10 ml d'eau distillée afin de dissoudre le résidu obtenu, on mélange à l'aide d'une baguette en verre. Titrer avec NaOH 0.1N en présence de phénolphtaléine.

Comme 1 ml de soude décinormale (1N) neutralise 0.006 g d'acide acétique on a :

$$\text{Acidité fixe (g/ml)} = (N \times 0.006 \times 100) / 10 = N \times 0.06$$

(N) le nombre de millilitres de NaOH utilisé

On exprime arbitrairement l'acidité fixe du vinaigre en grammes d'acide acétique pour 100 ml.



Photo III-17 Evaporation en bain marie



Photo III-16 Les échantillons dans le dessiccateur

### III.5.2.3 Dosage de l'acidité volatile

L'acidité volatile représente la différence entre l'acidité totale et l'acidité fixe

### III.5.2.4 Détection des saponosides

La détection des saponosides est réalisée en ajoutant un peu d'eau à 2 ml de notre échantillon, puis la solution est fortement agitée. Ensuite, on la laisse reposer pendant 20 min et la détection des saponosides est évalué selon les résultats suivant :

- Pas de mousse = test négatif
- Mousse moins de 1 cm = test faiblement positif
- Mousse de 1 – 2 cm = test positif
- Mousse plus de 2 cm = test très positif.

## Chapitre III : Matériels et Méthodes

### III.5.2.5 Recherche des tanins

La présence des tanins est mise en évidence en ajoutant à 1 ml de l'échantillon, 1 ml d'eau et 1 à 2 gouttes de solution de  $\text{FeCl}_3$  diluée (1%). L'apparition d'une coloration vert foncé ou bleu vert indique la présence des tanins.

### III.5.2.6 Détection des flavonoïdes

La réaction de détection des flavonoïdes consiste à traiter 5 ml de l'extrait avec 1 ml d'HCL concentré et 0.5g de tournures de magnésium. La présence des flavonoïdes est mise en évidence si une couleur rose ou rouge se développe après 3 min.

### III.5.2.7 Dosage des polyphénols

La quantification des polyphénols totaux a été réalisée selon la méthode adoptée par **Singleton et al. (1999)**. Le test se base sur le changement de la couleur du réactif de Folin-Ciocalteu (Sigma Aldrich) de couleur jaune.

- 100  $\mu\text{l}$  de l'échantillon sont déposés dans un tube à essai ensuite on ajoute 500 $\mu\text{l}$  de la solution de Folin-Ciocalteu dilué. Après un repos presque de 5 min on ajoute 400  $\mu\text{l}$  de carbonate de sodium.
- L'absorbance est lue à l'aide d'un spectrophotomètre (UV-visible spectrophotomètre UV-1650PC) à une longueur d'onde de 760 nm après l'incubation du mélange réactionnel pendant 2h à l'abri de la lumière.
- Les tests ont été répétés trois fois. Les résultats obtenus sont exprimés en milligramme équivalent de l'acide gallique en utilisant la gamme d'étalonnage pour 100 ml de l'échantillon.



Photo III- 18 Spectrophotomètre "Hitachi U-5100"

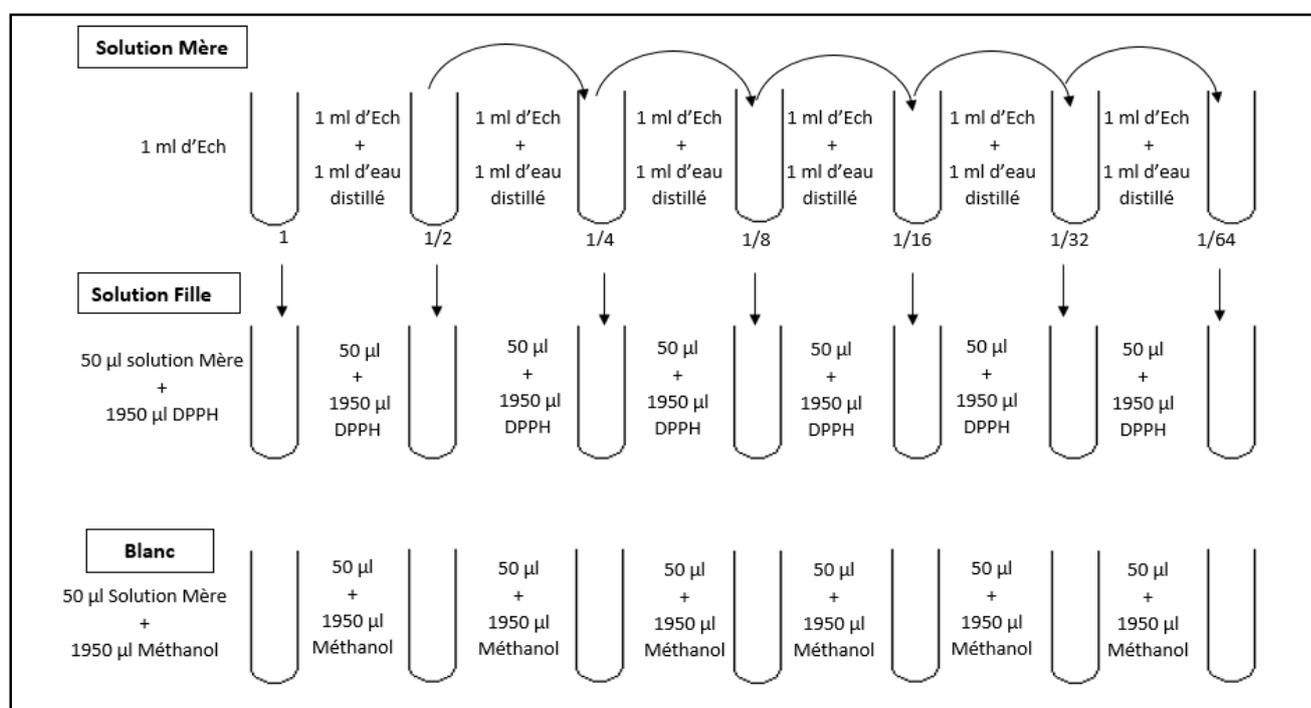
## Chapitre III : Matériels et Méthodes

### III.5.3 Activité antioxydantes

#### III.5.3.1 DPPH

En utilisant le test DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle) pour déterminer l'efficacité d'une molécule antioxydante en mesurant sa capacité à réduire le radical chimique DPPH°.

On a mélangé 50 µl de vinaigre dilué avec 1950 µl de DPPH (2.36 mg / 100 ml de méthanol) et on a agité vigoureusement au vortex. Cette solution a ensuite été conservée dans l'obscurité et à température ambiante pendant 30 minutes. L'absorbance a finalement été mesurée à une longueur d'onde de 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Visible. En utilisant la courbe d'étalonnage pour déterminer l'activité antioxydante des extraits de vinaigre, et est exprimée en milligrammes par millilitre de vinaigre.



**Figure 6** La méthode de préparation de la gamme d'étalonnage

Le pourcentage d'inhibition de l'activité radicalaire du DPPH est donné par l'équation suivante :

$$\% \text{ Inhibition} = 100 (A_t - A_e/A_t)$$

At: absorbance du témoin ; Ae : absorbance de l'échantillon

## Chapitre III : Matériels et Méthodes

---

Les résultats sont exprimés par la moyenne de trois mesures  $\pm$  écart type. La valeur IC50, déterminée pour chaque échantillon, est définie comme étant la concentration de l'échantillon correspondante à un pourcentage d'inhibition de 50%.

### III.5.4 Analyse sensorielle

Un mélange de 200 g de vinaigre de grenade, 150 g de miel et 150 g d'eau a été utilisé pour préparer une boisson de vinaigre. La qualité du vinaigre a été évaluée par 30 panélistes non experts en utilisant l'échelle d'hédonique en 9 points . Les tests hédoniques sont conçus pour mesurer le degré d'appréciation d'un produit. On se sert d'échelles de catégories allant de «aime beaucoup» à «n'aime pas du tout» en passant par «neutre» avec un nombre variable de catégories intermédiaires. Les dégustateurs choisissent, pour chaque échantillon, la catégorie qui correspond à leur degré d'appréciation. Les tests ont porté sur la couleur, l'odeur, le goût et l'acceptation globale de la boisson.

*Partie Expérimentale*

*Chapitre IV : Résultats*

## Chapitre IV : Résultats

### IV. Résultats

L'objectif de ce projet est de fabriquer un vinaigre à base du fruit de la grenade cultivé localement au niveau de la région de Béni Snous de la Wilaya de Tlemcen et de réaliser une étude comparative avec trois types de vinaigre commercialisés en Algérie en analysant les paramètres physico-chimique et biochimique.

On a donné le nom 'GRANASNOUS' à notre vinaigre et la fermentation de 1kg de fruit de grenade 'punica granatum L' de la variété 'Sefri' a donné 500 ml de vinaigre concentré et un litre de vinaigre dilués.

#### IV.1 Paramètres physico-chimiques

##### IV.1.1 pH

La Figure IV- 7 indique le pH des deux lots réalisés du vinaigre 'Granasnous' et les trois autres types de vinaigre

On remarque que les vinaigres commerciaux étudiés ont des valeurs proches de pH avec de légères différences. Les lots 1 et 2 de notre vinaigre naturel 'Granasnous' présentent des valeurs plus élevées de pH dont respectivement 3.7 et 3.35, suivi par El-Assil (2.79), El-Hoceima ( 2.75) , et enfin Casbah (2.73).

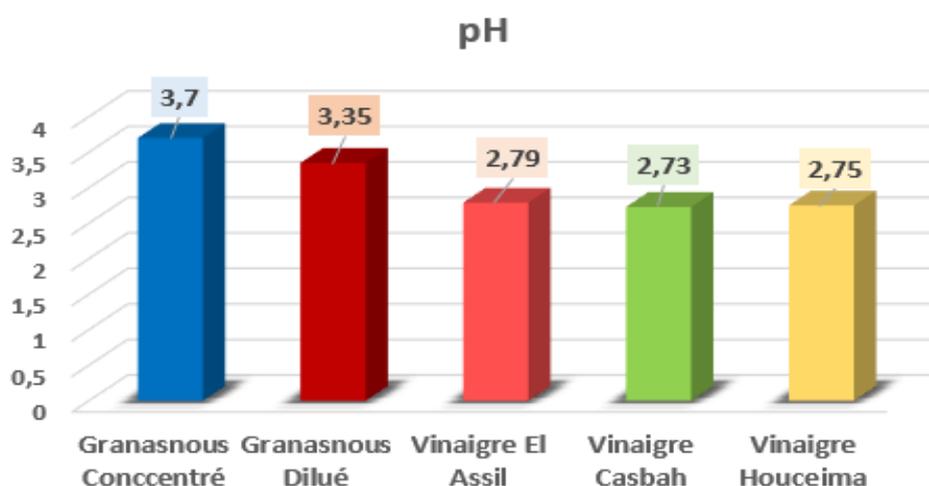


Figure IV-7 Valeur du pH des échantillons du vinaigre étudiés

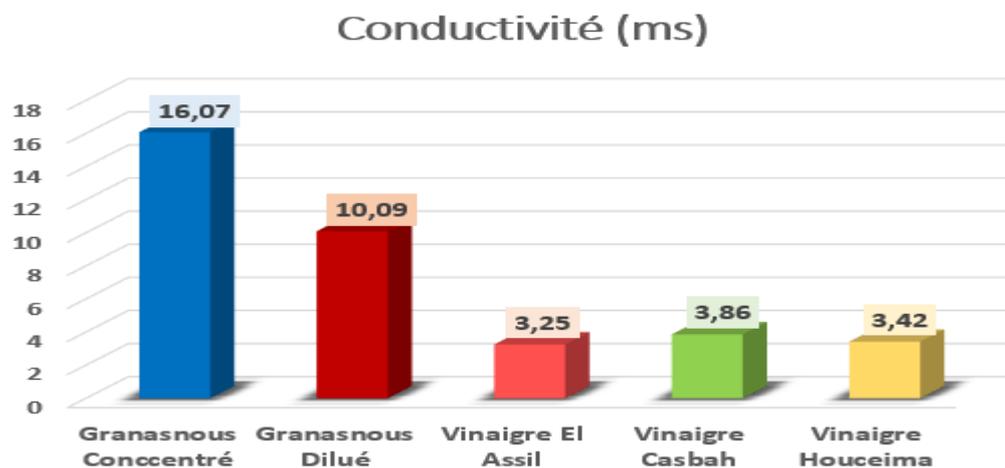
Ces pH nous indique quelles quantités d'acides organiques sont dans le vinaigre. Ces acides organiques sont le résultat du métabolisme des micro-organismes acidophiles présents dans le vinaigre.

## Chapitre IV : Résultats

### IV.1.2 Conductivité électrique

Les mesures de conductivité sont illustrées dans la Figure IV- 8

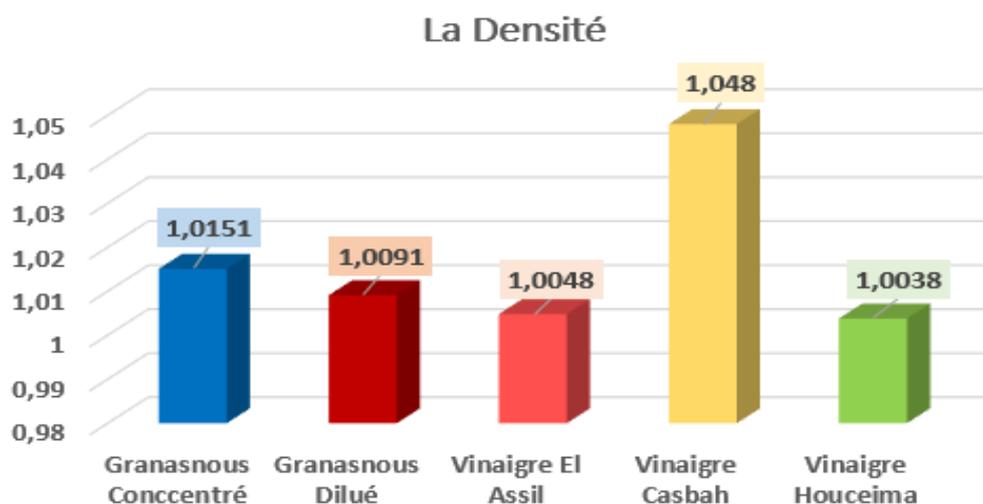
Les résultats obtenus montrent que la conductivité la plus élevée est observée au niveau du lot 01 et 02 de notre vinaigre dont respectivement 16,07 ms et 10,09 ms, et la plus faible au niveau du vinaigre El Assil avec une conductivité de 3,25 ms.



**Figure IV-8** Valeurs de conductivité électrique des échantillons du vinaigre étudié

### IV.1.3 Densité

Les résultats de la densité indiquent que la valeur la plus élevée est du vinaigre Casbah avec 1.048 suivi par Granasnous concentré (lot 01) avec 1.0151, Granasnous dilué (lot 02) avec 1.0091, ensuite vinaigre El-Assil avec 1.0048, et enfin du vinaigre El-Houceima avec une valeur de 1.0038.(Figure IV- 9)



**Figure IV-9** Densité des échantillons étudiés de vinaigre

## Chapitre IV : Résultats

### IV.1.4 Taux solide soluble (TSS)

La figure IV-10 représente les teneurs de Taux Solide Soluble (Degré Brix) des différents lots étudiés

Nos résultats indiquent que la valeur la plus élevée du taux de solides dissous est de Granasnous concentré avec une valeur de 5B°, suivi du Granasnous dilué avec un degré de 2.5B°. Quant au vinaigre commercial, on constate que le vinaigre Casbah a un degré de 2.3 B° suivi par El-Assil avec une valeur de 1,7B°, et enfin El-Houceima a une valeur de 1B°.

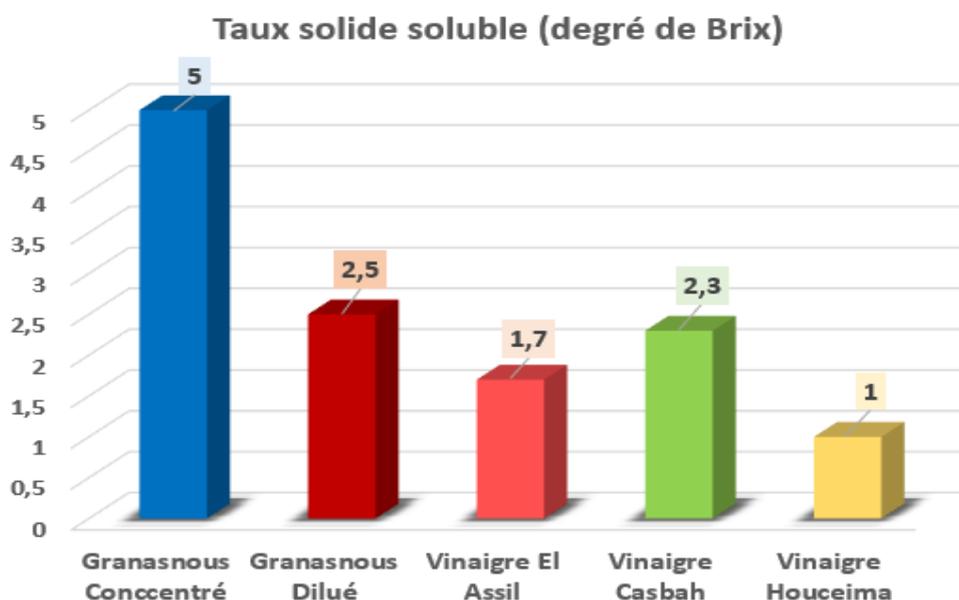
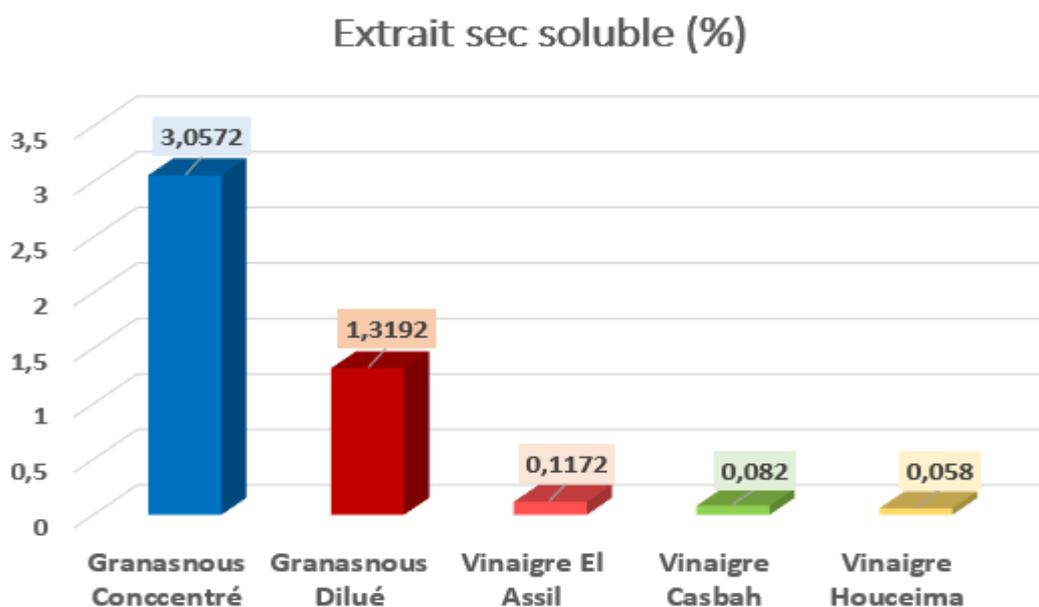


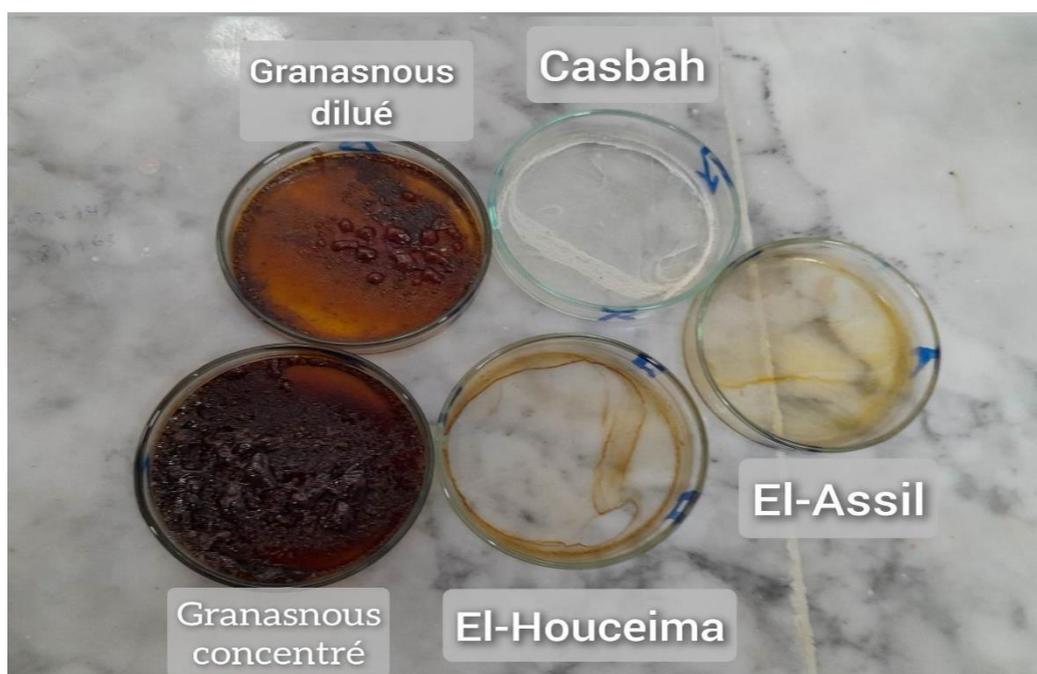
Figure IV-10 Degrés de Brix des échantillons du vinaigre

### IV.1.5 Teneur en extrait sec soluble

L'analyse d'extrait sec (Figure IV-11 & photo IV-19) montre que le vinaigre Granasnous concentré est le plus résiduel à 3.0572 %, puis le dilué à 1.3192 % de sédiments. Ils sont suivis par El-Assil avec 0.1172%, ensuite casbah avec 0.082 % et dernièrement El-Houceima avec un pourcentage de 0.058% de matière sèche.



**Figure IV-11** Teneurs en extrait sec soluble des échantillons étudiés



**Photo IV-19** Les résultats d'extrait sec

### IV.1.6 Dosage d'alcool

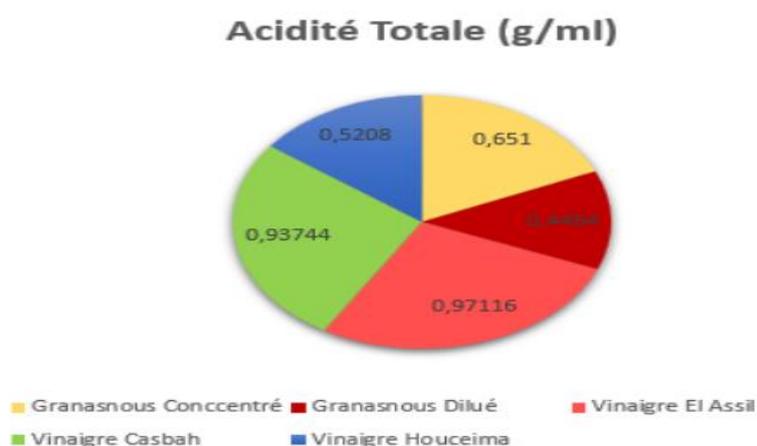
Les résultats obtenus de la teneur en alcool résiduel dans les cinq échantillons de vinaigre étudiés ont déterminé l'absence totale, dont il n'y a aucune trace d'alcool.

## Chapitre IV : Résultats

### IV.2 Paramètres Biochimiques

#### IV.2.1 Acidité totale

La figure IV-12 représente le niveau d'acidité totale des échantillons de vinaigre étudiés. Nous avons le vinaigre El-Assil avec un taux élevé de 0,97 g/ml, puis Casbah avec une valeur de 0,93 g/ml et vient ensuite Granasnous concentré avec 0,651 g/ml, suivi du vinaigre Al-Hoceima avec de 0,52 g/ml et enfin Granasnous dilué avec une valeur de 0,44 g/ml.



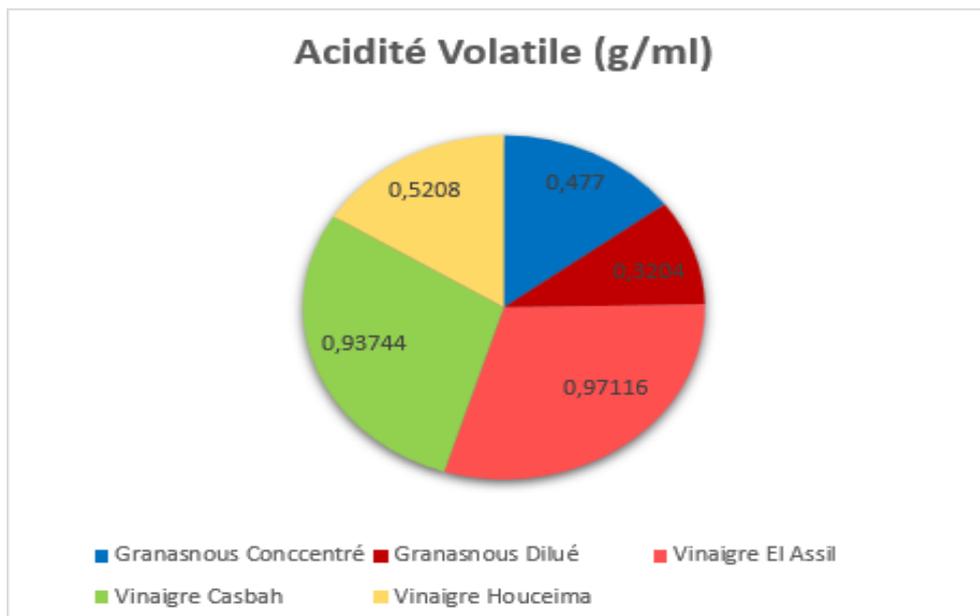
**Figure IV-12** Acidité totale des échantillons de vinaigre

#### IV.2.2 Acidité fixe

Selon la méthode d'analyse effectuée, les résultats d'acidité fixe sont : pour le vinaigre Granasnous concentré est de 0.174 g/ml et pour le dilué elle est de 0.126 g/ml, tandis que les autres échantillons étudiés l'acidité est égale zéro.

#### IV.2.3 Acidité volatile

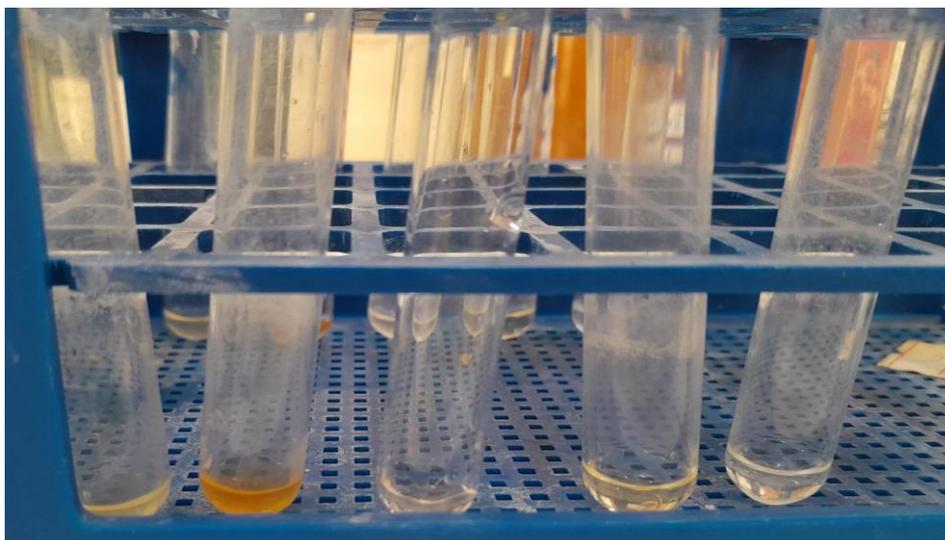
Il semble que l'acidité volatile des vinaigres commerciaux étudiés soit égale à l'acidité totale, alors que pour le vinaigre naturel Granasnous concentré elle est de 0,477 g/ml et pour le dilué elle est de 0,3204 g/ml. (Figure IV- 13)



**Figure IV-13** Acidité volatile des échantillons du vinaigre

### IV.2.4 Détection des saponosides

La détection des saponosides dans les différents échantillons de vinaigre montre qu'aucune mousse n'apparaît, ce qui indique son absence dans les cinq échantillons (Figure IV- 20).



**Photo IV-20** Résultats de détection des saponosides

## Chapitre IV : Résultats

### IV.2.5 Détection des tanins

Les résultats montrent une présence modérée de tanins dans Granasnous concentré et dilué dont on a remarqué l'apparition d'une couleur bleu vert. En revanche, on a noté une absence totale dans le reste des échantillons étudiés.

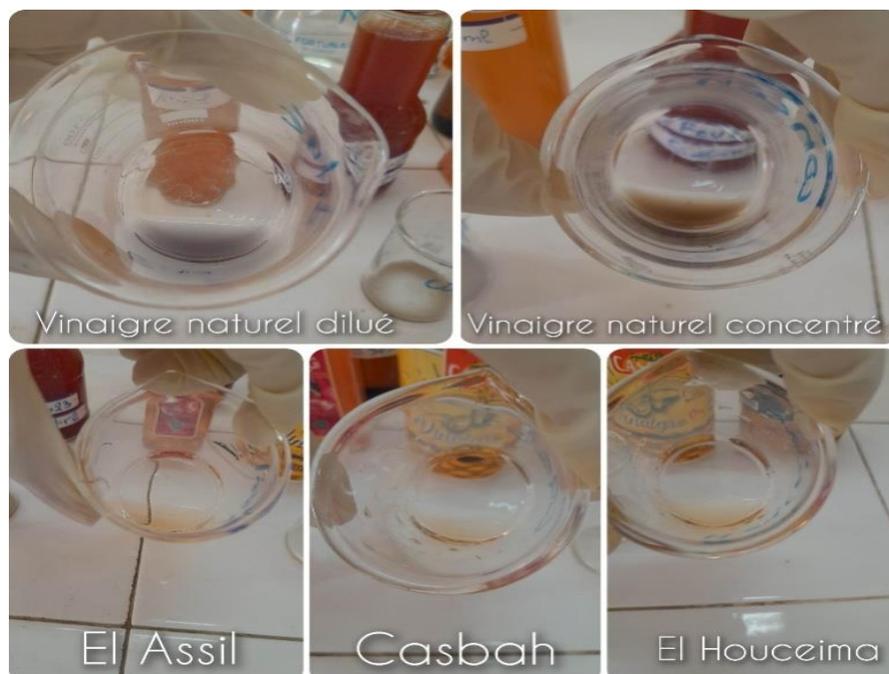


Photo IV-21 Les résultats de la détection des tanins

### IV.2.6 Détection des flavonoïdes

Les échantillons analysés indiquent que le vinaigre naturel "Granasnous" contient une quantité modérée de flavonoïdes, ce qui se traduit par une coloration rouge, contrairement aux vinaigres industriels qui n'en contiennent pas.



Photo IV-22 Résultats de détection des flavonoïdes

## Chapitre IV : Résultats

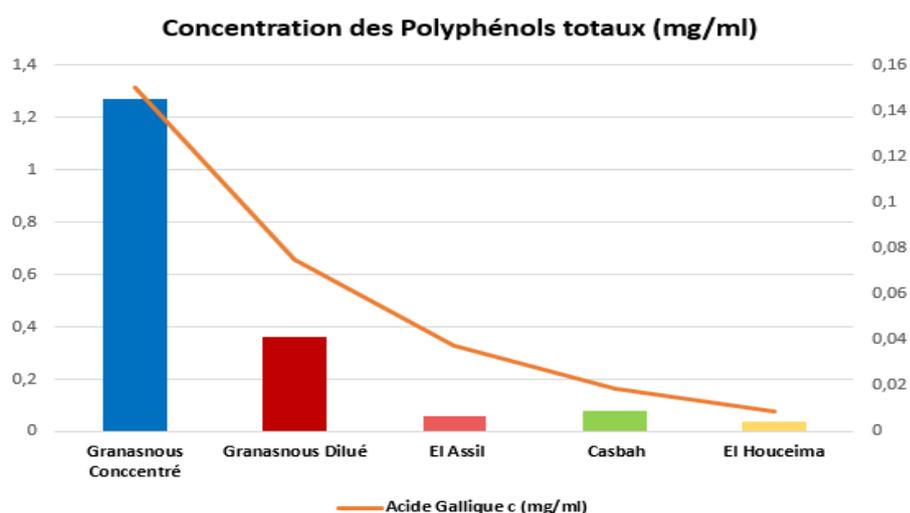
### IV.2.7 Dosage des Polyphénols

La teneur en polyphénols totaux des différents échantillons de vinaigre, a été estimée par des dosages spectrophotométriques en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu.

**Tableau IV-5** Résultats de teneur en composés phénoliques totaux dans les échantillons

Vinaigre	D.O	Concentration (mg/ml)
Granasnous concentré	0.723	1.271
Granasnous dilué	1.638	0.3601
El Assil	0.28	0.061
Casbah	0.369	0.081
EL Houceima	0.184	0.04

Les résultats révèlent la richesse de vinaigre « Granasnous », qu'il soit dilué ou concentré en composés phénoliques totaux, avec des taux variant de 1.271 mg/ml à 0.3601 mg/ml. Le vinaigre Casbah affiche également un contenu élevé de 0.081 mg/ml, suivi de El Assil avec 0.061 mg/ml, tandis que le vinaigre El Houceima présente la plus faible teneur avec 0,04 mg/ml.



**Figure IV-14** Concentration des polyphénols dans les échantillons étudiés

## Chapitre IV : Résultats

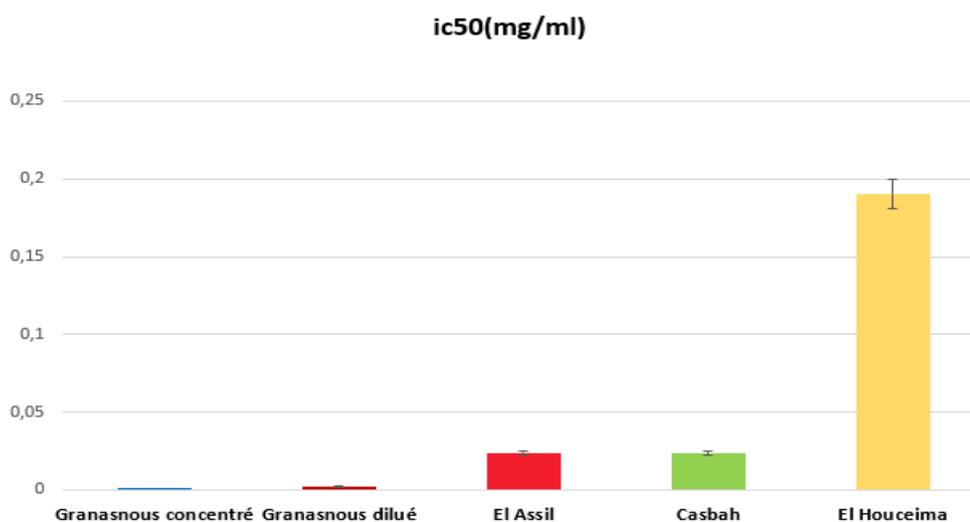
### IV.3 Activité antioxydante

#### IV.3.1 DPPH

Le tableau IV-6 présente les IC 50 de tous les échantillons étudiés, qui révèlent que le vinaigre naturel "Granasnous" concentré à la plus petite IC 50, évaluée à 0.000203 mg/ml, suivi par le vinaigre dilué évalué à 0.0025 mg/ml. Les vinaigres commerciaux "el Assil" et "casbah" ont tous deux des IC 50 similaires, avec une légère différence de 0.023575 mg/ml et 0.0235 mg/ml, respectivement. La plus grande IC 50 a été trouvée dans le vinaigre "el Houceima", évaluée à 0.19 mg/ml.

**Tableau IV-6** Résultats de DPPH des échantillons

Vinaigres	IC 50 (mg/ml)
<b>Granasnous Concentré</b>	0.000203
<b>Granasnous Dilué</b>	0.0025
<b>El Assil</b>	0.02375
<b>Casbah</b>	0.0235
<b>El Houceima</b>	0.19



**Figure IV-15** IC 50 d'activité antioxydante des échantillons contre le DPPH

## Chapitre IV : Résultats

### IV.4 L'analyse sensoriale

Le tableau IV-7 illustre la gradation employée par les consommateurs pour évaluer le vinaigre selon l'Echelle hédonique

**Tableau IV-7** Echelle hédonique d'évaluation utilisée

Dislike Extremely	Dislike Very Much	Dislike Moderately	Dislike Slightly	Neither Like nor Dislike	Like Slightly	Like Moderately	Like Very Much	Like Extremely
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Le tableau IV-8 montre la moyenne des évaluations données par 30 panélistes pour les vinaigres "Granasnous" et "El-Assil", ainsi que leur écart type. Les résultats révèlent que "Granasnous" a obtenu la plus haute moyenne, s'élevant à  $7,93 \pm 0,94$  où elle situe entre la fourchette « aime modérément » et « aime beaucoup », tandis que "El-Assil" a obtenu une moyenne de  $5,5 \pm 1,68$ , reflétant une impression neutre « ni aimer ni détester »

**Tableau IV-8** Résultats d'analyse sensorielle

	Moyenne
<b>Vinaigre El-Assil</b>	$5.5 \pm 1.68$
<b>Vinaigre Granasnous</b>	$7.93 \pm 0.94$

*Partie Expérimentale*

*Chapitre IV : Discussions*

## Chapitre V : Discussion

---

### V. Discussion

L'objectif de notre étude est de fabriquer un vinaigre naturel à base du grenadier 'Punica Granatum L' produit localement au niveau de la région de Béni Snous de la Wilaya de Tlemcen. On a réalisé également une étude comparative de notre vinaigre 'Granasnous' avec trois autres vinaigres commercialisés en Algérie dont deux sont produits en Algérie et un importé.

Les analyses physico-chimiques et biochimiques des échantillons étudiés indiquent que le pH des vinaigres commerciaux est plus acide que celui de "Granasnous" dont on a noté des pH de 3,7 pour Granasnous concentré et 3,35 pour le dilué.

Des constatations similaires ont été notées dans une étude menée par (Ogan et al., 2022) sur le vinaigre de S. mombin (3.2), et par (Moussaoui et Necib, 2019) pour le vinaigre Degla-Beida (3) et le vinaigre de pomme (3,5).

La conductivité la plus élevée est observée au niveau du lot 01 et 02 de notre vinaigre dont respectivement 16,07 ms et 10,09 ms, et la plus faible au niveau du vinaigre El Assil avec une conductivité de 3,25 ms.

Les valeurs de conductivité de notre vinaigre sont élevées par rapport aux travaux de Ould El Hadj et al. (2001), signalent des conductivités électriques comprises entre 4,88 et 6,29  $\mu\text{s}/\text{cm}$  pour les variétés Hamraya et Harchaya respectivement. D'après Bouaziz (2009), note des valeurs comprises entre 7,34 et 5,15  $\mu\text{s}/\text{cm}$  pour le vinaigre de la variété Hchef Deglet Nour et Aagina respectivement.

Nos résultats dépassent également ceux publiés dans l'étude d'(Ousaaïd et al., 2017) où les deux types de pommes utilisés (Red delicious et Golden delicious) ont démontré des valeurs de 2,54 ms/cm et 3,23 ms/cm respectivement.

Nous avons remarqué que les densités des échantillons examinés étaient très similaires, sauf une légère différence où les densités enregistrées pour le "Casbah" et le (Lot 1) étaient légèrement supérieures.

La densité mesurée du vinaigre "Granasnous" était pratiquement identique à celle rapportée pour le vinaigre de S. mombin dans l'étude d'(Ogan et al., 2022), qui était de 1,016. Cette

## Chapitre V : Discussion

---

petite différence peut être due à des variations dans la composition des matières premières utilisées.

Nos résultats concordent également à ceux trouvés par Dahmani et Rebbouh (2009), qui rapportent une densité de 1,1 pour le vinaigre de pomme. Bouaziz (2009), signale 1,014 à 1,050 pour le vinaigre traditionnel de datte.

Les résultats montrent que les niveaux d'extrait sec soluble du vinaigre "Granasnous" concentré et dilué, ainsi que du vinaigre "casbah", sont plus élevés que ceux des autres échantillons.

Ces valeurs dépassent celle rapportée par (Moussaoui et Necib, 2019), qui était de 1,5° Brix pour le vinaigre de pomme.

En ce qui concerne le taux de matière sèche, les vinaigres de « Granasnous » présentent un pourcentage plus élevé que les vinaigres commerciaux.

Ces valeurs sont supérieures aux celles obtenues par (Ousaaid et *al.*, 2017) pour leurs pommes Red Delicious et Golden Delicious, qui étaient respectivement de 1,009% et de 2,817%.

Concernant les analyses biochimiques et selon les normes réglementaires algériennes, les analyses de l'acidité totale ont montré que les vinaigres "El-Houceima" et "Granasnous" sont conformes, tandis que les vinaigres "El-Assil" et "Casbah" ont une acidité excessive de plus de 90%.

Les résultats du "Lot 2" ont été comparés à ceux du vinaigre à base de pommes et de dattes "Blanc Degla", qui ont révélé des niveaux similaires d'acidité (48,63 g/L et 42,54 g/L) selon l'étude de (Moussaoui et Necib, 2019).

Les résultats obtenus indiquent que le vinaigre naturel "Granasnous" est riche en polyphénols dans les deux lots, tandis que les vinaigres commerciaux ont une faible teneur phénolique, voire nulle.

Dans notre étude, la valeur IC 50 infime montre la plus forte activité de piégeage des radicaux. Une faible IC50 est synonyme d'une activité antiradicalaire élevée. Toutefois, les échantillons de vinaigre commercial ont démontré une activité antioxydante très limitée contre le radical DPPH, en comparaison avec le vinaigre naturel "Granasnous», qu'il soit dilué ou concentré, possède une forte capacité antiradicalaire.

## Chapitre V : Discussion

---

Selon une étude menée par (**Garcia-Salas et al.,2010**), il existe une corrélation significative entre l'activité de piégeage des radicaux DPPH et la teneur totale en phénols, dans le quel notre étude affirme cette relation .

D'après les résultats de l'analyse sensorielle, il semble que les consommateurs préfèrent un vinaigre moins acide « Granasnous » que le vinaigre « El-Assil », qui est considéré comme très acide malgré l'ajout de miel et d'eau.

# *Conclusion Générale*

# Conclusion Générale

---

La grenade est un fruit étonnant grâce à ses propriétés nutritionnelles, thérapeutiques et à sa structure ingénieuse, c'est une matière première pour la réalisation d'un grand nombre de produits alimentaires, parmi lesquels nous avons choisi le vinaigre.

La valorisation des grenadiers par des procédés biotechnologiques, et leur transformation en vinaigre, peuvent ainsi contribuer à la protection de la biodiversité.

Le vinaigre de grenade peut avoir un impact socio-économique affirmatif dans la zone étudiée car il est produit en grande quantité, et cela peut inclure la création d'opportunités d'emplois locaux et l'augmentation des revenus des agriculteurs et des producteurs, en plus de cela, la production de vinaigre peut encourager la croissance d'économie dans la région, ce qui aura un impact positif sur la communauté locale. De plus, il va apporter beaucoup d'effets bénéfiques sur la santé du consommateur vu que la grenade a de nombreuses vertus.

Les résultats obtenus et qui portaient sur l'élaboration de vinaigre traditionnel de la variété « Sefri » de la région de Beni Snous, et une étude comparative de certains paramètres physico-chimiques et biochimiques avec d'autres types de vinaigres commercialisés en Algérie montrent que les différents échantillons de vinaigre avaient un pH acide compris entre 2,73 et 3,7. Ces valeurs indiquent qu'il s'agit d'un environnement défavorable au développement de microorganismes pathogènes. Ces échantillons ont une conductivité électrique comprise entre 3.25 ms/cm et 16.07 ms/cm, un degré de Brix de 1 à 5 °B, une densité varie entre 1.0038 et 1.048 et un degré d'acidité est de l'ordre de 4.4° à 9.7°. Concernant les teneurs en matière sèche, « Granasnous » concentré et dilué présente une teneur relativement plus élevée par rapport aux autres vinaigres. Enfin, une forte activité antioxydante a été constatée dans les deux lots de notre vinaigre, avec une teneur en composés phénoliques importante.

Au vu de ces résultats, il a été constaté que le vinaigre naturel « Granasnous » issu de la fermentation traditionnelle donne les meilleurs résultats dans la plupart des analyses effectuées par rapport aux autres échantillons de vinaigre et qu'il est conforme aux normes de la réglementation Algérienne.

# Conclusion Générale

---

Les résultats obtenus sont extrêmement encourageants. Nous considérons que l'approfondissement du travail est intéressant, et surtout :

- Identification des composés phénoliques (HPLC)
- Dosage des sucres totaux
- Indice d'oxydation permanganique



**République Algérienne Démocratique et populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur de la Recherche**  
**Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen**

*Business Model Canvas*

نموذج العمل التجاري

**Date de dépôt :**

**Présenté par Encadrant**

ADDAD Rawida

Dr HADJ MERABET Djahida

OUAHIANI Soumia

**Code de projet : SNVTU-81**

**Nom du projet :** Fabrication du vinaigre à base de grenadier « Punica Granatum »  
de la région de Beni Snous de la Wilaya de Tlemcen

**Année université : 2022/2023**

## VI. Business ModelCanvas

### VI.1 Proposition de valeur



- **Vinaigre naturel à base de grenade dans un emballage recyclable (bouteille en verre de 250 ml) : fermentation traditionnelle, stérilisé sans aucun ajout.**

La fermentation est une réaction biochimique naturelle. Anciennement utilisé comme mode de conservation de fruits et légumes, cette réaction résulte en la transformation de molécules de sucres, dans un milieu anaérobie sous l'action de bactéries ou levures. Elle augmente la valeur nutritive des aliments, la biodisponibilité des nutriments ainsi que la teneur en enzymes, en plus de neutraliser plusieurs substances toxiques. Elle conserve tous les nutriments et les vitamines d'aliment fermenté.

- **Valorisation de grenade de la région de Béni Snous**

Le grenadier (*Punica granatum*) est l'un des plus anciens types de fruits cultivés en Algérie, mais avec le changement climatique, il y a eu une diminution de la production de grenadiers, nous avons donc décidé de produire du vinaigre à partir de grenades, dans le but de bénéficier de ses propriétés médicinales et thérapeutiques tout au long de l'année.

### VI.2 Clients



- **Les personnes qui souffrent des maladies inflammatoires :**Le fruit de la grenade dans ses différentes parties : jus, pépins et écorce contient de nombreux composés chimiques à haute valeur biologique, et ces composés renferment tous les composés de nature phénoliques qui lui confèrent une activité antioxydante importante. Ainsi, c'est un anti-inflammatoire naturel qui luttent contre le stress oxydatif et renforcent le système immunitaire (activité antioxydante).
- **Action neuroprotectrice / anti-Alzheimer :** la grenade riche en composés phénoliques qu'elles développent une capacité protectrice pour le cerveau et le système nerveux, protège les lésions cérébrales (tissu cérébral) et réduit le dépôt de protéine Béta-Amyloïde qui est un indicateur de la maladie d'Alzheimer.
- **Inhibent potentiellement la prolifération et l'invasion des cellules cancéreuses (activité anticancéreuse) :** l'action de la grenade a été clairement démontrée dans la prévention du

cancer. Ses différents polyphénols (antioxydants) ont en effet la capacité d'inhiber la croissance des cellules cancéreuses du sein, du colon, du poumon, de la peau et de la prostate. Cet effet positif a même été mesuré sur le ralentissement des cancers installés.

- **Protecteur contre les maladies cardiovasculaires :** la grenade a un effet significatif sur la tension artérielle. Elle préserve l'élasticité des artères, abaisse la pression sanguine et le taux de mauvais cholestérol.
- **Diminution du risque de diabète de type 2 et régularise la glycémie :** le vinaigre pourrait aider à garder un équilibre du taux de sucre dans le sang.
- **Pour tous les consommateurs : pour avoir une alimentation saine et équilibré.**

Les aliments fermentés sont une source incroyable de nutriment. D'ailleurs, la fermentation est le seul type de préparation des aliments qui ne réduit pas la teneur en nutriment mais au contraire l'augmente, ce qui incontestablement bon pour la santé.

Les aliments fermentés auraient également la capacité à soulager les inconforts digestifs en rééquilibrant l'acidité gastrique.

Ainsi, lorsque la production d'acide chlorhydrique par l'estomac est trop faible, les aliments fermentés contribuent à accroître l'acidité du suc gastrique. D'autre part, lorsque l'estomac produit trop d'acide, les aliments fermentés protègent alors l'estomac et la muqueuse intestinale de cette acidité et permet également d'améliorer notre digestion.

La fermentation a la particularité d'améliorer l'absorption des nutriments, des vitamines et des minéraux.

## VI.3 La relation avec les clients



- **Produit naturel BIO 100% :**

Le grenadier est un fruit de saison pour bien on profiter de ses bienfaits durant toute l'année, nous avons produit le vinaigre de grenade « Granasnous » de manière naturelle sans aucun additif chimique.

La variété du grenadier utilisé de la région de Béni Snous est conforme aux mesures d'hygiène et de santé humaine dont il n'y a aucune utilisation de produits chimiques

- **Emballage attirant et recyclable :**

Le consommateur consacre d'attention à un produit en cherchant à la clarté et simplicité et pas forcément d'un emballage très chargé et coloré. Ainsi, l'honnêteté pour gagner leur confiance et les fidélises, suivi par l'authenticité du produit qu'il doit être origine et inoubliable.

On a opté pour des emballages recyclables permettant de réduire son impact sur l'environnement. Non seulement nous réduisons le volume de déchets incinérés, mais nous réduisons aussi l'extraction de matières premières.

## Offre des prix raisonnables :

### VI.4 Les canaux



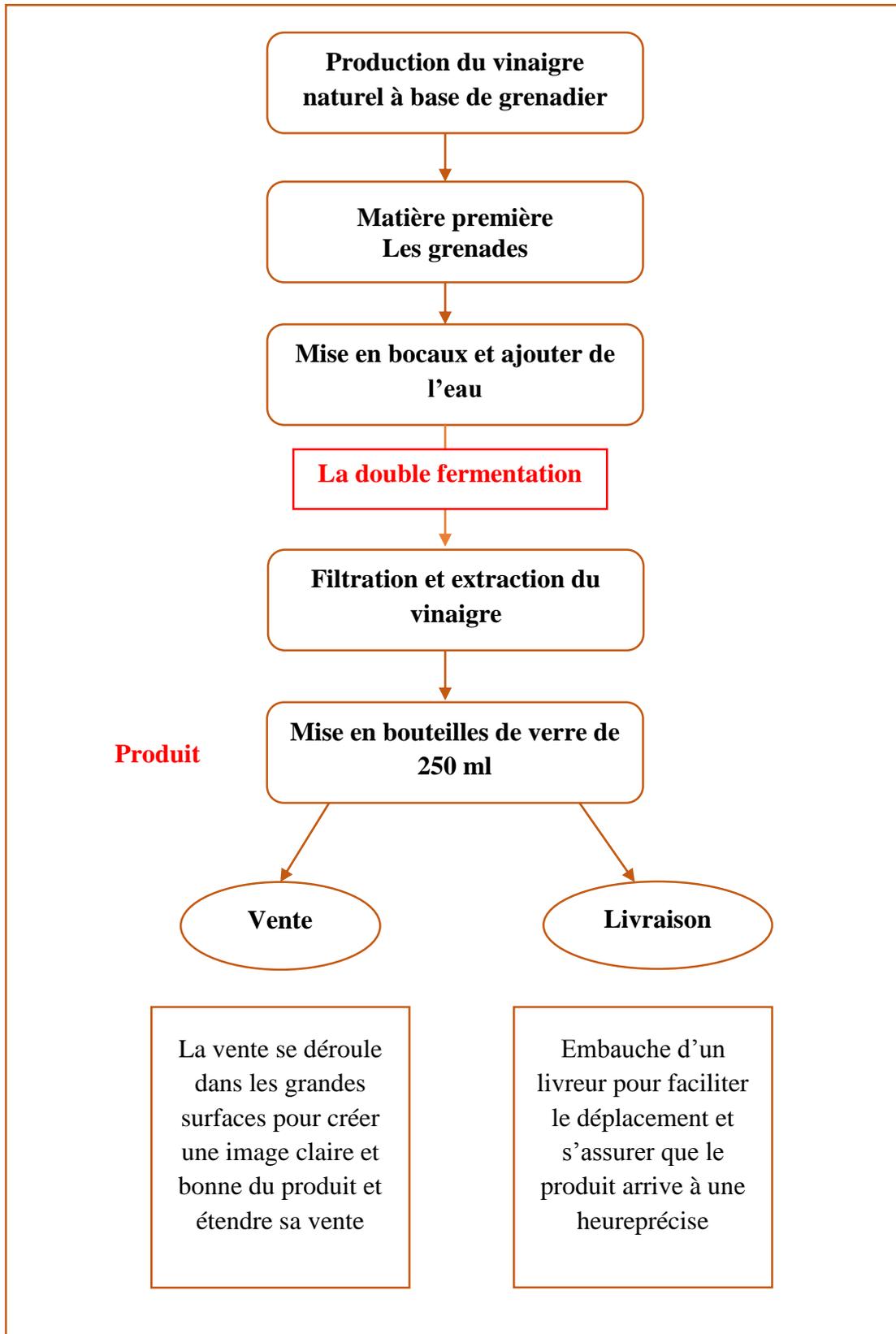
- **Les réseaux sociaux** : utiliser-le comme point de départ car nous sommes au siècle de la modernité et de la technologie pour présenter notre produit et le présenter au plus grand nombre possible par le partage dans les pages.
  - Ouvrir une page Facebook
  - Ouvrir une page Instagram
- **Fiches publicitaires** : créer une bannière expressive qui attire l'attention du consommateur non seulement en tant qu'image, mais en tant que produit naturel pouvant être consommé sans crainte de son contenu.
- **Porte à porte** : pour faire connaître notre produit et pour cibler et sensibiliser les consommateurs à une alimentation saine.
- **Participation à des expositions** : afin d'exposer notre produit et augmenter leur visibilité, rencontrer de nouveaux prospects, d'éduquer le public, de partager l'innovation, de promouvoir le progrès et d'encourager la coopération.

### VI.5 Partenaires clés



- Agriculteur de Béni Snous « El Yebdri Ahmed »
- Verrier : Entreprise Nationale des verres et abrasifs groupe ENAVA SPA. IBN Rochd-Oran
- Laboratoire d'analyse « Technalab », Chetouane Tlemcen
- Les grandes superettes
- Les artisans
- Agence Nationale d'Appui et de Développement de l'Entreprenariat (ANADE)

## VI.6 Activités clés



## VI.7 Ressources clés

- **Matière première :** Les grenades de Béni Snous
- **Ressource humaine :** livreur
- **Emballage :**
  - Bocaux de fermentation en verre
  - Les bouteilles en verre
  - L'étiquetage : papier autocollant, l'impression

## VI.8 Coûts



### Matière première :

1 Kg de grenade → 120 DA → 750 ml de vinaigre

Pour une bouteille de vinaigre de 250 ml → 333 g de grenade

1 Kg= 1000g → 120 DA

333g → 39.96 DA

### Etiquetage :

Une feuille d'étiquetage → 25 DA

Donne 3 étiquettes → 8.33 DA

Imprimé → 10 DA

} **Totale : 18.33 DA**

**Bouteille en verre → 200 DA**

**Total : 258.29 DA**

## VI.9 Revenus



Une bouteille de 250 ml de vinaigre de grenade : 285 DA

# Business Model Canvas

Partenaires Clés 	Activités 	Proposition de valeur 	Relation 	Client 
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agriculteur de Béni Snous « El Yebdri Ahmed »</li> <li>- Entreprise Nationale des verres et abrasifs groupe ENAVA SPA. IBN Rochd- Oran</li> <li>- Laboratoire d'analyse « Technalab », Chetouane Tlemcen</li> <li>- Les grandes superettes</li> <li>- Les artisans</li> <li>- L'ANADE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Production</li> <li>- Vent</li> <li>- Livraison</li> <li>- Stockage</li> </ul> <hr/> <p><b>Ressources clés</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Matière première</b> : Les grenades de Béni Snous</li> <li>- <b>Ressource humaine</b> : livreur</li> <li>- <b>Emballage</b> :             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bocaux de fermentation en verre</li> <li>- Les bouteilles en verre</li> <li>- L'étiquetage : papier autocollant, l'impression</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vinaigre naturel à base grenade dans un emballage recyclable (bouteille en verre de 250 ml)</li> <li>- Valorisation des grenadiers de Béni Snous</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vinaigre naturel BIO 100%</li> <li>- Emballage attirant et recyclable</li> <li>- Offre de prix raisonnable</li> </ul> <hr/> <p><b>Canaux</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les réseaux sociaux :             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Page Facebook</li> <li>- Page Instagram</li> </ul> </li> <li>- Fiches publicitaires</li> <li>- Porte à porte</li> <li>- Participation à des expositions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les diabétiques (type 2)</li> <li>- Maladies cardio-vasculaires</li> <li>- Alzheimer</li> <li>- Maladies inflammatoires</li> <li>- Hypertension artérielle</li> <li>- Les Cancéreux : cancer de la prostate, cancer de sein, cancer de colon, cancer de la peau.</li> <li>- Alimentation saine</li> <li>- Pour tous les consommateurs</li> </ul>

# Business Model Canvas

## Coûts



### Matière première :

1 Kg de grenade → 120 DA

1 Kg → 750 ml de vinaigre

250ml → 333g de grenade → 39.96 DA

### Étiquetage :

Papier d'étiquetage → 25 DA / 3 → 8.33 DA

Imprimé → 10 DA

Total → 18.33 DA

**Bouteille en verre → 200 DA**

**Total 258.29 DA → 280 DA**

### Production Journalier :

10 Kg/J → 7500 ml → 30 Bouteilles de 250 ml de vinaigre de grenade

30 Bouteilles / Jours → 8400 DA/J

900 Bouteilles / Mois (30 jours) → 252000 DA/ Mois → plus d'autres frais 200 DA

**Bouteille de 250 ml de vinaigre de grenade 285 DA**

## Revenus



**Bouteille de vinaigre de grenade de 250 ml : 285DA**

## Références Bibliographiques

1. **Afaq F, Saleem M, Krueger C.G, Reed J.D, MukhtarH, (2005).** Anthocyanin- and hydrolysable tannin-rich pomegranate fruit extract modulates MAPK and NF-kappaB pathways and inhibits skin tumorigenesis in CD-1 mice. *Jan 2005, 113(3): 423-33.*
2. **Albrecht M, Jiang W, Kumi-Diaka J, Lansky E.P, Gommersall L.M., Patel A, (2004).** Pomegranate extracts potently suppress proliferation, xenograft growth, and invasion of human prostate cancer cells. *"J Med Food", 7(3): 274-83.*
3. **Alhijna O, Salih A, Bourich E, (2017).** Grenade de Beni Snous : étude et caractérisation chimique des extraits de pépins, évaluation de l'activité microbiologique. Mémoire de fin d'étude du diplôme de docteur en pharmacie. Université Abou Bekr Belkaid (Faculté de Médecine), TLEMCEM.
4. **Aprifel, (2018).** Fiche nutritionnelle de grenade [En ligne]. Disponible sur : [Grenade : calories et composition nutritionnelle | Aprifel](#) (Consulté le 30 mai 2023)
5. **Aviram M, Dornfeld L, (2001).** Pomegranate juice consumption inhibits serum angiotensin converting enzyme activity and reduces systolic blood pressure. *Atherosclerosis, 158(1): 195-198.*
6. **B.J, (1999).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, Revue et Augmentée. Tec & Doc, Paris.
7. **Bärtels A, (1998).** Guide des plantes du bassin méditerranéen, Ulmer Ed.
8. **Ben Arie R, Segal N, (1984).** The maturation and ripening of the 'Wonderful' pomegranate. *Agricultural Sciences, 109: 898-902.*
9. **BOUGHNOU N, (1988).** Essai de production de vinaigre à partir de déchets de dattes. Thèse magister, INA. El- Harrach, Alger. 82p.
10. **BOURGEOIS C.M, LARPENT J.P, (1996).** Microbiologie alimentaire. Aliments fermentés et fermentation alimentaires. Tome 2, 2<sup>ème</sup> Ed. Tec et Doc Lavoisier.
11. **Bouaziz, S. (2008).** Caractérisation physicochimique et biochimique de quelques vinaigres traditionnels de dattes de la région d'Ouargla. Mémoire de magistère en Biochimie et analyse de bioproduit non publié, Université Kasdi Merbah, Ouargla.
12. **Calin S.A, Carboneli B, Angel A, (2005).** La grenade cultivée en Espagne Punicalagine anti-oxydant du jus de grenade et de l'extrait de grenade dans les l'aliment fonctionnelle du fruit. *Natural antioxidant granatum et université Miguel Hernandez. Murcia Espagne, 69p.*
13. **Chaudhari S.M, Desai U.T, (1993).** Effects of plant growth regulators on flower sex in pomegranate (*Punica granatum L.*). *Agricultural Sciences, 63 : 34-35.*

## Références Bibliographiques

14. **Chahid H, (2015)**. Etablissement d'un manuel HACCP pour le produit vinaigre au sien de la société VCR-Sodalmu. Mémoire de fin d'étude : Ingénieurs Industries Agricoles et Alimentaires. Fès :Faculté des sciences et Techniques. 91p.
15. **Cheung H, Tanke R.S, Torrence G.P, (2012)**. Acetic Acid. Ullmann's, Encyclopedia of industrial chemistry. Celanese Ltd, corpus Christi. Texas, United states. Vol 26(10), 1155-1166 p.
16. **CourchetL, (1897)**. Traité de botanique comprenant l'anatomie et la physiologie végétales et les familles naturelles à l'usage des candidats au certificat d'études physiques, chimiques et naturelles des étudiants en médecine et en pharmacie, Baillière.
17. **Curtay J.P, (2014)**. Jus de grenade fermenté. 4eme Ed. Marco pietteur, Embourg. Belgique, p 189.
18. **Cyr A, (2017)**.Grenade (la petite histoire de la grenade) [en ligne]. In : Encyclopédiedesaliments.Grenade : comment manger ce fruit ? Quels bienfaits ? (passeportsante.net) (Consulté le 21 Janvier 2023).
19. **DallasS.L, L.F,(2010)**. Bonewald, Dynamics of the transition from osteoblast to osteocyte, Annals of the New York Academy of Sciences. 1192,437.
20. **Dioguardi M, Ballini A, Sovereto D, Spirito F, Cazzolla A.P, Aiuto R, Crincoli V, Caloro G.A, Lo Muzio L, (2022)**. Application of the Extracts of Punica granatum in Oral Cancer: Scoping Review. Dent. J.2022, 10, 234. <https://doi.org/10.3390/dj10120234>. (Consulté le 06Février2023).
21. **Douaouri N, (2018)**. Contribution à une étude phytothérapeutique, anti-inflammatoire et antioxydante du grenadier (*Punica granatum L.*) – Etude in vivo. Thèse de doctorat en science biologique, Université de Mostaganem, Algérie, 203p.
22. **El-Nemr S, (1990)**. Chemical composition of juice and seeds of pomegranate fruit. *Food/Nahrung*, 601-606.
23. **Evreinoff V, (1957)**. Contribution à l'étude du Grenadier. *Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée*, 124-138 p.
24. **Flora von Deutschland O.W.T, Schweiz O.U.D, (1885)**. Permission granted to use under GFDL by Kurt Stueber Gera. Germany.
25. **Garcia-Salas P., Morales-Soto A., Segura-Carretero A., & Fernández-Gutiérrez A. (2010)**.Phenolic-Compound-Extraction Systems for Fruit and Vegetable Samples. *Molecules*, 15, 8813–8826. doi:10.3390/molecules15128813
26. **Garnier G,Bezanger-Beauquesne L, Debranx G,(1961)**. Ressources médicinales de la flore française.

## Références Bibliographiques

27. **Godet J.D, (1991).** Arbres et arbustes aux quatre saisons. Les guides pratiques du naturaliste. Editions Delachaux et Niestlé. 199 p.
28. **Guibourt N.B,(2014).** Histoire naturelle des drogues simples. University Press Cambridge.
29. **Guiraud J, Galzy P, (1998).** Microbiologie alimentaire. Paris, Dunod Ed, 615 p.
30. **Hartmann R.E, Shah A, Fagan M.A, Schwetye K.E, (2006).** Pomegranate juice decreases amyloid load and improves behavior in a mouse model of Alzheimer's disease. *Neurobiology of Disease*, 24: 506-515 p.
31. **Hmid I, (2013).** Contribution à la valorisation alimentaire de la grenade Marocaine (*Punica Granatum L.*) : caractérisation physicochimique, biochimique et stabilité de leur jus frais. Thèse de doctorat : Agroalimentaire. France : Université d'Angers. 178p.
32. **Iserin P, (2001).** Encyclopédie des Plantes Médicinales : identification, préparation, soin. 2ème Ed, Larousse. 335p, ISBN : 2-03-560252-1.
33. **Jora, (1998).** Arrêté sur le vinaigre, Journal officiel de la république algérienne. Vol 18 N° 17.
34. **Kelawala N.S, Ananthanarayan L, (2004).** Antioxidant activity of selected food stuffs. *Int J Food Sci Nutr*, 55(6): 511-516p.
35. **Khalil A.M, (2014).** Antidiabetic effect of an aqueous extract of Pomegranate (*Punica granatum L.*) peels in normal and alloxan diabetic rats. *The Egyptian Journal of Hospital Medicine*, 16: 92-99 p.
36. **Lansky E.P, Newman R.A, (2007).** Punicagranatum (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer, *Journal of Ethnopharmacology*. 109 ,177–206 p.
37. **Loren D.J, Seeram N.P, Schulman R.N, Holtzman D.M, (2005).** Maternal dietary supplementation with pomegranate juice is neuroprotective in an animal model of neonatal hypoxic-ischemic brain injury. *Pediatr*, 57(6): 858-64 p.
38. **Maiorella B.L, Blanch H.W, Wilke C.R,(1985).** Feed component inhibition in ethanolic fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*. Vol 26(10), 1155-1166 p.
39. **Moussaoui K, Necib S, (2019).** Comparaison des propriétés physico-chimiques du vinaigre de pomme et de datte (Degla-Beida). Mémoire : Sciences technologies. Algérie : Université Echahid Hamma Lakhdar. 71p.
40. **Nature Lovers.** Le grenadier (*Punica granatum L.*) : information générale, description botanique et systématique. Modifié le 13 Septembre 2020. In : <https://www.hello-naturelovers.com> (Consulté le 25 Février 2023).

## Références Bibliographiques

41. Ogan P.E., Ewedje E-E., Aboudou K., Assongba F.Y., Vodouhe-Egueh S., Djego J. & Soumanou M.M., (2022). Evaluation de la qualité physicochimique et microbiologique du vinaigre issu de la pulpe de prunier mombin (*Spondias mombin* L.) produit au Bénin. *European Scientific Journal*, ESJ, 18 (40), 425.
42. Ould EL-Hadj, M.D., Sebihi, A.H., Siboukeur, O. (2001). Qualité hygiénique et caractéristique physico-chimique du vinaigre traditionnel de quelques variétés de dattes d'Ouargla. *Revue Energie Renouvelable : Production et valorisation-Biomasse*, pp 87- 92.
43. Oussaid D, Mansouri I, Rochdi M, Lyoussi B, El Arabi I, (2017). Etude des paramètres physico-chimiques et de l'activité antioxydante de trois vinaigres de cidre traditionnels issus de trois variétés de pomme de la région de Midelt au Maroc. *ElWahat pour les Recherches et les Etudes*. Vol.10 n°1: 37-50, ISSN : 1112-7163.
44. Ozgen M, Durgaç C, Serçe S, Kaya C, (2008). Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in the Mediterranean region of Turkey. *Food Chemistry*, 111 :703–706 p.
45. Planchon G, (1875). *Traité pratique de la détermination des drogues simples d'origine végétale*. Paris, F. Savy Ed, 682p.
46. Prakash C, Prakash I, (2011). Bioactive chemical constituents from pomegranate (*Punicagranatum*) juice. *Seed and peel-A Review*. IJRCE 1.
47. Schubert S.Y, Lansky E.P, Neeman I, (1999). Antioxidant and eicosanoid enzyme inhibition properties of pomegranate seed oil and fermented juice flavonoids. *J Ethnopharmacol*, 66(1): 11-17 p.
48. Sheets M.D, Du Bois M.L, Williamson J.G, (1994). *The Pomegranate*. Horticultural Sciences Department, Florida Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Original publication date April 1994. Revised April 2004. Reviewed December 2008. HS, 44: 1-3 p.
49. Sitzia G, (2009). *La Grenade, une bombe de jeunesse*. 131 p. (978-2-84445-963-3).
50. Spichiger R.E, Savolainen V.V, Fig M, Jeanmonod D, (2002). *Botanique systématique des plantes à fleurs : une approche phylogénétique nouvelle des Angiospermes des régions tempérées et tropicales*. *Presse Polytechniques et universitaires*, Lausanne. 2ème Ed, 286-287 p, ISBN : 2-88074-502-0.
51. Sreekumar S, Sithul H, Muraleedharan P, Mohammed-Azeez J, Sreeharshan S, (2014). Pomegranate fruit as a rich source of biologically active compounds. *BioMed Research International*. India, Kota V. Romana Ed, 12p.

## Références Bibliographiques

- 52. Tesfaye W, Morales M.L, Garcia-Parrilla M.C, Troncoso A.M, (2002).** Wine vinegar: technology, authenticity and quality evaluation. *Journal of Trends in Food Science & Technology*. Vol 13, 12-21 p.[https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(02\)00023-7](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(02)00023-7) (Consulté le 13 Mai 2023).
- 53. Wald E, (2009).** Le Grenadier (*Punicagranatum*): Plante historique et évolutions thérapeutiques récentes. Thèse de Doctorat. France. 158 p.

# Annexe

## Annexe 1 :

Bain-marie



Etuve de séchage



Balance analytique



Dessiccateur



## Annexe 2 : Acidité totale

L'échantillon	Granasnous concentré	Granasnous dilué	El-Assil	Casbah	El-Houceima	الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية
$P_0$	10	10	10	10	10	
$V_{(NaOH)} (ml)$	17.5	12	25.3	25.2	14	
$AC_T$	65.1	44.64	97.116	93.744	52.08	<b>50-60%</b>

## Annexe 3 : Acidité fixe

L'échantillon	Granasnous concentré	Granasnous dilué	El-Assil	Casbah	El-Houceima	الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية
$P_0$	10	10	10	10	10	
$V_{(NaOH)} (ml)$	2.9	2.1	0	0	0	
$AC_F$	0.174	0.126	0	0	0	<b>≤0.12%</b>

# Annexe

## Annexe 3 : Acidité volatile

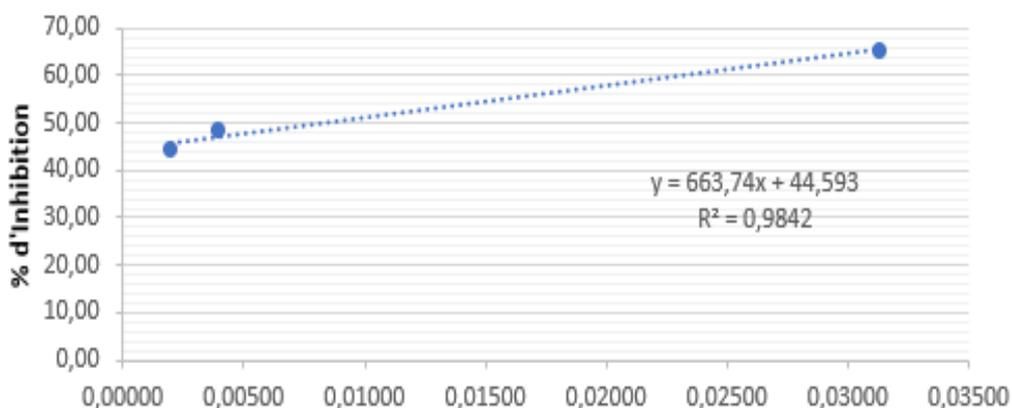
L'échantillon	Granasnous concentré	Granasnous dilué	El-Assil	Casbah	El-Houceima	الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية
AC <sub>T</sub>	65.1	44.64	97.116	93.744	52.08	
AC <sub>F</sub>	0.174	0.126	0	0	0	
AC <sub>V</sub>	64.926	44.514	97.116	93.744	52.08	50-60%

## Annexe 4 : Pourcentage de matière sèche totale

L'échantillon	Granasnous concentré	Granasnous dilué	El-Assil	Casbah	El-Houceima	الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية
m <sub>1</sub>	28.7334	30.0067	31.1107	30.0824	29.2655	
m <sub>2</sub>	29.0632	30.7710	31.1400	30.1029	29.2800	
ES	3.0572	1.3192	0.1172	0.082	0.058	2%

## Annexe 5 :

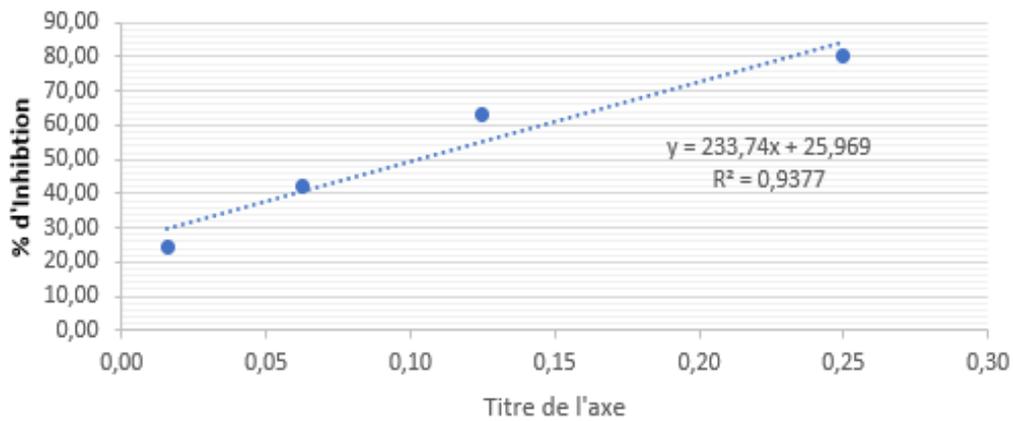
### L'activité antioxydante de Granasnous concentré sur le DPPH



# Annexe

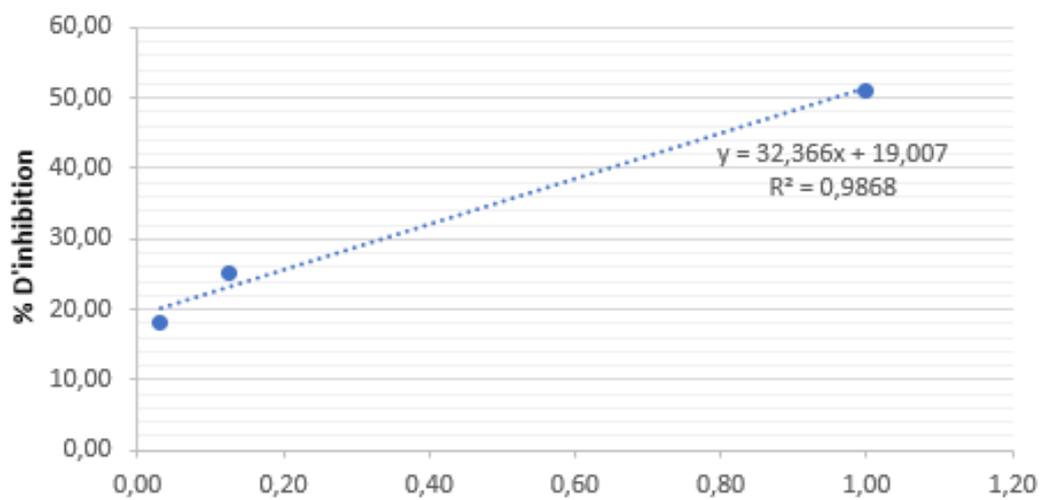
## Annexe 6 :

### L'activité antioxydante de Granasnous dilué sur le DPPH



## Annexe 7 :

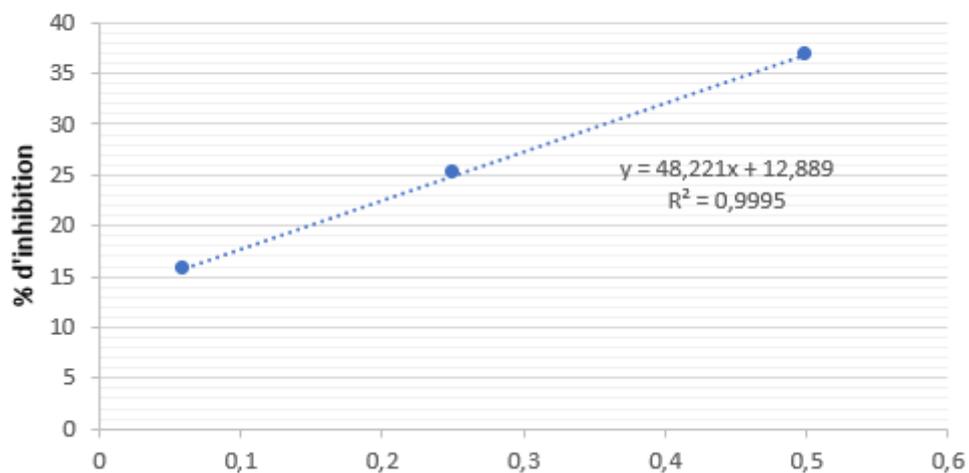
### L'activité antioxydante de El-Assil sur le DPPH



# Annexe

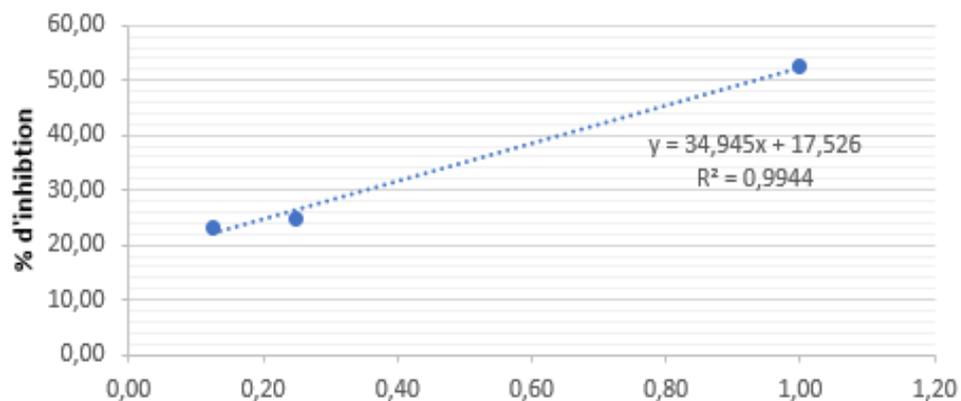
## Annexe 8 :

### L'activité antioxydante de Casbah sur le DPPH



## Annexe 9 :

### L'activité antioxydante de El-Houciema sur le DPPH



لآلاف السنين، تم استخدام الرمان "Punica Granatum" وأجزائه المختلفة (البذور واللحاء) لخصائصها الطبية. تساهم الدراسة الحالية في تثمين شجرة الرمان "Punica Granatum" المزروعة محليًا في منطقة بني سنوس بولاية تلمسان، من خلال تصنيع خل طبيعي تقليدي يحمل اسم Granasnous ومن خلال إنجاز دراسة مقارنة بأنواع الخل الأخرى التي يتم تسويقها في الجزائر وذلك من خلال تحليل المعلمات الفيزيائية الكيميائية والكيميائية الحيوية.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن دفتين من الخل الطبيعي لدينا تتميز برقم هيدروجيني يتراوح بين 3.35 و 3.70 وموصلية من 10.09 إلى 16.07 وكثافة 1.0091 إلى 1.0151 ومحتوى مستخلص جاف مرتفع بنسبة 3.0572% للمركز و 1.3192% للعينات المخففة مقارنة بالعينات الأخرى. بالإضافة إلى ذلك، لوحظ أن الحموضة الكلية كانت 65.1% للخل المركز و 44.64% للخل المخفف. أخيرًا، لوحظ وجود نشاط مضاد للأكسدة قوي على مستوى دفتين من الخل في ارتباط مع نسبة عالية من البوليفينول الكلي.

يسلط مشروعنا الضوء على فوائد خل الرمان الطبيعي، المنتج من خلال التخمر المزدوج التقليدي، على صحة الإنسان والوقاية من بعض الأمراض.

الكلمات المفتاحية: الرمان، Punica Granatum، الخل الطبيعي، بني سنوس، الصحة، تعزيز

## Résumé

Depuis des millénaires, la grenade "Punica Granatum" et ses différentes parties (graines, écorce) sont utilisées pour leurs vertus médicinales. La présente étude contribue à la valorisation du grenadier 'Punica Granatum' cultivé localement dans la région de Béni Snous de la wilaya de Tlemcen, par la fabrication d'un vinaigre traditionnel naturel portant le nom 'Granasnous' et par la réalisation d'une étude comparative avec d'autres types de vinaigres commercialisés en Algérie et cela en analysant les paramètres physico-chimiques et biochimiques.

Les résultats obtenus montrent que les deux lots de notre vinaigre naturel se caractérisent par un pH qui se situe entre 3,35 et 3,70, une conductivité de 10,09 à 16,07, une densité de 1,0091 à 1,0151 et une importante teneur en extrait sec avec 3,0572% pour le concentré et 1,3192% pour le dilué, par rapport aux autres échantillons. De plus, on a noté que l'acidité totale était de 65,1% pour le vinaigre concentré et de 44,64% pour le vinaigre dilué. Enfin, une forte activité antioxydante a été constatée au niveau des deux lots de notre vinaigre en corrélation avec une teneur importante en polyphénols totaux.

Notre projet met en évidence les bienfaits du vinaigre naturel de grenade, produit grâce à une double fermentation traditionnelle, sur la santé humaine et la prévention de certaines maladies.

**Mots clés :** Grenade, Punica Granatum, Vinaigre Naturel, Béni Snous, Santé, Valorisation.

## Abstract

For millennia, the "Punica Granatum" pomegranate and its different parts (seeds, bark) have been used for their medicinal properties. The present study contributes to the valorization of the pomegranate tree 'Punica Granatum' grown locally in the region of Beni Snous of the wilaya of Tlemcen, by the manufacture of a traditional natural vinegar bearing the name 'Granasnous' and by the realization of a study comparative with other types of vinegar marketed in Algeria and this by analyzing the physico-chemical and biochemical parameters.

The results obtained show that the two batches of our natural vinegar are characterized by a pH which is between 3.35 and 3.70, a conductivity of 10.09 to 16.07, a density of 1.0091 to 1.0151 and a high dry extract content with 3.0572% for the concentrate and 1.3192% for the diluted, compared to the other samples. Additionally, the total acidity was noted to be 65.1% for the concentrated vinegar and 44.64% for the diluted vinegar. Finally, a strong antioxidant activity was observed at the level of the two batches of our vinegar in correlation with a high content of total polyphenols.

Our project highlights the benefits of natural pomegranate vinegar, produced through traditional double fermentation, on human health and the prevention of certain diseases.

**Keywords:** pomegranate, Punica Granatum, vinegar naturel, Beni Snous, health, value

