

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique Université A.*  
**MIRA-Béjaia.**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département des Sciences Alimentaires.**  
**Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité**  
**Alimentaire.**



**جامعة بجاية**  
**Tasdawit n Bgayet**  
**Université de Béjaïa**

**Réf :.....**

**Mémoire de Fin de Cycle**  
**En vue de l'obtention du diplôme**

**MASTER**

***Thème***

**Effet de l'enrichissement du jus d'orange par  
quelques matrices végétales sur les propriétés  
physicochimiques, microbiologiques et  
antioxydantes.**

Présenté par :

**Hammiche Rabha et Zirem Amira**

Soutenu le : **14 juillet 2022**

**Devant le jury composé de :**

M<sup>me</sup>. GUENDOUZE Naima MCA

M<sup>me</sup>. ADRAR née Medouni MCA

Sonia

M<sup>me</sup>. BERKATI Salima MAA

Président

Encadreur

Examinatrice

**Année universitaire : 2021 / 2022**

# Remerciements

*Nos remerciements vont premièrement à Dieu tout puissant pour la volonté, la santé et la patience, qu'il nous a donné pour réaliser ce modeste travail.*

*Nous tenons à remercier notre promotrice **M<sup>me</sup> ADRAR-MEDOUNI SONIA** pour avoir suivi et orienté ce travail.*

*Nous adressons aussi nos sincères remerciements aux membres du jury :*

***M<sup>me</sup> GUENDOUZE Naima**, pour l'honneur qu'elle nous a fait d'accepter de présider le jury.*

***M<sup>me</sup> BERKATI SALIMA**, d'avoir bien voulu en toute simplicité, nous faire l'honneur d'examiner ce travail.*

*On tien également et au même titre à remercier :*

***Mr BEKOUCHE karim**, responsable du laboratoire IFRUIT, **Mr CHABOUR H.**, ainsi que Les techniciennes du laboratoire **Nacera et Djahida**, au responsable du traitement des eaux et l'ensemble du personnel, également au responsable de la siroperie et à toute l'équipe de production pour leur orientation, leurs précieux conseils, leur collaboration et les moyens qu'ils ont mis a notre disposition.*

*Nous tenons à remercier **M<sup>me</sup> DIB SALIMA** ingénieur en laboratoire technologie alimentaire. Nous la remercions pour sa gentillesse, sa bienveillance et sa disponibilité.*

*Nous remercions **Mr Mustapha Bedad** pour son aide et ses conseils.*

*Enfin, nous remercions tous les professeurs de la Faculté Sciences de la Nature et de la Vie et de Département des sciences alimentaires.*

# Dédicace

Je rends un hommage a travers ce modeste travail en signe de respect, amour et de reconnaissance envers L'homme de ma vie et mon meilleur ami mon cher père qui m'a tout donné pour que j'atteigne mon but, et pour l'affection qui ma toujours portée.

Je dédié ce modeste travail a :

Zahra la personne qui m'a toujours aidé et encouragé, qui était toujours à mes côtés, et qui m'a accompagné durant mon chemin.

Ma famille : fares, Saïd, Mehrez, Rahim, Mhenni, Athmane, Doudine, Zouza, Zoe et kinder.

Mes chères: Yacine, Juba, Lilia, Ilhem, Belynda: En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect.

Tous mes amis pour leurs aides et leur présence dans tous les moments.

Mon cher binôme, copine Amira avec qui j'ai partagé le travail et mon chemin d'étude supérieurs.

**Rabha**

# Dédicace

*C'est avec une immense joie et un grand honneur que je dédie ce modeste travail :*

*A la source de la tendresse, de la patience, de la générosité, a celle qui a donné du sens a ma vie, a la source de ma motivation, a celle qui crois toujours en moi et celle qui m'a appris le secret de la réussite, ma très chère **maman** .*

*A mon **père** pour son soutien et son encouragement.*

*A mon petit frère **Idriss**.*

*A mes chers **grands parents**.*

*A toton **kamel ayad**.*

*A **zahra**.*

*A **Belynda**.*

*A ma chère binôme **Rabha**, copie avec la quelle que j'ai partagé tous mon cursus universitaire et ce modeste travaille, ainsi toute sa famille.*

*A tous ceux qui ont contribués de près ou de loin à la réalisation de mon mémoire. Merci infiniment.*

***Amira***

## Liste des abréviations

**Abs** : Absorbance.

**AC** : Acide citrique

**AFNOR**: Association Française de Normalisation.

**ANOVA** : Analyse de la variance (Analysis Of Variance).

**EAA** : Equivalent d'Acide Ascorbique.

**EAG** : Equivalent d'Acide Gallique.

**EQ** : Equivalent de Quercitine.

**FAO** : Food and Agriculture Organization.

**HPLC** : Chromatographie Liquide Haute Performance.

**JF** : Jus Frais.

**JP** : Jus Pasteurisé.

**JPEEO** : Jus Pasteurisé Enrichis avec les Ecorces d'orange.

**JPEP** : Jus Pasteurisé Enrichis avec les Pépins de raisin.

**JPEEC** : Jus Pasteurisé Enrichi avec les Ecorces de citron.

**MS** : Masse Sèche.

**OPC** : Oligomères ProanthoCyanidines.

**RMN** : Résonance Magnétique Nucléaire.

**T** : Tours.

**°Brix** : Degré Brix

**PCA** : Plate Count Agar.

**VRBL** : Milieu lactosée bilié au cristal violet et au rouge neutre.

**Coli T/F** : Coliformes totaux et fécaux

**DRBC** : Dichloran rose bengale chloramphénicol

**FAMT** : Flore aérobie mésophile totale.

**ISO** : Organisation internationale de normalisation

**LDL** : lipoprotéines de faible densité.

**NO** : oxyde nitrique.

**UV** : ultra violet.

**AW** : activité de l'eau.

**N**: Normale

**H<sup>+</sup>**: Ion hydrogène

**DCPIP** : 2,6-dichlorophénolindophénol.

**DPPH** : diphényl picryl-hydrazyl.

**AH** : donneur de l'hydrogène.

## Liste des figures

Figure 1: Coupe transversale schématique d'une orange.....	3
Figure 2: Production mondiale d'orange en pourcentage.....	6
Figure 3: Production nationale d'orange en pourcentage.....	6
Figure 4: Coupe longitudinale d'un pèpin de raisin.....	7
Figure 5: Coupe transversale d'une orange.....	8
Figure 6: Photographie de Citrus limonia.....	10
Figure 7: Structure du phénol.....	12
Figure 8 : Structure de base des flavonoïdes. ....	12
Figure 9: Acides hydroxycinnamiques.....	13
Figure 10: Acide ascorbique.....	13
Figure 11: Photographie des oranges utilisées.....	17
Figure 12: Préparation et traitement des écorces d'orange.....	17
Figure 13: Préparation et traitement des écorces de citron.....	18
Figure 14: Préparation et traitement des pèpins de raisin.....	18
Figure 15: Teneurs en composés phénoliques totaux des différents échantillons de jus. ....	29
Figure 16: Teneurs en Flavonoïdes des différents échantillons de jus en fonction des jours...31	
Figure 17: Teneurs en vitamine C des différents échantillons de jus.....	33
Figure 18: Pouvoir réducteur des différents échantillons de jus.....	34
Figure 19: Activité anti radicalaire des différents échantillons de jus.....	36

## Liste des tableaux

Tableau I: Valeurs nutritives moyennes de 100 g d'orange .....	5
Tableau II: La composition chimique des pépins de raisin .....	8
Tableau III: composition chimique moyenne dans 100 g de citron .....	10
Tableau IV: Quantités et traitements du jus enrichi avec les écorces d'orange, citron et pépins de raisin.....	19
Tableau V : Résultats d'acidité titrable des échantillons de jus étudiés.....	26
Tableau VI : Résultats du °Brix des échantillons de jus étudiés.....	27
Tableau VII: Résultats de pH des échantillons de jus étudié.....	28
Tableau VIII: résultats des analyses microbiologiques .....	37



# **Table des matières**

# Table des matières

---

Remerciement

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction .....1

## Partie bibliographique

I. Généralités sur l'orange .....3

I.1. Historique.....3

I.2. Description botanique .....3

I.3. Classification botanique .....4

I.4. Composition chimique et valeurs nutritionnelles de l'orange .....4

I.6. Importance économique .....5

I.6.1. Production mondiale .....5

I.6.2. Production nationale .....6

II. Généralités sur les sous produits naturels utilisés .....7

II.1. Pépins de raisin .....7

II.1.1. Morphologie et microstructure .....7

II.1.2. Composition chimique .....7

II.1.3. Effets thérapeutiques .....8

II.2. Ecorce d'orange.....8

II.2.1. Morphologie et microstructure .....8

II.2.2. Composition chimique globale des écorces d'orange.....9

II.2.3. Effets thérapeutiques .....9

II.3. Ecorce de Citron.....10

II.3.1. Morphologie et microstructure .....10

II.3.2. Composition chimique .....10

II.3.3. Effets thérapeutiques .....11

III. Principes actifs issus de la valorisation des sous produits naturels .....11

## Table des matières

---

III.1. Antioxydants.....	11
III.1.1. Composés phénoliques .....	11
III.1.1.2. Principaux composés phénoliques.....	12
III.2. Acide ascorbique.....	13
IV. Conservation des aliments.....	13
IV.1.Techniques de conservation .....	14
IV.1.1.Conservation par la chaleur .....	14
IV.1.2.Techniques de conservation par le froid.....	14
IV.2.Altérations .....	15
IV.2.1.Altérations microbiologiques.....	15
IV.2.2. Action des microorganismes sur les aliments .....	16
IV.2.3.Altérations organoleptiques .....	16

### Matériel et méthodes

I. Matériel végétal.....	17
I.1. Jus d'orange.....	17
I.2.Ecorces d'orange et citron.....	17
I.4. Pépins de raisin.....	18
II. Préparation et traitement des échantillons .....	18
II.1.Enrichissement des jus.....	18
II.2.Pasteurisation des échantillons.....	19
III. Analyses physico-chimiques .....	19
III.1.Détermination de l'acidité titrable .....	19
III.2.Détermination du °Brix ou le contenu en solide soluble .....	20
III.3.Potentiel d'Hydrogène.....	20
III.4.Dosage des Antioxydants .....	21
III.4.1.Composés phénoliques .....	21
III.4.1.1.Polyphénols totaux .....	21
IV. Evaluation du pouvoir antioxydant.....	22
IV.1. Pouvoir réducteur.....	22
IV.2. Activité anti-radicalaire DPPH° .....	22
V.Analyses microbiologiques.....	23
V.1.Préparation des milieux de cultures.....	23
V.2.Recherche et dénombrement.....	24
V.2.2. Flore aérobie mésophile totale (FAMT) .....	24

## Table des matières

---

V.2.3.Coliformes totaux et fécaux .....	24
V.2.4.Levures et moisissures.....	25
VI. Analyses statistiques .....	25

### Résultats et discussion

I.1. Paramètres physicochimiques .....	26
I.1.1. Acidité.....	26
I.1.2. Brix .....	27
I.1.3. pH .....	28
II. Potentiel bioactifs.....	29
II.1. Polyphenols totaux .....	29
II.2. Flavonoïdes.....	31
II.3. Vitamine C.....	32
III. Pouvoir antioxydant .....	34
III.1 Pouvoir réducteur.....	34
III.2 Activité anti radicalaire .....	35
IV.1. Analyses microbiologiques .....	37
Conclusion.....	39

Bibliographie

Annexes

# **Introduction**

# Introduction

---

La consommation des fruits et légumes a un effet sur la santé, il est associé à leur grande qualité par leurs richesses en nutriments indispensables à l'organisme tels que les glucides et la vitamine C connue pour son potentiel antioxydant. En effet, une consommation régulière de fruits et légumes garantit une alimentation riche en vitamines et minéraux. Cette consommation protège de nombreuses maladies comme les maladies cardiovasculaires, le diabète et/ou l'excès de mauvais cholestérol (**FAO, 2020**). Cependant, la consommation quotidienne des fruits et légumes préconisée par le Plan National de Nutrition et Santé semble difficile à atteindre. Les freins à la consommation de ces produits sont leurs prix élevés, leurs saisonnalités, leurs fragilités et leurs faibles durées de conservation (**Benaïche, 2001**).

Les agrumes représentent l'une des récoltes de fruits les plus importantes dans le monde. Selon **FAO (2020)**, la production mondiale en 2020 est estimée à plus de 75 millions de tonnes par an dont 1 million de tonne a été produit en Algérie. Cette dernière occupe la 19<sup>ème</sup> place mondiale et la 2<sup>ème</sup> dans le Maghreb.

Les jus d'agrumes essentiellement le jus d'orange est la boisson prédominante à travers le monde (**Cortes et al., 2008**). Le jus frais se détériore rapidement après extraction, cela est dû aux enzymes endogènes et à la croissance microbienne provenant de la contamination des fruits depuis la récolte jusqu'à la consommation (**Maherani et al., 2019**). Il est bien établi que les traitements thermiques peuvent prolonger la durée de conservation des jus et assurer leur sécurité. Cependant, ils peuvent causer des pertes dans les paramètres nutritionnels, physicochimiques, rhéologiques et organoleptiques (**Gómez et al., 2011**).

En raison de ces problèmes de sécurité sanitaire, une attention particulière a été accordée au développement et à l'utilisation effective d'antioxydants non toxiques d'origine naturelle (**Masciet al., 2016**). En outre, les antioxydants naturels ont été explorés en grande partie à partir de déchets de fruits et légumes, qui sont les matières les plus abondantes parmi les produits alimentaires et qui représentent environ 10 à 35% de la masse brute (**Rao et Rathod, 2019**). La valorisation de ces déchets constitue en plus de leurs effets bénéfiques à travers une alimentation biologique, des rentes potentielles pour un développement durable.

La consommation et l'industrie de transformation des agrumes génèrent de gigantesques masses de sous-produits tels que les écorces, les pulpes et les pépins. Ces derniers présentent une marge de 45 à 60 % du fruit entier et qui sont souvent rejetés dans la nature (**Gorinstein et al., 2001; Smith et al., 2006**).

## Introduction

---

Des études récentes ont montré que ces sous-produits naturels ont une source de composés biologiquement actifs. Ils sont riches en vitamine C et en métabolites secondaires tels que les composés phénoliques en particuliers les flavonoïdes (**Huang *et al.*, 2010; Moulehi *et al.*, 2012**). Ces derniers sont les composés les plus importants grâce à leur diverse activité biologique telle que l'activité antioxydante (**Hosni *et al.*, 2010**).

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre étude réalisée au niveau de l'unité IFRUIT. C'est dans ce cadre que s'inscrit notre étude réalisée au niveau de l'unité IFRUIT de la SARL IFRI et au niveau du laboratoire de technologies alimentaires de l'université de Bejaia, qui a pour objectifs de :

- Valoriser les sous-produits naturels : pépins de raisin, écorces d'orange et de citron, en enrichissant le jus d'oranges de la variété « *Tardive* » afin d'améliorer sa valeur nutritionnelle, de rétablir sa composition en potentiel antioxydant qui peut être affecté lors de la pasteurisation, appliquée comme traitement de conservation.
- Déterminer l'effet de la pasteurisation sur les teneurs en vitamine C, les composés phénoliques totaux et les flavonoïdes ainsi que sur les propriétés antioxydantes du jus d'oranges.
- Déterminer l'impact de l'enrichissement sur la durée de conservation à 4°C, du jus d'oranges pasteurisé, en suivant les paramètres physico-chimiques, microbiologiques, organoleptiques et les teneurs en antioxydants et propriétés antioxydantes allant du jours de fabrication jusqu'au 5ème jours après ouverture des bouteilles des différents jus enrichis pasteurisés.

# **Partie bibliographique**



### I. Généralités sur l'orange

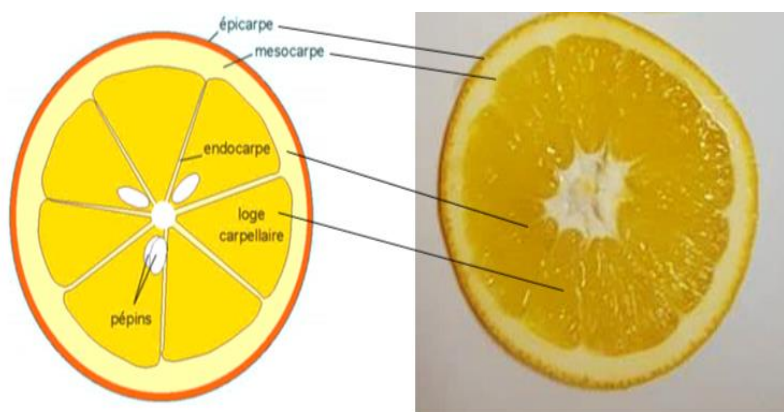
#### I.1. Historique

Le terme «Orange» est apparu au XIII<sup>e</sup> siècle, il vient de l'arabe «*Narangi*». Cet hybride ancien est probablement un croisement entre le pamplemousse et la mandarine. L'oranger «*Citrus sinensis*» est originaire de Chine, il est cultivé dans les régions tempérées et chaudes, une fois implanté, dans le bassin méditerranéen, l'oranger est diffusé à travers le monde par les Européens (Liu *et al.*, 2012).

#### I.2. Description botanique

L'orange est un agrume qui peut aussi être appelé hesperdium. L'hesperdium diffère des fruits car il possède une peau dure et solide qui protège la partie comestible (Berlinet, 2006).

D'un point de vue botanique, les agrumes sont des fruits charnus de type baie avec un péricarpe appelé flavédo, le mésocarpe appelé albédo et l'endocarpe (pulpe). L'épicarpe est la surface périphérique du fruit (**figure N°1**). Il est coloré par des pigments caroténoïdes et représente 8 à 10% du fruit. Il contient des nombreuses glandes sécrétrices d'essences aromatiques qui sont réparties de façon irrégulière. Tous les fruits de citrus cultivés ont presque la même structure : l'écorce, partie non comestible du fruit est peu développée chez les orange, la pulpe, partie comestible, est constituée de poils ou de vésicules enfermant le jus et qui sont regroupés en quartiers (**Spigel-roy et Goldschmidt, 1996**).



**Figure N° 1** : Coupe transversale schématique d'une orange (Espirad, 2002).

### **I.3. Classification botanique**

D'après **Kimball (1999)** et **Guignard (2001)**, la position systématique occupée par les agrumes est la suivante:

**Ordre:** Geraniales

**Sous ordre:** Géraniineae

**Classe:** Dicotyledoneae

**Sous classe:** Archichalmydeae

**Division:** Embryophyta

**Sous division:** Angiospermes

**Famille:** Rutaceae

**Sous famille:** Aurantiodeae

**Tribu:** Citreae

**Sous tribu:** Citrinae

**Genre:** Citrus, Fortunella et Poncirus

Le genre citrus inclue la plupart des agrumes; il renferme plusieurs espèces, et ces dernières renferment un grand nombre de variétés qui se distinguent par la forme du fruit, la couleur de la pulpe, la période de maturité, et les caractéristiques organoleptiques des fruits (**Ollitrault et al., 2000**).

### **I.4. Composition chimique et valeurs nutritionnelles de l'orange**

L'orange est parmi les fruits qui contiennent le plus d'eau (plus de 85%). C'est dans cette eau que se trouvent sous forme dissoute les principaux éléments nutritifs (**Suschter, 1996**).

Environ 76% de la matière sèche hydrosoluble est constituée principalement par des glucides et 21% d'acides organiques, d'acide aminés, des sels minéraux, de vitamines et de lipides. Les 3% restant, sont constituées par un grand nombre de composés divers dont les flavonoïdes, les composés volatiles et les caroténoïdes qui ont une importante influence sur les propriétés sensorielles de ce produit (**Bourokaa, 2012**).

La richesse en vitamine C, en acide folique et en flavonoïdes, confère à l'orange des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires et préviendrait des maladies cardiovasculaires, de l'insulino-résistance liée au diabète et du syndrome métabolique (**Ye, 2017**).

## Partie bibliographique

L'orange apporte une quantité modeste d'énergie, de glucides, de fibres alimentaires et pratiquement pas de protéines ni de lipides, elle est assez riche en vitamine C et constitue une source de calcium, de cuivre et de vitamines (B1, B5, B9), ainsi qu'une source d'antioxydants. Selon certaines études, ces composants ont la capacité d'inhiber le développement des cellules cancéreuses et de réduire la tension artérielle et le taux sanguin des triglycérides. La vitamine C à elle seule, contribue à l'essentiel de l'activité anti-oxydante de ce fruit. Les différents caroténoïdes, le bêta-carotène, la lutéine, sont présents en quantité intéressante. Ces substances ont une activité antioxydante avérée (Zaidi *et al.*, 2012).

le tableau suivant représente les valeurs nutritionnelles moyennes d'orange.

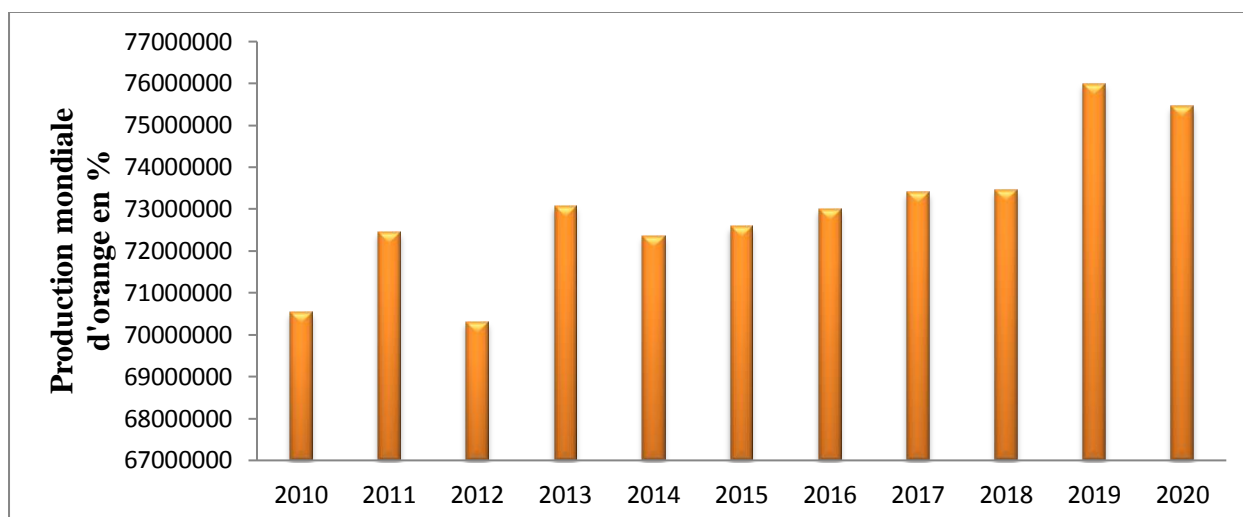
**Tableau I:** Valeurs nutritives moyennes de 100 g d'orange (Ciquel, 2016).

Nutriments	Quantité
Calories	46,4Kcal
Protéines	1,06 g
Glucides	8,04 g
Lipides	0,28 g
Eau	86,75g
Fibre	2,8 g
Vitamine C	57 mg
Vitamine B9	38,1 µg
Potassium	151 mg
Magnésium	12,4mg
Calcium	29,7 mg
Bêta-carotène	71 µg
Fer	0,089 mg

### I.6. Importance économique

#### I.6.1. Production mondiale

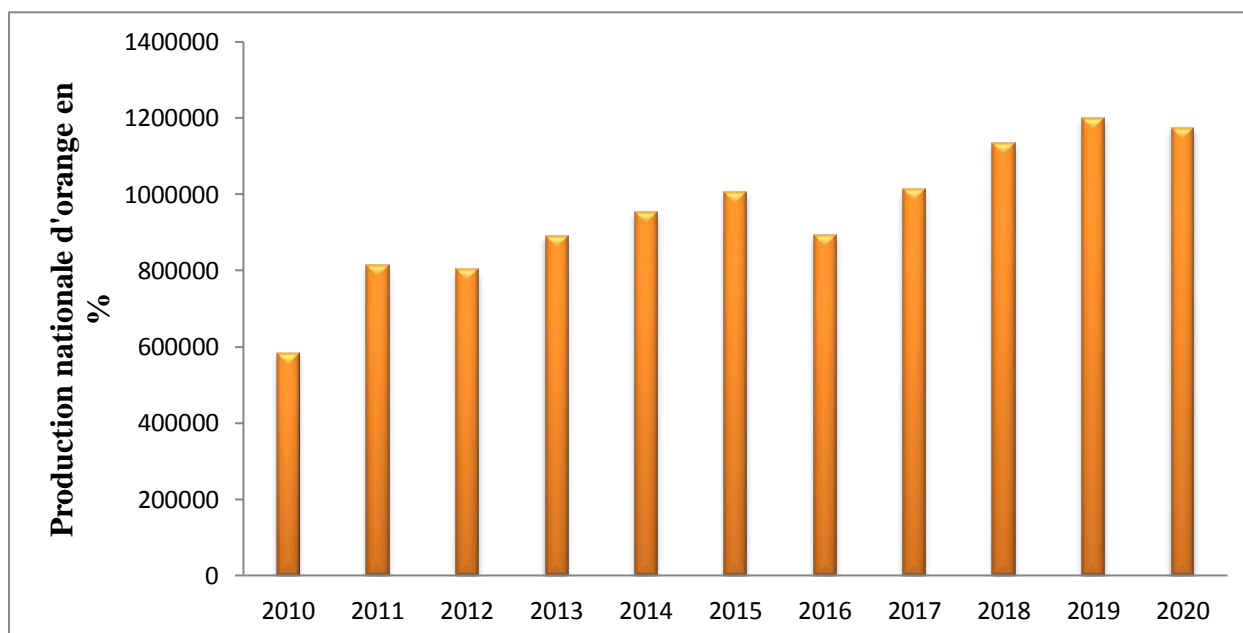
L'évolution de la production des oranges, enregistrée au niveau mondial, au cours de la période allant de 2010 à 2020, est illustrée dans la **figure N° 2**. La production mondiale des oranges a connu une baisse en 2012 pour atteindre 70 millions de tonnes après avoir été 72 millions de tonnes en 2011, mais cela n'a pas duré car en 2013, la production a augmenté et a continué d'évoluer jusqu'à 2020 pour atteindre 75 millions de tonnes (FAO, 2020).



**Figure N°2 :** Production mondiale d'orange (FAO, 2020).

### I.6.2. Production nationale

L'évolution de la production des oranges, enregistrée au niveau national, au cours de la période allant de 2010 à 2020, est illustrée dans la **figure N° 3**. La production nationale des oranges la plus faible a été enregistrée en 2010 avec 58 mille tonnes, suivi d'une augmentation à partir de 2011 jusqu'à 2015. Une diminution a été enregistrée en 2016 pour reprendre l'évolution en 2017 et atteindre 1 million de tonnes en 2020 (FAO, 2020).



**Figure N°3 :** production nationale d'orange (FAO, 2020).

## II. Généralités sur les sous produits naturels utilisés

### II.1. Pépins de raisin

Les pépins de raisin renferment des molécules appelées Proanthocyanidines qui sont de puissants antioxydants appartenant à la famille des flavonoïdes. Ils se comportent comme des capteurs de radicaux libres (molécules très instables) et protègent les cellules de l'organisme.

Grâce à son activité antioxydante remarquable, les pépins de raisin auraient de multiples effets bénéfiques sur la santé. Ceux-ci se révèlent sur l'état de la peau, des vaisseaux sanguins, mais aussi sur la vision. Ils pourraient jouer un rôle dans la prévention des maladies cardiovasculaires, de certains cancers et certaines maladies chroniques (**Allgrove et Davison 2014**).

#### II.1.1. Morphologie et microstructure

Le pépin de raisin fait partie des graines albuminées. Chaque pépin est composé d'un embryon entouré d'un albumen. L'ensemble des trois parties du tégument (interne, intermédiaire et externe) constitue la coque ligneuse du pépin, entourant l'albumen. Enfin, une fine cuticule constitue la dernière assise cellulaire du pépin (**figure N°4**). La couleur des pépins évolue du vert au marron au cours de leur développement (**Cadot et al., 2006**).

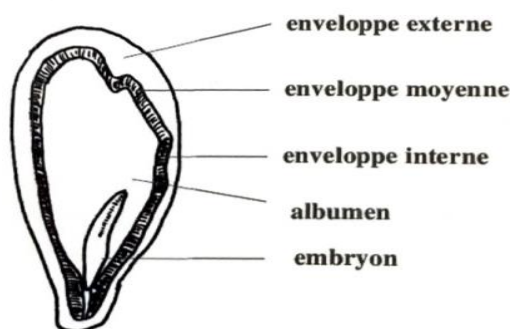


Figure N°4 : Coupe longitudinale d'un pépin de raisin (**Levadoux, 1951**).

#### II.1.2. Composition chimique

Les pépins de raisin sont composés majoritairement de composés glucidiques et eau, riche en polyphénols et lipides. Selon **Cabanis et al. (1998)**, la composition chimique des pépins de raisin matures est comme montrée dans le **tableau II**.

**Tableau II:** La composition chimique des pépins de raisin (Cabanis *et al.*, 1998).

Nutriments	Quantité en %
Lipides	8 à 13%
Poly phénols	4 à 10%
Composés azotés	4 à 6.5%
Minéraux	2 à 4%
Eau	25 à 45%
Composés glucidiques	34 à 36%

### II.1.3. Effets thérapeutiques

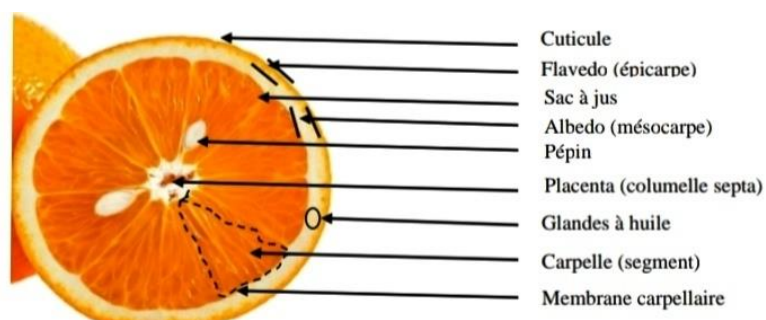
Les proanthocyanidines sont présents en quantités importantes dans les pépins de raisin et ont attiré l'attention des chercheurs en raison de leurs effets potentiels sur la santé. Les proanthocyanidines présentent une forte activité antioxydante et éliminent les espèces réactives de l'oxygène et de l'azote. De plus les proanthocyanidines inhibent également la progression de l'athérosclérose et empêchent l'augmentation de la concentration en cholestérol des lipoprotéines de basse densité (LDL) (Feei Ma et Zheng, 2017).

## II.2. Ecorce d'orange

### II.2.1. Morphologie et microstructure

Le fruit, de forme sensiblement sphérique ou ovoïde est revêtu d'écorces qui sont constitué de deux parties :

- Le flavédo ou épicarpe est la partie externe d'une couleur orange, elle contient les glandes à huiles essentielles.
- Albédo ou mésocarpe est la partie intérieure blanche riche en pectine (Ladaniya, 2008).



**Figure N°5 :** Coupe transversale d'une orange (Espirad, 2002).

### II.2.2 Composition chimique globale des écorces d'orange

La composition chimique des écorces d'agrumes est sujette à des variations sous l'influence de divers facteurs et notamment la variété. De plus, dans une même variété, la teneur en divers composés dépend des facteurs climatiques et environnementaux. Les écorces d'agrumes présentent des teneurs élevées en eau (variant de 2,97-3,79 g/g Ms, soit 60% à 75% en base humide) et en sucres solubles (6,52-47,81 g/100g Ms). De ce fait, c'est un coproduit hautement périssable qui fermente et présente un développement des moisissures (**Farhat et al., 2011; Kammoun et al., 2011**).

De plus, ce coproduit est riche en protéines (1,79-9,06 g/100g MS) et en minéraux (2,52-10,03 g/100 MS) alors que les lipides sont très peu abondants (de 0,48 jusqu'à 4 g/100g MS).

Les écorces sont particulièrement riches en composés digestibles et offrent de nombreuses possibilités d'utilisation pour l'alimentation fonctionnelle humaine et animale ainsi qu'en tant que complément alimentaire (**Bampidis et Robinson, 2006**).

### II.2.3 Effets thérapeutiques

Les *Citrus* contiennent des quantités élevées de composés qui ont des effets bénéfiques pour la santé, y compris les polyphénols, l'acide ascorbique, les caroténoïdes et les tocophérols (**Ercan et al., 2011**), utilisés à des fins thérapeutiques ou dans les domaines cosmétiques ou alimentaires (**Kahkonen et al., 1999 ; Shahaib et al., 2011**).

- ✓ La saveur amère et aromatique d'écorce d'orange amère ouvre l'appétit et facilite la digestion (**Touscher et al., 2005**).
- ✓ L'écorce d'orange fraîche est utilisée pour traiter les maladies de la peau, l'acné et soins de visage (**Valnet, 2001**).
- ✓ Stimulation de l'appétit (zestes) (**Santo et al., 2011; Karimi et al., 2012**).
- ✓ Activité anti-microbienne, anti-inflammatoire, anti-oxydante, anti-cancéreuse et anti-allergique (**Del-rio et al., 2004**).
- ✓ Abaissement de la pression artérielle et traitement de l'obésité (**Ramful et al., 2011**).

### II.3. Ecorce de Citron

#### II.3.1. Morphologie et microstructure

Le fruit appartient à la famille des *Rutacees* de genre *Citrus*, il est caractérisé par une forme ovale, une couleur jaune, une écorce molle et une taille moyenne. Son épaisseur est d'environ 6 mm à une pulpe très juteuse et acidulée (**Springer-verlag, 2014**).

Le fruit de citron est composé d'endocarpe et de péricarpe, ce dernier comprend l'albédo et le flavédo qui est une zone colorée (**Ladaniya, 2008 ; Bachés, 2011**).

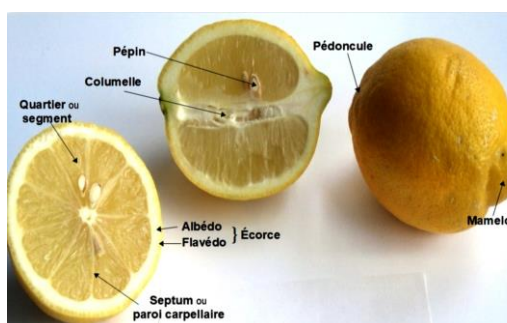


Figure N°6 : Photographie de *Citrus limonia*

#### II.3.2. Composition chimique

Les écorces de citron sont des sources de composés naturels, tels que les protéines, les glucides, les lipides. Ils sont considérés comme une source d'eau et de vitamine C essentiellement, le tableau suivant représente la composition chimique moyenne de citron.

Tableau III : composition chimique moyenne dans 100 g de citron (**Ciquel, 2013**).

Constituant	Teneur moyenne
Eau (g)	89,2
Protéines (g)	0,8
Glucides (g)	2,45
Lipides (g)	0,3
Sucres (g)	2,2
Fibres (g)	2
Vitamine C	53
Vitamine E (mg)	0,8



### II.3.3. Effets thérapeutiques

Parmi les utilisations thérapeutiques on trouve :

- Diminution de l'oxydation (**Gonzalez-Molina et al., 2010**).
- Lutter contre l'insomnie et l'asthme (**Okwn Et Emenik, 2006**).
- Renforcer les défenses immunitaires, et traiter les maladies telles que l'hypertension le cholestérol, le diabète, l'obésité et quelques cancers (**Oboh, 2012**).
- Il prévient contre le rhumatisme et la thrombose (**Manish Et Al., 2013 ; Ercan et al., 2011**).
- L'écorce de citron est employée depuis l'antiquité par les industries de la parapharmacie (**Janati et al., 2012**).
- les écorces et les graines sont employées dans la médecine traditionnelle et pour le traitement des maladies dégénératives, telles que le diabète et l'hypertension (**Oboh, 2012**).

## III. Principes actifs issus de la valorisation des sous produits naturels

### III.1. Antioxydants

#### III.1.1. Composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires synthétisés par les végétaux, non essentiels à la survie de la plante. Au niveau végétal, les composés phénoliques sont un moyen de défense contre le rayonnement U.V, les agressions par les pathogènes et ils contribuent à la pigmentation des plantes (**Manach et al., 2004; Ignat et al., 2011**).

Ils sont caractérisés par la présence d'un cycle aromatique et d'un ou plusieurs groupements phénoliques dans leur structure (**Figure N°7**) et se différencient par le nombre et l'enchaînement des noyaux aromatiques, le nombre et la position des groupes hydroxyles ainsi que la présence de divers substituant (groupes alkyles, glycosyles, acides organiques...) (**Macheix et al., 2006; Hollman et al., 2010**).

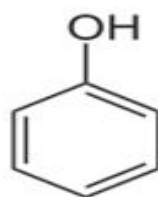


Figure N°7 : Structure du phénol (Chirac *et al.*, 2008).

### III.1.1.2. Principaux composés phénoliques

On retrouve principalement deux classes de composés phénoliques dans les matrices végétales: les flavonoïdes et les acides phénoliques (Chethan s et lallesi N.G 2007).

#### a. Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont de puissants antioxydants, et jouent un rôle fondamental dans les aspects organoleptiques (Mulero, *et al.*, 2010).

Les flavonoïdes représentent une classe de métabolites secondaires largement répandus dans le règne végétal. Ce sont des composés phénoliques de faible poids moléculaire possédant un squelette carboné en C6-C3-C6. Ils sont constitués d'un squelette à 15 atomes de carbone (**figure N°8**) formant 2 noyaux aromatiques (A et B) et un hétérocycle (C) à oxygène dont la nature définit l'appartenance du flavonoïde à un groupe déterminé (Erdman *et al.*, 2007; Ignatet *al.*, 2011).

D'autres flavonoïdes sont présents en très faibles quantités dans les écorces d'agrumes tels que les flavonols et les anthocyanes. La quercétine et le kaempférol sont les flavonols les plus fréquemment trouvés. Les anthocyanes sont d'une importance mineure dans les agrumes (Cheynier *et al.*, 2006; Zhang, 2007).

Dans les pépins de raisin, les principaux flavonoïdes représentés sont les flavonols (dont leurs polymères appelés proanthocyanidines), et les anthocyanes (Quesada-Morín, *et al.*, 2012).

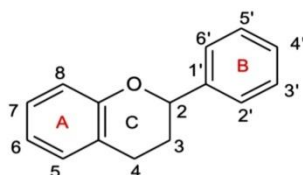


Figure N°8 : Structure de base des flavonoïdes (Grigoras, 2012).

#### b. Acides phénoliques

Dans les écorces d'agrumes, les acides phénoliques sont principalement représentés par les acides hydroxycinnamiques; les acides hydroxybenzoïques qui sont peu répandus

(figure N°9). Les acides hydroxycinnamiques sont des dérivés de l'acide cinnamique, constitués d'un noyau phénolique de type C6-C3 (Hayat et al., 2009).

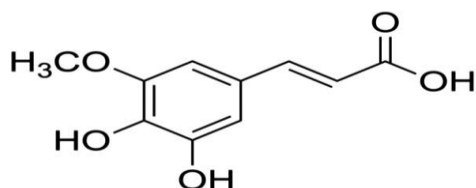


Figure N°9 : Acides hydroxycinnamiques. (Hayat et al., 2009).

### III.2. Acide ascorbique

L'acide ascorbique (figure N° 10) est un nutriment très abondant dans les légumes et les fruits tels que les agrumes, c'est le principal antioxydant hydrosoluble, il existe sous deux formes, la forme réduite (acide ascorbique) et la forme oxydée (l'acide déshydro ascorbique) (Lee et al., 2004).

L'acide ascorbique joue un rôle important dans la régénération de tocophérol, il ne peut pas être synthétisé par l'organisme, il doit être apporté par l'alimentation (Klimczak et al., 2007).

L'activité antioxydante de l'acide ascorbique vient de la fonction 2,3 éne-diol. Cette vitamine est hautement susceptible à l'oxydation en présence des ions métalliques tels que  $\text{Cu}^{2+}$  et  $\text{Fe}^{3+}$ , la température, l'exposition à la lumière, le pH, la concentration d'oxygène et l'activité de l'eau (Lee et al., 2004).

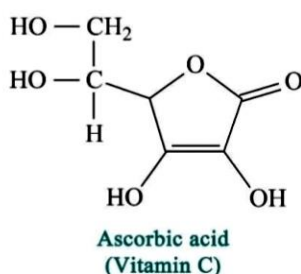


Figure N° 10: Acide ascorbique (Chira et al., 2008)

## IV. Conservation des aliments

Les techniques de conservation alimentaires sont appliquées en vue de maîtriser la détérioration de la qualité des aliments. Cette détérioration peut être provoquée par des

microorganismes et/ou diverses réactions physico-chimiques qui ont lieu après la récolte ou l'abattage. Tout procédé de conservation a cependant pour priorité de réduire au minimum les risques d'apparition ou de développement des microorganismes provoquant l'altération des aliments ou des intoxications alimentaire (**Leitsner et Gould, 2002**).

### **IV.1. Techniques de conservation**

#### **IV.1.1. Conservation par la chaleur**

Le traitement des aliments par la chaleur est aujourd'hui la plus importante technique de conservation de longue durée. Il a pour objectif de détruire ou d'inhiber totalement les enzymes et les microorganismes et leurs toxines, dont la présence ou la prolifération pourrait altérer la denrée considérée ou la rendre impropre à l'alimentation humaine. (**Nout et al., 2003**) pour cela plusieurs traitements sont utilisés, comme exemple la pasteurisation qui est très utilisée.

##### **❖ Pasteurisation**

La pasteurisation est un traitement thermique ayant pour but de détruire une grande partie d'agents microbiens qui pourraient se développer dans l'aliment pendant son stockage. C'est un procédé de conservation des aliments qui sont chauffés à une température définie pendant une période de temps définie avant d'être refroidi rapidement. Les températures de pasteurisation varient entre 70°C et 80°C. Sous l'effet d'un traitement thermique, les bactéries pathogènes et d'altération sont détruites (**Multon et Bureau, 1998**).

La pasteurisation, comme tout traitement thermique, doit permettre:

- De préserver l'aspect nutritionnel du produit tel que la non-destruction des vitamines.
- De ne pas modifier ses qualités organoleptiques telles que l'absence de brunissement, de décoloration, de goûts de cuit, etc (**Akmouche, 2010**).

#### **IV.1.2. Techniques de conservation par le froid**

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

## Partie bibliographique

---

microorganismes psychrophiles survivent encore à  $-5^{\circ}\text{C}$ , toute vie microbienne est arrêtée à des températures inférieures à  $-7^{\circ}\text{C}$ . (Nout *et al.*, 2003) parmi ces traitements on trouve :

### ❖ Réfrigération

La réfrigération consiste à entreposer les aliments à une température basse, proche du point de congélation, mais reste toujours positif par rapport à celui-ci. Généralement, la température de réfrigération se situe aux alentours de  $0^{\circ}\text{C}$  à  $+4^{\circ}\text{C}$ . Ces températures, empêchent la multiplication de nombreux microorganismes contenus dans les aliments mais pas celle des microorganismes psychrophiles. La réfrigération permet donc la conservation des aliments périssables à court ou moyen terme. Elle doit s'appliquer à des aliments initialement sains et être continue tout au long de la filière de distribution (Guiraud, 2003).

## IV.2. Altérations

De tout temps l'homme a cherché à lutter contre l'altération des denrées alimentaires, pour des raisons vitales d'abord : Nécessité de conserver le plus longtemps possible des denrées périssables, mais aussi sociologiques, dues au regroupement des populations dans les cités. Plus tard se sont ajoutées des raisons psychologiques : Désir de consommer des aliments de plus en plus variés, pendant des périodes de plus en plus étendues sur l'année. Enfin est apparue la nécessité de la conservation des plats tout préparés. Les altérations surviennent depuis la production des denrées jusqu'à leur consommation. Les causes des altérations sont nombreuses :

- Dégradation dues aux réactions chimiques telles que l'oxydation et le brunissement enzymatique
- Altération physicochimiques (Destabilisation des émulsions, floculation dans les liquides)
- Altération enzymatique (Réaction d'hydrolyse et d'oxydation)
- Facteurs extérieurs intervenant dans l'altération (Température, l'intensité lumineuse)

(Viergling, 2008).

### IV.2.1. Altérations microbiologiques

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

et les diverses manipulations apportent une flore de contamination. Parmi les facteurs qui influencent le développement des microorganismes on a la température, le pH et l'activité de l'eau (AW) (Guiraud, 2003).

### IV.2.2. Action des microorganismes sur les aliments

Le développement des microorganismes dans un aliment Peut avoir deux actions néfastes et variées :

- Affecter la qualité intrinsèque de l'aliment et donc sa valeur commerciale (modification de texture et d'aspect, altération de la valeur alimentaire, altération des qualités organoleptiques, dégradation du conditionnement etc.)
- Dangereux pour la santé en étant responsable d'intoxications dues à la formation des substances toxiques (amines), ou même d'infections ou toxi-infections intestinales bénignes (Becila, 2009).

### IV.2.3. Altérations organoleptiques

#### ❖ Modification de la couleur

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

#### ❖ Modification du goût

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

#### ❖ Modification de l'arôme

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

# **Matériel et méthodes**

### I. Matériel végétal

#### I.1. Jus d'orange

La variété d'orange locale utilisée « Tardive » (*Citrus sinensis*) (**figure N° 11**), a été récoltée dans la région de Tazmelt au début du mois de mai et stockées au frais à 4°C. Les oranges étaient bien mures et ne présentaient aucun signe de blessure.

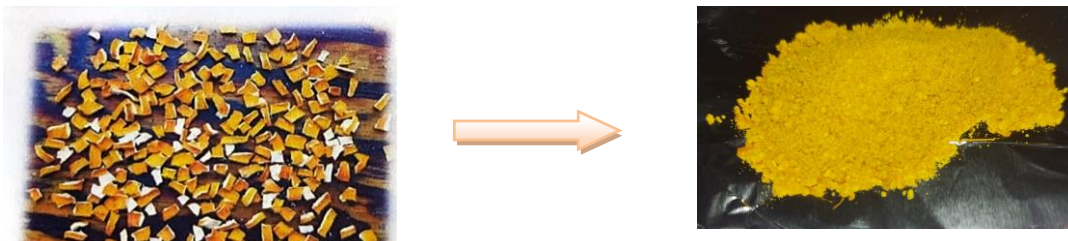
Pour l'obtention du jus, les oranges ont été bien lavées avec l'eau de robinet puis tranchées en deux. Les oranges ont été pressées à l'aide d'un presse-agrumes manuel, le jus a été récupéré, puis divisé en 5 volumes équivalents " 400 ml pour chaque échantillon".



**Figure N° 11 :** Photographie des oranges utilisées

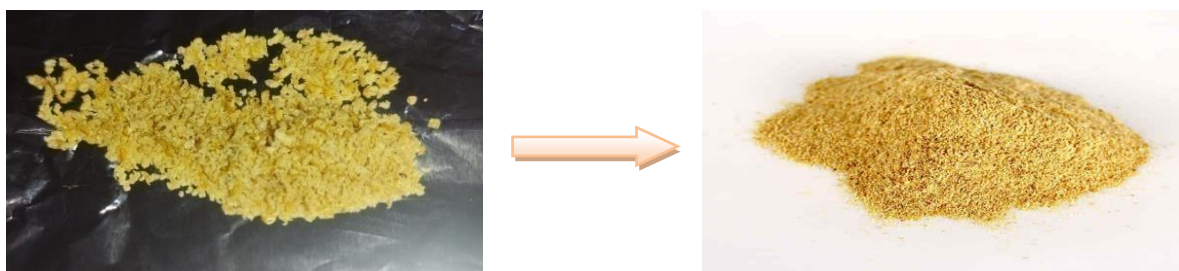
#### I.2. Ecorces d'orange et citron

Les oranges de la variété tardive et les citrons ont été bien lavées puis épluchées. Les écorces ont été découpées en petits morceaux qui sont ensuite séchés à microonde pendant 2 minutes après obtimisation. Puis broyées finement. La poudre obtenue a été ensuite conditionnée dans des bocaux et stockée à 4°C. **Figure N° 12 et Figure N° 13**



**Figure N° 12:** Préparation et traitement des écorces d'orange.

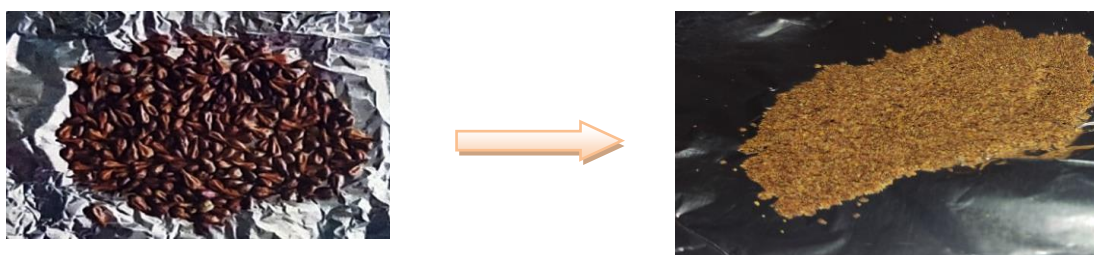




**Figure N° 13:** Préparation et traitement des écorces de citron.

### I.4. Pépins de raisin

Des raisins de la variété « Red globe » ont été procurés du marché. Les baies de raisin ont été lavées et coupées en deux pour récupérer les pépins. Ces derniers ont été séchés à l'ombre et à température ambiante. Ensuite, les pépins ont été broyés finement à l'aide d'un moulin à café, la poudre obtenue a été ensuite conditionnée dans des bocaux et stockée à 4°C.



**Figure N° 14:** Préparation et traitement des pépins de raisin.

## II. Préparation et traitement des échantillons

### II.1. Enrichissement des jus

Afin de préparer les jus enrichis : jus enrichi pasteurisé avec écorces d'orange (JPEEO), jus enrichi pasteurisé avec écorces de citron (JPEEC), et jus enrichi pasteurisé avec pépins (JEPPR), nous avons optimisé la quantité de poudre d'écorces d'orange, citron ainsi que celle des pépins de raisin qu'il faut rajouter aux jus. L'optimisation a été basée sur une évaluation sensorielle que nous avons effectuée au sein du laboratoire de qualité à **IFRI** par des jurys d'analyse sensorielle (**Tableau IV**). Le choix a été fait sur la base d'utiliser le maximum de matrice qui n'a pas atteint le seuil d'amertume ou d'astringence. Pour cela, nous avons testé trois quantités différentes à volumes de jus constants pour chaque type de matrice enrichie.

## Matériel et méthodes

Les échantillons qui ont fait l'objet des analyses physicochimiques et microbiologiques sont : jus frais (JF) ; le jus pasteurisé non enrichi (JP), jus enrichi pasteurisé avec écorces d'orange (JEPEO), jus enrichi pasteurisé avec écorces du citron (JEPEC) Et le jus enrichi pasteurisé avec pépins de raisin (JEPPR).

**Tableau IV:** Quantités et traitements du jus enrichi avec les écorces d'orange, citron et pépins de raisin

Echantillon	Quantité ajoutée	Quantité choisie
Jus pressé et filtré de chaque variété (5 ml)	<b>Ecorces d'orange</b> 20 mg 25mg 30 mg 40 mg	30 mg
	<b>Ecorces de citron</b> 10 mg 15mg 20 mg	10 mg
	<b>Pépins de raisin</b> 60 mg 70 mg 75mg	60 mg

### II.2.Pasteurisation des échantillons

Les différents jus d'orange préparés enrichis et non enrichis ont été pasteurisés dans le but de déterminer l'effet de la température sur les composés bioactifs des jus étudiés. La pasteurisation a été faite dans un bain marie à  $95 \pm 2^\circ\text{C}/30\text{s}$  suivie d'un refroidissement à  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Toutes les analyses ont été effectuées durant cinq jours (de J0 au J5) à partir de jour de fabrication de jus frais, le jus pasteurisé non enrichi et les jus pasteurisés enrichis dont : J0 correspond au jour de préparation et d'ouverture des bouteilles des jus pasteurisés enrichis.

## III. Analyses physico-chimiques

### III.1.Détermination de l'acidité titrable

Le principe de cette méthode consiste à neutraliser les acides organiques par la solution d'hydroxyde de sodium.

## Matériel et méthodes

---

L'acidité est déterminée par la méthode de **Saidan i et Marzouk (2003)**. Un volume de jus de 10 ml a été neutralisé par la solution d'hydroxyde de sodium (0,1 N), en présence de quelques gouttes de phénolphtaléine, jusqu'au virage de la couleur au rose.

L'acidité des échantillons a été déterminée en appliquant la formule suivante :

$$\text{Acidite (g /ml)} = \frac{\text{nb} \times \text{M} \times \text{Vb}}{\text{Va} \times \text{P}}$$

Dont: nb : Normalité de la solution d'hydroxyde de sodium (0,1 N)

M : Masse moléculaire de l'acide citrique (192,13g/mol).

Vb : Volume de la solution d'hydroxyde de sodium (ml).

Va : Volume de jus (ml).

P : Nombre de protons portés par l'acide citrique.

### III.2.Détermination du °Brix ou le contenu en solide soluble

Le °Brix est mesuré à l'aide d'un réfractomètre manuel équipé d'une échelle indiquant le pourcentage. Ce type de réfractomètre est calibré avec de l'eau distillée car le brix de cette dernière est égal à 0°. Quelques gouttes de chaque échantillon ont été déposées sur la lentille du réfractomètre. La lecture est directement effectuée sur l'appareil.

Il est convenu d'appeler «sucres», le pourcentage de solides solubles contenus dans le jus et mesurés par réfractométrie (**Alavoine et al., 1986**).

### III.3.Potentiel d'Hydrogène

L'une des propriétés physico-chimiques les plus importantes d'une boisson est son pH, car l'acidité des boissons est liée à la valeur de pH (**AFNOR, 1986**).

La mesure du pH a été réalisée avec un pH-mètre tout en introduisant la sonde à l'intérieur du produit à analyser et lire la valeur du pH directement sur l'appareil (**Francis et Harmer, 1988**).

### III.4. Dosage des Antioxydants

#### III.4.1. Composés phénoliques

##### III.4.1.1. Polyphénols totaux

La teneur en composés phénoliques totaux des extraits a été déterminée par le réactif de Folin-Ciocalteu. Ce réactif est constitué d'un mélange d'acide phospho tungstique qui est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène. La coloration produite, est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits (**Ribéreau-Gayon, 1968**).

La teneur en composés phénoliques a été déterminée selon la méthode décrite par **Velioglu et al. (1998)**. 200 µl de l'échantillon sont mélangés avec 1500 µl du réactif de Folin–Ciocalteu (dilué au 1/10). Après 3 min, 1500 µl de carbonate de sodium (6%) sont additionnés. L'absorbance est mesurée à 760 nm après 30 min d'incubation. La teneur en composés phénoliques est exprimée en mg équivalent d'acide gallique par 100 ml de jus (mg EAG/100 ml de jus) par référence à une courbe d'étalonnage. (**ANNEXE 1**)

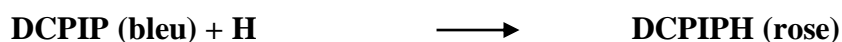
##### III.4.1.2. Dosage des flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes a été déterminée par la méthode colorimétrique de **Lamaison et Carnat (1991)** rapportée par **Bahorun et al. (1996)** Cette méthode est basée sur la formation de complexes jaunâtres suite à la chélation de métaux  $Al^{3+}$ , utilisés sous forme de chlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ ), par les groupements OH. La coloration ainsi formée est proportionnelle au taux de flavonoïdes dans le mélange (**Ribereau-Gayon, 1968**).

1ml de chlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ , 2%) est additionné à 1 ml de l'échantillon. Après incubation pendant 15 min à l'obscurité et à température ambiante, les absorbances des échantillons sont lues au spectrophotomètre à 430 nm. Chaque essai a été réalisé en trois répliques. Les résultats sont rapportés en mg équivalent de quercitine par 100 ml de jus (mg EQ/ 100 ml de jus) en se référant à une courbe d'étalonnage. (**ANNEXE 2**)

##### III.1.4.3. Dosage de la vitamine C

Le dosage est basé sur la réaction d'oxydation de la vitamine C par une solution de DCPIP (2,6-dichlorophénolindophénol) en milieu acide, le produit de réduction de ce dernier est de couleur rose. Si la vitamine C est présente, la coloration bleue du DCPIP qui devient rose dans les conditions acides, va donner un composé incolore en oxydant l'acide ascorbique selon les réactions suivantes (**Hughes, 1983**).



**DCPIPH (rose) + Acide ascorbique**  $\longrightarrow$  **DCPIPH<sub>2</sub> (incolore) + acide déshydroascorbique.**

La teneur en vitamine C a été déterminée selon la méthode décrite par **Mau et al. (2005)** Un volume de 5 ml de jus est mélangé avec 5 ml d'acide oxalique (0,4%), Après agitation pendant 5 min le mélange est centrifugé à 4500T/15 min. 500 µl du surnageant sont mélangés avec 2500 µl de DCPIP (2,6-dichlorophénolindophénol). L'absorbance est mesurée à 515 nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide ascorbique par 100 ml de jus (mg EAA/100 ml de jus) en se référant à une courbe d'étalonnage. (**ANNEXE 3**)

#### **IV. Evaluation du pouvoir antioxydant**

##### **IV.1. Pouvoir réducteur**

Le pouvoir réducteur se base sur la réaction d'oxydoréduction, dont la réduction du chlorure ferrique (FeCl<sub>3</sub>) en chlorure ferreux (FeCl<sub>2</sub>) en présence d'un agent chromogène : le Ferricyanure de Potassium en milieu acidifié par l'acide trichloracétique (**Ribeiro et al., 2008**).

Le pouvoir réducteur a été déterminé selon la méthode décrite par **Oyaizu (1986)** rapportée par **Kumar et al. (2005)**, Un volume de 1ml de l'échantillon est ajouté à 2,5 ml de tampon phosphate (pH 6,6 ; à 0,2 M), suivi de 2,5ml de Ferricyanure de Potassium à 1% et après agitation, le mélange est soumis à l'incubation à 50°C pendant 20 min. 2,5 ml d'acide trichloracétique à 10% sont additionnés au mélange puis centrifuger et un volume de 2,5 ml du surnagent est ajouté a 0,5 ml de chlorure ferrique à (0,1%).L'absorbance est lue à 700 nm. Le pouvoir réducteur des extraits est exprimé en mg équivalent d'acide ascorbique par 100 ml de jus (mg EAA/100 ml de jus) (**ANNEXE 4**)

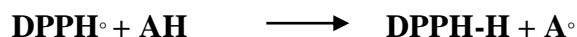
##### **IV.2. Activité anti-radicalaire DPPH°**

L'activité anti radicalaire des extraits est déterminée par une méthode basée sur la réduction du radical diphenyl picryl-hydrazyl (DPPH°), suite à un transfert d'hydrogène qui provient des différents antioxydants qui se trouve dans le milieu réactionnel. La réaction de réduction du DPPH° provoque la diminution de l'intensité de la couleur violette qui est mesurée par un

## Matériel et méthodes

---

spectrophotomètre à 515 nm, le mécanisme est récapitulé dans la réaction suivante: (**Guimarães *et al.*, 2010**).



Dont : AH : donneur de l'hydrogène.

Le protocole utilisé dans cette méthode est celui de **Milardović *et al.* (2006)** Il consiste à mélanger 2900 µl de la solution DPPH<sup>•</sup> avec 100µl de l'échantillon ; la mesure de la réaction de réduction de la solution du DPPH<sup>•</sup> a été faite à 515 nm après incubation de 30 min. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide ascorbique par 100 ml de jus (mg EAA/100ml de jus) en référant à une courbe d'étalonnage. (**ANNEXE 5**)

$$\% \text{ inhibition du DPPH}^\circ = (\text{Abs}_{\text{contro}} - \text{Abs}_{\text{ech}} / \text{Abs}_{\text{contro}}) \cdot 100$$

Dont: Abs<sub>contro</sub> : Absorbance du contrôle

Abs<sub>ech</sub> : Absorbance d'échantillon

### V. Analyses microbiologiques

Ces analyses ont été réalisées afin d'assurer la qualité marchande et hygiénique permettant la préservation de la santé des consommateurs. Elles consistent à chercher et à dénombrer les principaux germes microbiens rencontrés dans nos aliments afin d'en maîtriser leur présence ou absence (**Cuq, 2007**).

#### V.1. Préparation des milieux de cultures

Un milieu de culture est une préparation au sein de laquelle des micro-organismes peuvent se multiplier. Il doit donc satisfaire les exigences nutritives du micro-organisme étudié (**Meyer *et al.*, 2004**).

Pour reconstituer le milieu, la poudre est mélangée avec le volume d'eau préconisé, elle est homogénéisée puis complètement dissoute par chauffage (L'ébullition ne doit pas dépasser 1 à 2 minutes). Après refroidissement à 50-60°C, le milieu est réparti dans des flacons qui seront stérilisés à l'aide d'un autoclave. Généralement, il est recommandé de stériliser à 121°C pendant 15-20 minutes.

### V.2.Recherche et dénombrement

Pour les différentes identifications et dénombrement, la manipulation correcte est importante. Pour chaque test, un volume de 1 ml de chaque échantillon est prélevé grâce à une pipette pasteur (une pipette pour chaque prélèvement).

Les prélèvements sont ensemencés soit en surface ou en profondeur selon la nature des microorganismes recherchés. La gélose nutritive est ajoutée à la boîte pétrie suivie d'une incubation à 30°C entre 48 et 72h. Une lecture est réalisée selon les normes algériennes qui impose un nombre de colonies nul ou inférieur à ces dernières.

#### V.2.2. Flore aérobique mésophile totale (FAMT)

Le dénombrement de la Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT) reflète la qualité microbiologique générale d'un produit naturel et permet d'en suivre l'évolution. Il est possible de prévoir les types microbien que l'on va rencontrer, le nombre de germe pourra donner des indications sur l'état de fraîcheur ou de décomposition du produit au cours de traitement technologique ou de l'efficacité d'un traitement thermique ou de la conservation Cette recherche est donc un outil permettant de garantir une certaine sécurité hygiénique et un certain niveau organoleptique **(Guiraud et Rosec, 2004)**.

Les échantillons, une fois ensemencés en profondeur dans une gélose PCA (Plate Count Agar) puis incubés à 30°C pendant 72h.

Ces bactéries apparaissent en masse à la surface de la gélose PCA sous forme des colonies blanchâtres. Pour le comptage des colonies, les boîtes contenant entre 30 et 300 colonies sont prises en considération **(Guiraud, 2003)**.

#### V.2.3.Coliformes totaux et fécaux

Les coliformes regroupent toutes les bactéries à Gram négatifs, aérobies et anaérobies facultatives, non sporulées, en forme de bâtonnets **(Blackwood, 1978)**.

Les échantillons, une fois ensemencés en profondeur dans une gélose nutritive VRBL (Milieu lactosée bilié au cristal violet et au rouge neutre) puis incubés à 30°C pendant 72h. Les colonies apparaissent généralement rouges (lactose+), ayant un diamètre supérieur ou égal à 0,5 mm avec ou sans zone de précipitation de sels biliaires **(Camille, 2014)**.

### **V.2.4. Levures et moisissures**

Les levures et les moisissures sont des micro-organismes hétérotrophes, contrairement aux bactéries (**Dupin, 1992**).

Le milieu DRBC (Dichloran Rose Bengale Chloramphénicol) a été utilisé pour le dénombrement des levures et moisissures. L'ensemencement se fait en surface. Incubation à 25°C pendant 5 à 7 jours.

### **VI. Analyses statistiques**

Toutes les données sont représentées sous forme d'une moyenne  $\pm$  l'écartype et sont calculées à l'aide du programme Microsoft Office Excel 2007. Pour la comparaison des résultats, l'analyse de la variance (ANOVA/MANOVA, Test LSD, Least Significant Difference ; logiciel : STATISTICA 7) est utilisée et le degré de signification est pris à  $p < 0,05$ .



# **Résultats et discussion**

## Résultats et discussion

### I.1. Paramètres physicochimiques

#### I.1.1. Acidité

L'acidité est parmi les principaux paramètres qui déterminent la qualité des fruits, elle est très souvent utilisée pour la caractérisation technologique des produits issus de la transformation des fruits (**Lozano, 2006**). L'évolution de l'acidité des différents échantillons étudiés est illustrée dans le **tableau V**

**Tableau V** : Résultats d'acidité titrable des échantillons de jus étudiés.

<b>Acidité</b>	<b>J0</b>	<b>J1</b>	<b>J2</b>	<b>J3</b>	<b>J4</b>	<b>J5</b>
<b>JUS Frais</b>	12,20					
<b>J P</b>	12,78	11,20	10,52	12,58	13,15	13,48
<b>JPEPR</b>	9,53	11,52	10,77	11,59	11,07	11,69
<b>JPEEO</b>	9,79	9,70	10,88	12,16	12,03	11,18
<b>JPEEC</b>	9,15	11,77	11,66	11,52	12,76	12,16

*JF : Jus frais, JP : Jus pasteurisé, JPEEO: Jus pasteurisé enrichi avec écorces D'orange, JPEPR: Jus pasteurisé enrichi avec pépins de raisin, JPEEC: Jus pasteurisé enrichi avec écorces du citron.*

L'acidité des boissons enrichies a augmenté en fonction des jours (de J0 à J5) de 9,58 g/ml à 11,69 g/ml pour le jus pasteurisé enrichi avec les pépins de raisin (JPEPR), de 9,79 g/ml à 11,18 g/ml pour le Jus pasteurisé enrichi avec écorces d'orange (JPEEO) et de 9,15 g/ml à 12,16 g/ml pour le jus pasteurisé enrichi avec écorce de citron (JPEEC). D'après ces résultats, on peut conclure que les pépins de raisins et les écorces d'orange et du citron augmentent l'acidité par la migration des acides organiques contenus à partir de la poudre dans la boisson.

D'après **Gurak et al. (2010)** une acidité élevée dans un jus est dû à la présence d'acide citrique, tartrique, et malique. Ces acides assurent l'abaissement de la valeur du pH, assurant l'équilibre entre le goût acide et sucré.

Les valeurs du taux d'acidité titrable obtenues à partir de jour de fabrication (J0) jusqu'au dernier jour (J5) de conservation à 4°C, nous indiquent une variation de ce paramètre pour les différents échantillons analysés.

Ceci est dû au traitement de pasteurisation qui pourrait être insuffisant pour détruire toute la flore acidifiante, qui peut entraîner un certain nombre d'altération malgré le

## Résultats et discussion

traitement de pasteurisation (Guiraud, 2003). Ce qui confirme que la composition et le temps de stockage influencent sur la teneur de l'acidité des jus.

### I.1.2. Brix

Le degré de Brix est l'un des critères de base utilisé pour la définition de boisson de fruits.

Théoriquement, il est bien connu que le degré de Brix indique le pourcentage de matière sèche soluble dans l'eau de la boisson de fruit. Il peut dépendre de nombreux facteurs dont la variété, la région de croissance, le niveau de maturité (Turkmen et Eksi, 2011).

Les résultats obtenus pour le suivi du degré Brix des différents échantillons stockés à 4 ° C pendant 5 jours, sont présentés dans le **tableau VI**.

**Tableau VI** : Résultats du °Brix des échantillons de jus étudiés.

° Brix	J0	J1	J2	J3	J4	J5
<b>JUS Frais</b>	13,07					
<b>J P</b>	14,92	12,65	14,57	14,68	14,55	14,77
<b>JPEEC</b>	14,00	12,90	14,46	14,35	14,22	14,16
<b>JPEPR</b>	14,85	13,12	14,84	15,15	14,55	14,32
<b>JPEEO</b>	14,02	11,49	14,36	13,82	14,34	14,26

*JF : Jus frais, JP : Jus pasteurisé, JPEEO: Jus pasteurisé enrichi avec écorces D'orange, JPEPR: Jus pasteurisé enrichi avec pépins de raisin, JPEEC: Jus pasteurisé enrichi avec écorces du citron.*

D'après le **tableau VI** nous remarquons un taux de Brix est faible pour le jus frais avec une valeur de 13,07° Brix par rapport au jus pasteurisé avec une valeur de 14,92 ° Brix.

Le brix des boissons enrichies a diminué en fonction des jours (J0 à J5) de 14,85 à 14,32° Brix pour le jus pasteurisé enrichi avec pépins de raisin (JPEPR) et une augmentation de 14,02 à 14,26° Brix pour le Jus pasteurisé enrichi avec écorces d'orange (JPEEO) et de 14 à 14,16 ° Brix pour le jus pasteurisé enrichi avec écorce de citron (JPEEC). Cela signifie que les boissons enrichies avec les différentes matrices présentent un Brix plus élevée, donc, elles contiennent plus de l'extrait sec soluble (plus de sucres).

Les résultats obtenus au cours des jours de conservation à 4°C révèlent que le degré brix des différents échantillons, quelque soit le jour de l'analyse, est significativement variable, cela peut être expliqué par la différence dans la composition chimique, du jus

## Résultats et discussion

préparés, en nutriments notamment en sucres, qui est elle-même affectée par la nature et la concentration en matrices d'enrichissement utilisées.

### I.1.3. pH

La mesure du pH est l'un des paramètres les plus importants dans le contrôle de la qualité de toute denrée alimentaire. En outre le pH est important lors de l'utilisation des régulateurs d'acidité (**Amiot et al., 2002**).

Les résultats du pH des cinq produits conservés à température de 4°C sont présentés dans le tableau VII.

**Tableau VII** : Résultats de pH des échantillons de jus étudié.

<b>pH±0.01</b>	<b>J0</b>	<b>J1</b>	<b>J2</b>	<b>J3</b>	<b>J4</b>	<b>J5</b>
<b>JUS Frais</b>	3,30					
<b>J P</b>	3,31	3,32	3,31	3,31	3,30	3,37
<b>JPEEC</b>	3,37	3,36	3,34	3,45	3,35	3,35
<b>JPEPR</b>	3,39	3,40	3,39	3,42	3,39	3,54
<b>JPEEO</b>	3,35	3,35	3,35	3,46	3,25	3,36

*JF : Jus frais, JP : Jus pasteurisé, JPEEO: Jus pasteurisé enrichi avec écorces D'orange, JPEPR: Jus pasteurisé enrichi avec pépins de raisin, JPEEC: Jus pasteurisé enrichi avec écorces du citron.*

Les différents échantillons ont montré un pH variant entre 3,30 et 3,54. Ce pH acide permet de préserver la boisson contre les altérations microbiologiques (**Benaissa, 2011**).

D'après les résultats illustrés dans le **tableau VII**, nous remarquons que les jus enrichis ont montré un pH un peu plus élevé par rapport aux jus frais et jus pasteurisé.

Selon **Rutledge (1996)**, Le pH de la boisson doit être inclus dans l'intervalle de 3 à 4 pour mieux conserver les qualités de la boisson. Nos résultats semblent être dans l'intervalle rapporté par cet auteur.

Au cours de la conservation à 4°C, nous avons remarqué un abaissement des valeurs du pH pour tous les échantillons préparés, ceci est certainement dû : au traitement de pasteurisation qui pourrait être insuffisant pour détruire toute la flore acidifiante. Dont la flore banale acidophile et acidifiante qui peut entraîner un certain nombre d'altération malgré le traitement de pasteurisation (**Guiraud, 1999**).

## Résultats et discussion

L'enrichissement a exercé un effet significatif sur le pH du jus d'orange étudié. En effet une augmentation du pH a été notée pour les boissons enrichies en comparaison aux jus frais et jus pasteurisé. Cela peut être expliqué par l'apport de substances alcalinisantes par les matrices utilisées pour l'enrichissement : les écorces du citron, d'orange et des pépins de raisin.

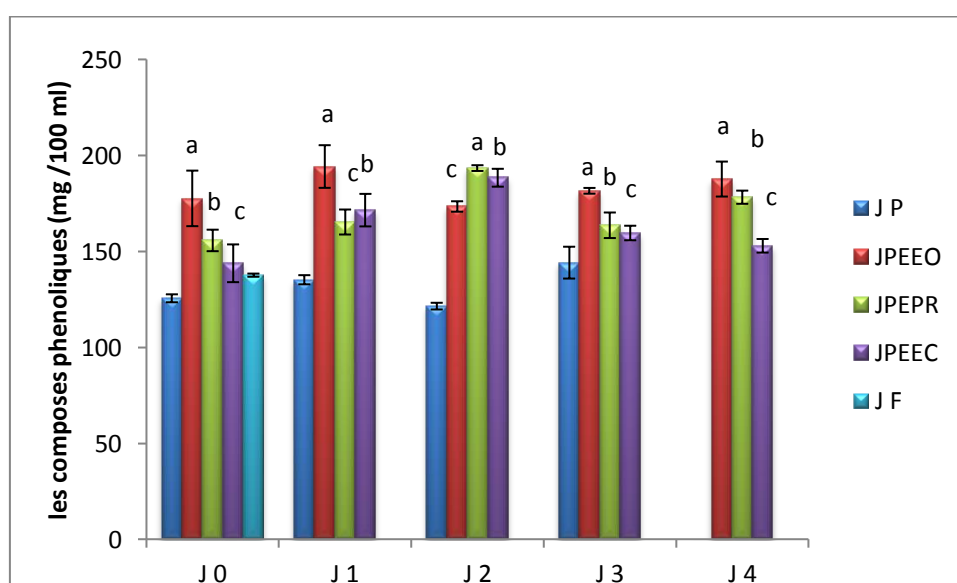
Par contre, nous avons remarqué un changement et une dégradation des caractéristiques organoleptiques (altération de la texture, du goût, de l'aspect, de l'odeur et de la couleur).

L'enrichissement a prolongé l'apparition de cette dégradation en comparaison au jus frais et au pasteurisé et que c'est l'écorce de citron qui permet une meilleure conservation puis les pépins et enfin les écorces d'orange.

## II. Potentiel bioactifs

### II.1. Polyphénols totaux

Les composés phénoliques sont largement distribués dans les agrumes. Ils contribuent aux qualités nutritionnelles et sensorielles des fruits et légumes, ils sont responsables de leurs couleurs, saveur et goût. Les résultats de la teneur en composés phénoliques des jus étudiés sont représentés dans la **figure N°15**.



**Figure N° 15** : Teneurs en composés phénoliques totaux des différents échantillons de jus.

## Résultats et discussion

---

*Les valeurs désignées par des lettres latines différentes présentent des différences significatives ( $p < 0,05$ ) en fonction des jours pour les jus enrichis avec différentes matrices. Les résultats sont classés par ordre décroissant ;  $a > b > c$ . JF : Jus frais, JP: Jus pasteurisé, JPPEO: Jus pasteurisé enrichi avec écorces D'orange, JPEPR: Jus pasteurisé enrichi avec pépins de raisin, JPPEO: Jus pasteurisé enrichi avec écorces du citron.*

Les résultats obtenus montrent que, la teneur en composés phénoliques du jus frais étudié est de 137,58 mg EAG /100 ml de jus. Cette teneur est légèrement plus élevée que celle obtenus par **Jinxue et al. (2021)** pour la même variété (*Tardive*): 56,9 mg EQ/100 ml de jus. La différence peut être expliquée par l'intervention de plusieurs facteurs tels que les conditions climatiques. Nous avons constaté que la pasteurisation appliquée, comme traitement de conservation de notre jus, a affecté négativement et significativement sa teneur en composés phénoliques; une diminution presque de 20% de cette teneur a été enregistrée (125,54 mg EAG /100 ml de jus). Cela peut être expliqué la sensibilité de ces composés bioactifs aux températures élevées.

L'enrichissement, avec les différentes matrices, a entraîné un changement significatif ( $p < 0,05$ ) du contenu phénolique total du jus d'orange pasteurisé. Une augmentation significative a été observée, quelque soit la matrice utilisée et quelque soit le jour d'analyse. Une teneur allant de 177,59 à 187,67 mg EAG/100 ml a été notée pour l'échantillon enrichi, avec les écorces d'orange (JPPEO), aux jours J1 et J5, respectivement, soit une élévation de 3% par rapport au jus pasteurisé. L'échantillon enrichi avec les écorces du citron (JPPEEC) a enregistré des teneurs de 143,78 à 152,89 mg EAG/100 ml, aux jours J1 et J5, respectivement. Quant à l'échantillon enrichi avec les pépins de raisins (JPEPR), il renferme les teneurs les plus élevées ( $p < 0,05$ ) en polyphénols totaux (193,38 mg EAG/100 ml de jus, noté au jour 2), une augmentation significative de l'ordre de 9,98% a été observée, en comparant au jus pasteurisé non enrichi.

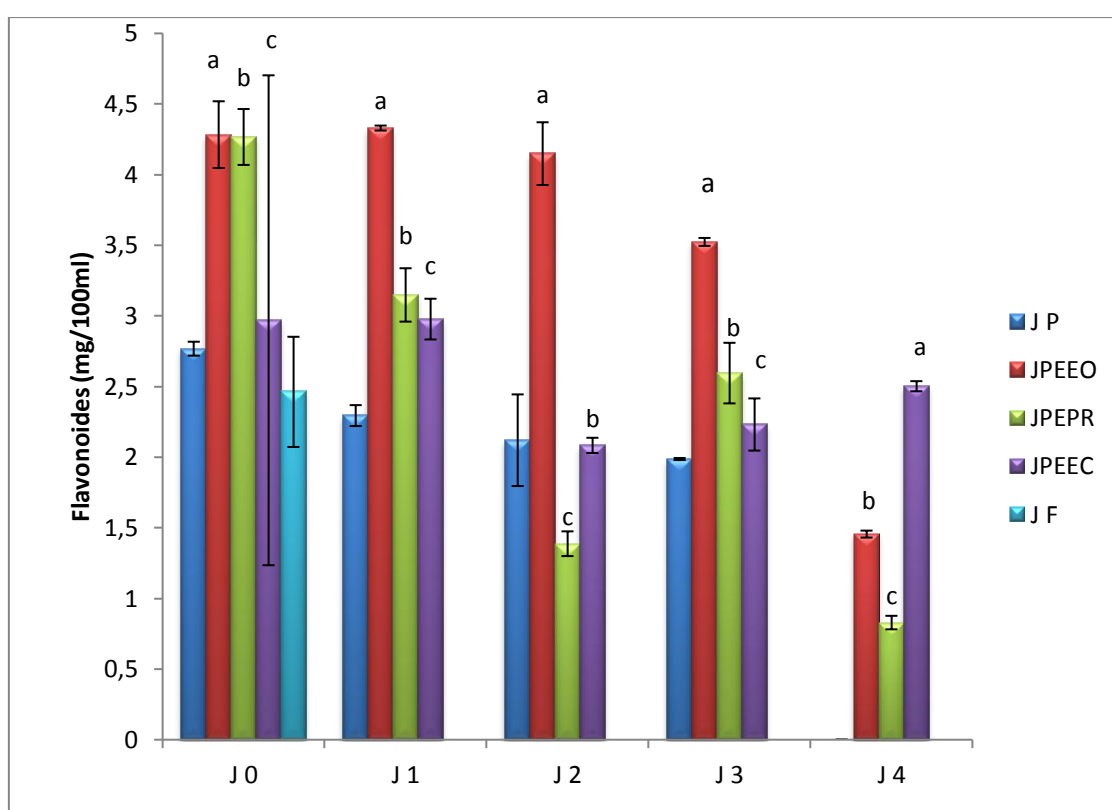
Nous avons noté également l'augmentation du contenu phénolique des différents échantillons, quelque soit la matrice d'enrichissement utilisée, au cours du stockage à 4°C pendant 5 jours. Les teneurs en ces composés bioactifs, sont plus élevées ( $p < 0,05$ ) pour les échantillons dosés aux derniers jours (182,87mg/100ml) en comparaison aux premiers jours (J0, J1, J3) ; plus l'échantillon est stocké plus il s'enrichi en composés phénoliques. Cette augmentation pourrait être attribuée à la libération de composés phénoliques à partir des matrices d'enrichissement dans le jus d'orange en prolongeant le temps de contact : matrice-jus, soit une meilleure extraction de ces composés qui nécessite une prolongation du temps d'extraction, de ce fait ces matrices apportent au jus d'orange plus de composés phénoliques.

## Résultats et discussion

En effet, il a été démontré que ces matrices d'enrichissement utilisées dans la présente étude contiennent des niveaux de composés phénoliques totaux plus élevés que les autres parties des fruits correspondant (Guimaraes *et al.*, 2010).

### II.2. Flavonoïdes

Les flavonoïdes représentent une grande classe des composants polyphénoliques présents chez les végétaux ayant des effets bénéfiques sur la santé (Erdman *et al.*, 2007). Les résultats obtenus pour la teneur en flavonoïdes totaux des jus étudiés sont représentés par la figure N°16.



**Figure N°16** : Teneurs en Flavonoïdes des différents échantillons de jus en fonction des jours.

Les valeurs désignées par des lettres latines différentes présentent des différences significatives ( $p < 0,05$ ) en fonction des jours pour les jus enrichis avec différentes matrices. Les résultats sont classés par ordre décroissant ;  $a > b > c$ . JF : Jus frais, JP : Jus pasteurisé, JPEEO : Jus pasteurisé enrichi avec écorces D'orange, JPEPR : Jus pasteurisé enrichi avec pépins de raisin, JPEEC : Jus pasteurisé enrichi avec écorces du citron.

Les résultats obtenus montrent que, la teneur en flavonoïdes du jus frais étudié est de 2,46 mg EQ/100 ml de jus. Cette teneur est légèrement plus élevée que celle obtenus par

## Résultats et discussion

---

**Kelebek *et al.* (2008)** : 1,28 mg EQ/100 ml de jus. La différence peut être expliquée par l'intervention de plusieurs facteurs tels que l'effet du cultivar et les conditions climatiques. Nous avons constaté que la pasteurisation appliquée, comme traitement de conservation de notre jus, n'a pas affecté sa teneur en flavonoïdes ; une valeur de 1,98 mg EQ/100 ml de jus a été enregistrée pour l'échantillon pasteurisé non enrichi. Cette teneur a montré une stabilité significative pendant 4 jours au cours de la conservation au frais après ouverture de la bouteille.

L'enrichissement, avec les différentes matrices, a entraîné un changement significatif ( $p < 0,05$ ) des teneurs en flavonoïdes du jus d'orange pasteurisé. Une augmentation significative a été observée, quelque soit la matrice utilisée et quelque soit le jour d'analyse. Une teneur allant de 4,28 à 4,32 mg EQ/100 ml a été notée pour l'échantillon enrichi, avec les écorces d'orange (JPEEO), aux jours J1 et J5, respectivement, soit une élévation de 12% par rapport au jus pasteurisé. L'échantillon enrichi avec les écorces du citron (JPEEC) a enregistré des teneurs de 2,96 à 2,97 mg EQ/100 ml, aux jours J1 et J5, respectivement, ces teneurs sont plus élevées que celles enregistrées pour les jus pasteurisés et frais ; avec une différence de plus de 50%. L'échantillon enrichi avec les pépins de raisins (JPEPR), au J0 a montré une teneur élevée (4,26 mg EQ /100 ml) qui est similaire à celle du jus pasteurisé enrichi avec les écorces d'oranges.

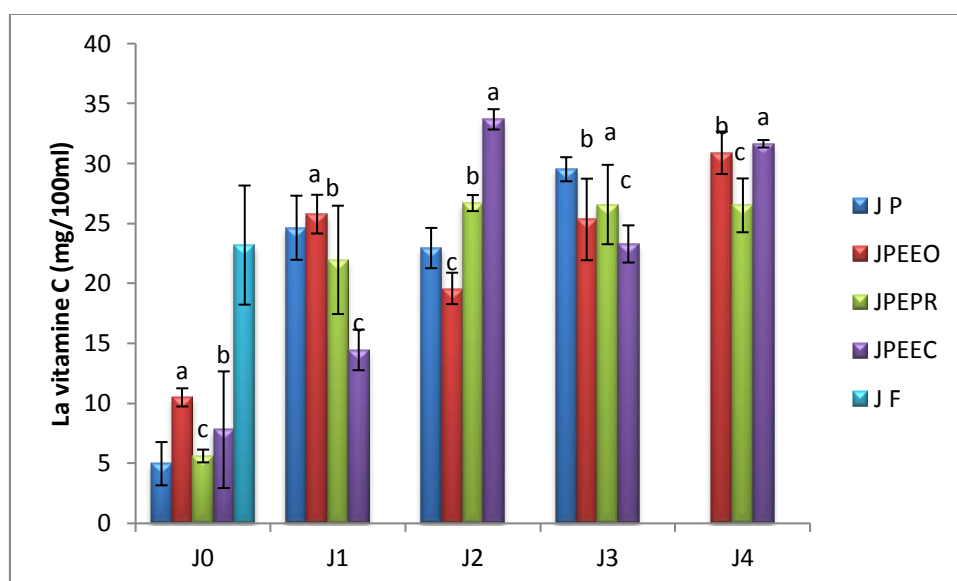
En revanche les teneurs en ces composés pour les échantillons enrichis sont significativement affectées négativement par les conditions de stockage (5 jours au frais). Dans le cas de (JPEPR) une réduction de l'ordre de 42%, mais qui reste quand même supérieure aux teneurs notées pour les jus frais et pasteurisés non enrichis.

### II.3. Vitamine C

La vitamine C ou acide ascorbique est un nutriment hydrosoluble essentiel qui ne peut pas être synthétisé ou stocké par l'homme (**Carr *et al.*, 2017**), sensible à la chaleur, aux ultraviolets et à l'oxygène. Elle a des activités physiologiques et métaboliques essentielles chez l'homme, mais n'est obtenue que par l'alimentation (**Carité *et al.*, 2019**). Les résultats de la teneur en vitamine C des différents échantillons sont représentés dans la **figure N° 17**.



## Résultats et discussion



**Figure N°17:** Teneurs en vitamine C des différents échantillons de jus.

Les valeurs désignées par des lettres latines différentes présentent des différences significatives ( $p < 0,05$ ) en fonction des jours pour les jus enrichis avec différentes matrices. Les résultats sont classés par ordre décroissant ;  $a > b > c$ . JF : Jus frais, JP: Jus pasteurisé, JPEEO: Jus pasteurisé enrichi avec écorces D'orange, JPEPR: Jus pasteurisé enrichi avec pépins de raisin, JPEEC: Jus pasteurisé enrichi avec écorces du citron.

Nos résultats ont démontré une diminution de 11,55% pour la teneur en vitamine C du JP par rapport au JF de 29,52 à 4,97 mg EAA/100 ml du jus.

Gomes *et al.* (2021), montrent que dans le jus d'orange, la dégradation de l'acide ascorbique a été affectée par la valeur du pH, le niveau d'oxygène dissous, la maturité des fruits et la variété d'agrumes. Ces mêmes auteurs indiquent également, que la vitamine C est très sensible aux conditions de stress utilisées lors de la transformation des aliments, comme l'application de températures élevées pour inactiver les micro-organismes d'altération et les enzymes endogènes.

L'enrichissement avec les différentes matrices a entraîné un changement significatifs ( $p < 0,05$ ) des teneurs en vitamine C des jus enrichis en fonction des jours, nos résultats démontrent une augmentation significative de 46,83% pour JPEEC (25,78 à 30,89 mg EAA/100 ml) et des teneurs moins élevées de 35,18% pour JPEEO (14,45 à 31,64 mg EAA/100 ml).

Cette augmentation est rapportée par les écorces de citron qui sont riches en vitamine C par rapport aux écorces d'orange.

## Résultats et discussion

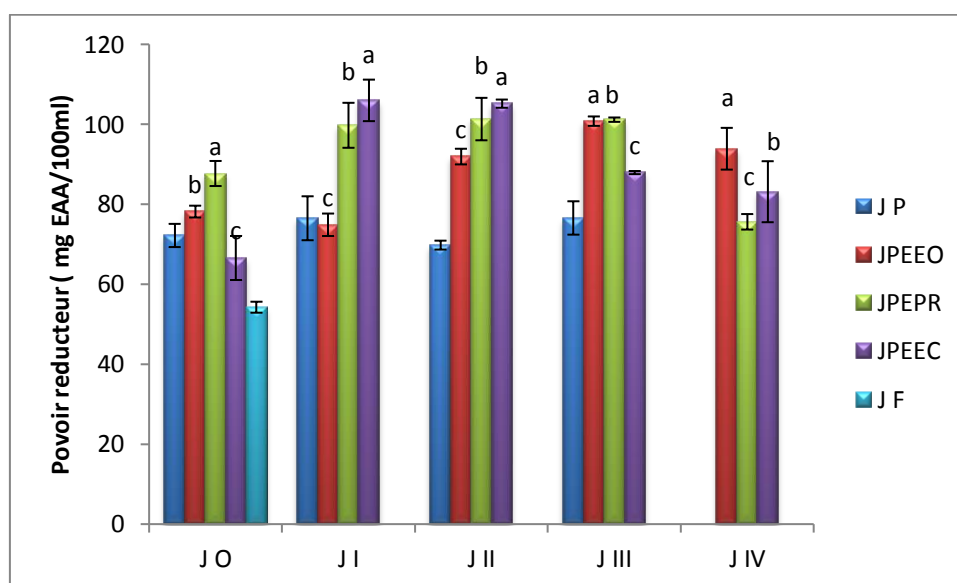
Une augmentation significative ( $p < 0,05$ ) de 26,12% a été observée présente ainsi une évolution de la teneur en vitamine C de 21,96 mg EAA /100 ml de jus jusqu'à 27,24mg EAA /100 ml de jus. Ceci est dû à l'apport des pépins de raisin en vitamine C.

**Lee et Kader (2000) et Kader (1992)**, ont rapporté que la variabilité des teneurs en acide ascorbique des raisins est affectée par plusieurs facteurs tels que les facteurs pré-récolte y compris les conditions climatiques notamment l'exposition au soleil, la maturité à la récolte, la méthode de récolte, les conditions de manipulation post-récolte (stockage), les espèces, les cultivars, les tissus, ainsi que le génotype.

### III. Pouvoir antioxydant

#### III.1 Pouvoir réducteur

La mesure de la réduction directe de  $Fe^{+3}CN(6)$  en  $Fe^{+2} CN(6)$ , décrite par (**Kholkhal et al., 2013 ; Pavithra et al., 2013**), est employée dans le but d'évaluation du pouvoir réducteur d'écorces d'oranges, citrons et pépins de raisins. Les résultats du pouvoir réducteur des différents échantillons sont rassemblés dans la **figure N°18**.



**Figure N° 18 :** Pouvoir réducteur des différents échantillons de jus.

*Les valeurs désignées par des lettres latines différentes présentent des différences significatives ( $p < 0,05$ ) en fonction des jours pour les jus enrichis avec différentes matrices. Les résultats sont classés par ordre décroissant ;  $a > b > c$  . JF : Jus frais, JP : Jus pasteurisé, JPEEO: Jus pasteurisé enrichi avec écorces D'orange, JPEPR: Jus pasteurisé enrichi avec pépins de raisin, JPEEC: Jus pasteurisé enrichi avec écorces du citron.*

## Résultats et discussion

---

L'activité réductrice des échantillons de jus pasteurisé est significativement réduite par rapport au jus frais d'environ 15,93% % de 72,19 mg EAA/100ml à 60,69 mg EAA/100ml. Ceci peut s'expliquer par la libération des différentes classes polyphénoliques, ce qu'il a été démontré dans l'analyse des polyphénols totaux.

La diminution de la capacité antioxydante du jus d'orange pasteurisé est due à la diminution du taux des composés phénoliques totaux qui sont altérés sous l'effet de la température élevée. Le potentiel antioxydant dépend de la teneur en composés phénoliques, incluant les flavonoïdes (**Huang *et al.* 2006**).

Les résultats obtenus sont plus élevés que ceux obtenus par **Xu *et al.* 2008**, qui ont rapporté un pouvoir réducteur de 30,74 mg EAA/100 ml d'un jus d'agrumes.

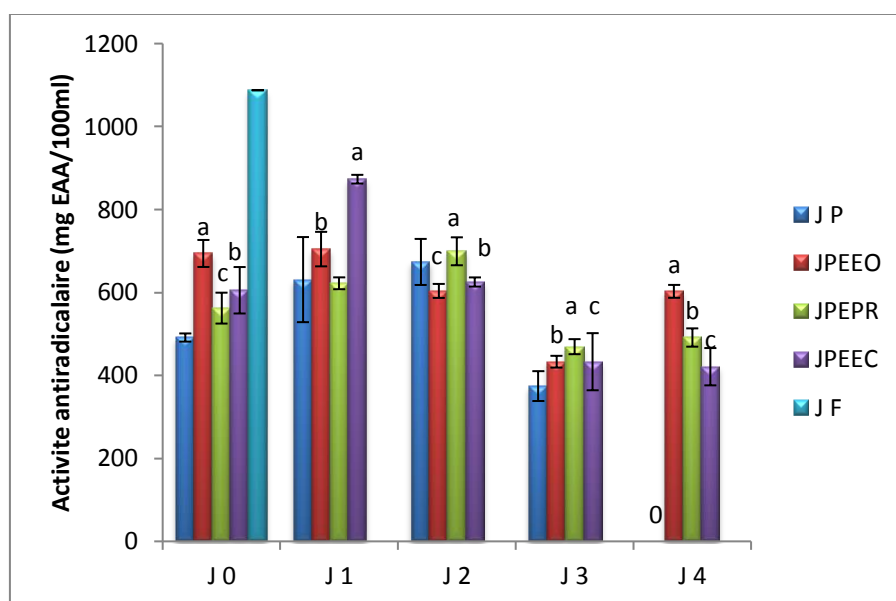
L'enrichissement avec les différentes matrices a entraîné un changement significatif ( $p < 0,05$ ) de pouvoir réducteur de jus enrichi en fonction des jours. Une augmentation significative de 12,48 % a été observée pour JPEEO de 78,16 à 100,78 mg EAA/100 ml et de 34,84 % pour JPEEC de 66,56 à 105,16 mg EAA/100 ml. Une diminution significative de 6,16% a été observée pour le JPEPR de 78,69 mg EAA/100 ml de jus à 75,61 mg EAA/100ml du jus, qui est moins importante par rapport au JPEEC qui atteint une valeur de 105,16 mg EAA/100 ml de jus.

Cette augmentation est rapportée par les écorces d'orange et citron, en effet, les écorces du citron ont plus de capacité d'activité radicalaire que les écorces d'orange et aux pépins de raisins.

### III.2 Activité anti radicalaire

Les résultats du pouvoir anti-radicalaire par le DPPH<sup>\*</sup> des différents échantillons sont rassemblés dans la **figure N°19**.

## Résultats et discussion



**Figure N°19:** Activité anti radicalaire des différents échantillons de jus.

Les valeurs désignées par des lettres latines différentes présentent des différences significatives ( $p < 0,05$ ) en fonction des jours pour les jus enrichis avec différentes matrices. Les résultats sont classés par ordre décroissant ;  $a > b > c$ . JF : Jus frais, JP : Jus pasteurisé, JPEEO: Jus pasteurisé enrichi avec écorces D'orange, JPEPR: Jus pasteurisé enrichi avec pépins de raisin, JPEEC: Jus pasteurisé enrichi avec écorces du citron.

Nos résultats ont démontré qu'il y eu une diminution très importante de l'activité anti radicalaire d'enivrant de 49,88% de JP par apport au JF, cette diminution est de 1087,62 à 491,40 mg EAA/100 ml du jus.

Ceci peut être expliqué par le fait que le traitement thermique présente un facteur principal dans la dégradation des antioxydants. En effet, la totalité de l'activité anti radicalaire serait dû à ces derniers.

L'enrichissement avec les différentes matrices a entraîné un changement significatif ( $p < 0,05$ ) d'activité anti radicalaire des jus enrichis en fonction des jours. Une augmentation significative de 1,17 % a été observée pour JPEPR de 562,28 à 699,31 mg EAA/100 ml et une diminution significative de 2,27% pour JPEEC de 605,33 à 591,57 mg EAA/100 ml. Une diminution significative de 12,45% a été observée pour le JPEEO de 704,50 mg EAA/100 ml de jus à 602,71mg EAA/100ml du jus.

Des études ont montrées que les pépins et les écorces de genre Citrus sont très riches en composés phénoliques, tels que les acides phénoliques et les flavonoïdes en particulier, qui sont reconnues pour leur forte activité antioxydante (Gormat *et al.*, 2015).

## Résultats et discussion

Selon les résultats illustrés dans les figures 15, 16, 17, 18 et 19 :

- le JPEPR a donné de meilleurs rendements en pouvoir réducteur avec une valeur de 101,16 mg EAG/100g MS par rapport au JF et au JP.
- le JPEEC a donné de meilleurs rendements en flavonoïdes 0,04 a 1,73 mg/100ml et en vitamine C 7,8 a 33,68 mg/100ml.par rapport au JF et au JP.
- le JPEEO a donné de meilleurs rendements en polyphénols totaux qui varie entre 177,59 a 194,2mg EAG/100ml, et en activité anti radicalaire qui varie entre 433,13 a 704,56mg EAA/100ml par rapport au JF et au JP.

### IV.1. Analyses microbiologiques

Afin de vérifier et assurer la qualité hygiénique de notre jus produit, nous avons réalisé une analyse microbiologique, qui est une étude quantitative de la flore microbienne (FAMT, Coli T/F, levure et moisissures).

Les résultats de cette analyse sont comparés aux normes citées au Journal Officiel de la République Algérienne du 2 juillet 2017 (**JORA, 2017**), qui donnent le nombre de flores bactériennes présentes dans le jus. Les résultats des analyses microbiologiques effectuées sont représentés dans les tableaux suivants

**Tableau VIII** : résultats des analyses microbiologiques.

	Germes recherchés	FAMT (ufc/ml)	COLI T/F (ufc/ml)	LEVEUR ET MOISSISSEURS (ufc/ml)
	Echantillons			
<b>T=J0</b>	J F	ABS	ABS	ABS
	JP	ABS	ABS	ABS
	JEPEO	ABS	ABS	ABS
	JEPEC	ABS	ABS	ABS
	JEPPR	ABS	ABS	ABS
<b>T=J3</b>	JP	Présence	ABS	Présence
	JEPEO	ABS	ABS	Présence
	JEPEC	ABS	ABS	Présence
	JEPPR	ABS	ABS	Présence
<b>T=J5</b>	JP	Présence	Présence	Présence
	JEPEO	Présence	Présence	Présence
	JEPEC	Présence	Présence	Présence
	JEPPR	Présence	Présence	Présence

## Résultats et discussion

---

*JF : Jus frais, JP : Jus pasteurisé, JPPEO: Jus pasteurisé enrichi avec écorces D'orange, JPEPR: Jus pasteurisé enrichi avec pépins de raisin, JPPEC: Jus pasteurisé enrichi avec écorces du citron.*

### À T<sub>0</sub>

Les résultats de l'analyse microbiologique à T=0 indiquent que l'orange et les matrices (écorce d'orange, écorce de citron et pépins de raisin) utilisés ne présentent aucun signe de contamination.

### À T=3J et À T=5J

D'après les résultats obtenus on remarque qu'à partir du 3<sup>ème</sup> jours de conservation, une présence des FAMT pour le jus pasteurisé, et au 5<sup>ème</sup> jours pour tous les échantillons ce la est dû à la modification des paramètres physicochimiques (pH et acidité) ce qui favorise les conditions de croissance de ces germes.

L'absence des FAMT et les COLI T/F confirme la fiabilité du traitement thermique pasteurisation et l'enrichissement. Leurs effets sur la qualité microbiologique et le développement des germes pathogènes, ainsi le prolongement de la durée de conservation des jus et l'accroissement de la résistance aux facteurs extérieurs.

Une présence des levures et moisissures a été observée pour tous les échantillons à partir du 3<sup>ème</sup> jours de conservation.

Il est à remarquer que les jus de fruits analysés présentent des pH acides, ce qui élimine d'avantage les microorganismes ne supportant pas les bas pH, grâce aux acides organiques présents naturellement dans les fruits. On peut donc dire que le produit est de bonne qualité microbiologique selon les spécifications réglementaires en vigueur (**Tchango, 1996**)

Concernant la présence des levures et moisissures après vérification cela est probablement dû à la présence d'une contamination durant la manipulation ou l'incubation des échantillons.

# Conclusion

## Conclusion

---

Dans notre étude, nous nous sommes intéressées à déterminer l'impact de l'enrichissement sur la durée de conservation à 4°C, du jus d'oranges pasteurisé, en suivant les paramètres physico-chimiques (pH, acidité, Brix), microbiologiques, et les teneurs en antioxydants (composés phénoliques, flavonoïdes, vitamines C) et propriétés antioxydantes (activité anti-radicalaire DPPH, et le pouvoir réducteur) allant du jour de fabrication jusqu'au 5<sup>ème</sup> jour après ouverture des bouteilles des différents jus enrichis pasteurisés.

Les résultats d'analyse des paramètres physico-chimiques (pH, acidité, Brix), nous révèlent des valeurs de pH des échantillons qui varient entre 3 et 4, avec une acidité qui varie entre 9g/l et 13g/l et un taux de brix qui varie entre 13 et 14° Brix. Ces résultats sont inclus dans la norme de l'industrie SARL IFRI.

L'enrichissement de jus d'orange avec les matrices végétales choisies, nous a permis de corriger les pertes en composés bioactifs causées par la pasteurisation et de les compenser. Également cette étape nous a permis de prolonger la durée de conservation des échantillons des jus préparés jusqu'au 3<sup>ème</sup> jour de fabrication conservés à une température de 4 °C.

En effet, l'enrichissement avec les pépins de raisins a donné de meilleurs rendements en pouvoir réducteur avec une valeur de 101,16 mg EAG/100g MS par rapport au jus frais (JF) et au jus pasteurisé non enrichi (JP). Tandis que, l'enrichissement avec les écorces de citrons a donné de meilleurs rendements en flavonoïdes avec des valeurs entre 1,73 et 0,4 mg/100ml et en vitamine C (7,8 à 33,68 mg/100ml), par rapport au JF et au JP. Dans le même moment que le JPEEO a donné de meilleurs rendements en polyphénols totaux qui varient entre 177,59 à 194,2mg EAG/100ml, et en activité anti radicalaire qui varie entre 433,13 à 704,56mg EAA/100ml par rapport au JF et au JP.

Au cours de cette étude, nous avons atteint un certain nombre d'objectifs qui ont été fixés au début de notre travail. En appuyant sur les résultats obtenus l'utilisation des matrices végétales telles que les pépins de raisin, écorces d'orange et écorces de citron issues de la transformation des fruits, paraît une solution efficace dans le but d'enrichir les jus de fruits par antioxydants naturels qui sera un meilleur alternatif des conservateurs chimiques et d'additifs industriels.

Suite à la disponibilité de ces sous produits naturels l'industrie pourra mener une étude approfondie pour une meilleure exploitation au niveau des unités de recyclages de ces matrices.



# **Bibliographie**

## Bibliographie

---

### A

**AFNOR** (Association Française de Normalisation)(1986). Jus de fruits et de légumes : spécification et méthodes d'analyse. 2<sup>ème</sup>éd, Tour Europe, Paris ;155.

**Afoakwah A.N., Owusu J., Adomako C. et Teye E. (2012).** Microwave assisted extraction (MAE) of antioxidant constituents in plant materials. *Global Journal of Bio-Science and BioTechnology*, 1 (2): 132-140

**Akmouche H. (2010)** .Contribution à la valorisation des figues de barbarie (*Opinita ficus-indica*) par la fabrication de jus de fruits. Mémoire d'ingénieur, UMMTO .PP 32-36.

**Alavoine F, Crochon M, Fady C, Favot J, Moras P, Pech JC(1988).** La qualité gustative des fruits. Méthodes pratiques d'analyses: 7-18.

**Allgrove, J. and Davison, G. (2014),** Chapter 19 - Polyphenols and Oxidative Stress, *Polyphenols in Human Health and Disease*, R. R. Watson, V. R. Preedy and S. Zibadi, San Diego, Academic Press, Vol. 1, p. 241-251.

**Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P et Simpson R, (2002).** Composition, propriétés Physico chimiques, valeur nutritive, qualité technologie et technique d'analyse du lait. In science et technologie du lait. Transformation du lait. Ed. Ecole polytechnique de Montréal. PP : 1-6.

### B

**BA K., Tine E., Destain J., Cisse N. et Thonart P. (2009).** Etude comparative des composés phénoliques, du pouvoir antioxydant des différentes variétés de sorgho sénégalais et des enzymes amylolytiques de leur malt. *Biotechnologie Agronomie Société et Environnement*. 1.

**BachésB.M. (2011).** Agrumes comment les choisir et les cultiver facilement. Editions Eugen Ulmer, 8 rues blanches, 75009 Paris. PP. 6-8-9-11-63.

**Bampidis, V.A., Robinson, P.H., (2006).** Citrus by-products as ruminant feeds: a review. *Animal Feed Science Technology*. 128, 175-217.

## Bibliographie

---

**Becila A. (2009).** Préventions des altérations et des contaminations microbiennes des aliments.

**Benaissa A, (2011).** Etude de la qualité microbiologique des viandes cameline et ovine conservées selon différents modes. Mémoire de magistère, UKM Ouargla .PP 50.

**Blackwood CM (1978 ).** L'eau dans les usines de traitement du poisson. Ottawa, Canada : FAO, : 59.

**Bocco, M. E. Cuvelier, H. Richard, C (1998). Berset,** Antioxidant activity and phenolic composition of citrus peel and seed extracts, J. Agric. Food Chem., 46 2123–2129.

**Boizot N. et Charpentier J. P. (2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un forestier. Le cahier des techniques de l'Inra. 79-82.

**Bourgeois CM, Leveau JY (1991).** *Le contrôle microbiologique. Techniques d'analyses et de control dans les industries agro-alimentaires.* Paris : Edition. Lavoisier- Tec & Doc: 234.

**Bourokaa, A.(2012).**étude biochimique de l'adultération du jus de fruits. Micro thèse. Université de Carthage. 89p.

### C

**Cadot, Y., Miñana-Castelló, M. T., Chevalier, M. (2006)** .Anatomical, histological, and histochemical changes in grape seeds from *Vitis vinifera* L. cv Cabernet franc during fruit development. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54, pp 9206-9215.

**Camille D (2014).** Pratique en microbiologie de laboratoire. Recherche de bactéries et de levures-moisissures. Paris : Lavoisier, : 225 – 258.

**Carr A.C, Rosengrave P.C, Bayer S, Chambers S, Mehrtens J, et Shaw G.M, (2017).** Hypovitaminosis C and vitamin C deficiency in critically ill patients despite recommended enteral and parenteral intakes. Critical Care, 21 (1) : 300.

**Caritá A.C, Santos B.F, Shultz J.D, Michniak-Kohn B, Chorilli M, et Leonardi G.R, (2019).** Vitamin C: One compound, several uses. Advances for delivery, efficiency and stability. Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine, 102117.

**Castro.etEric Keven Silva.(2021).**Food Control. (131) : 108391

## Bibliographie

---

- Cheyrier, V., Sarni-Manchado, P. (2006).** Les polyphénols en agroalimentaire. 50-59. Lavoisier-Tec & Doc, Paris.
- Chemat F. (2011).** Microwave steam diffusion for extraction of essential oil from orangepeel: Kinetic data, extract's global yield and mechanism. *Food Chemistry*. 125, 255-261.
- Chethan S. et Malleshi N.G.(2007).** Finger millet polyphénols : optimisation of extraction and the effect of pH on their stability. *Food chemistry*, 105 : 862-870.
- Chira,(2012)** Antioxydant Activity, Phénol and Flavonoid contents of 13 citrus species peels and tissues. *Pakistan. Journal. Pharmceutical Sciences*, **22 (3): 277**.
- Cortes, C.; Esteve, M. J.; Frigola, A (2008).** Color of orange juice treated by high intensity pulsed electric fields during refrigerated storage and comparison with pasteurized juice. *Food Contam.*, , 19, 151–158.
- Cuq JL(2007).** Contrôle de qualité des aliments, Microbiologie alimentaire, Science et technologie des industries alimentaires Université Montpellier : 19 – 56.
- Cuyckens, F. and Claeys, M. (2004),** "Mass spectrometry in the structural analysis of flavonoids", *Journal of Mass Spectrometry*, Vol.39 n°1, p. 1-15.

### E

- Ercan B, Ilhami Gu (2011).** Polyphénol Contents And In Vitro Antioxydantactivities Of Lyophilised Aqueous Extract Of Kiwi Fruit (*Actinidiadeliciosa*). *Foodresearch International* 44: 1482-1489.
- Erdman J- W., Balentine D., Arab L., Beecher G., Dwyer J T., Folts J., Harnly J., Hollman P., Keen Cl., Mazza G., Messina M., Scalbert A., Vita J., Williamson G. Et Burrowes J.(2007).** Flavonoids And Heart Health : Proceedings Of The Ilsi North America Flavonoids Workshop, May 31-June 1, 2005, Washington, Dc1-4. American Society For Nutrition. 137: 718s-737.
- Euloge S, Adjou, Hospice A, Fidele P, Tchabo, Vahid M., Aissi, Mohamed M (2013).** Extraction Assistée Par Enzyme Du Jus De La Pulpe Fraîche Du Rônier (*Borassus Aethiopum*

## Bibliographie

---

Mart) Acclimaté Au Benin : Caractérisation Physico-Chimique Et Microbiologique. International Journal Of Biological And Chemical Sciences ; 7(3): 1135-1146.

### F

**Farhat A., Fabiano-Tixier A.S., El Maataoui M., Maingonnat J.F., Romdhane M, Feel Ma Z..Et Zhang, H (2017).** Phytochemical constituents, Health benefits, And Industrial Applications Of Grapeseeds: Amini-Review 6, Vol.71 :1-11

**Francis Aj, Harmer Pw.** *Fruit Juices And Soft Drinks. Inranken, M.D (1988).* *Food Industries Manuel.* Pennsylvanie : Edition Blakies & Son Ltd: 249-284

### G

**Gomes A.,Ana Letícia Rodrigues Costa., Pamela Dias Rodrigues., Ruann Janser Soares De Castro.Eteric Keven Silva.(2021).**Food Control. (131) : 108391.

**Gonzalez Me, Dominguez Pr, Moreno Da, Garcia V(2010).** Natural Bioactive Compounds Of Citrus Limon For Food And Health. Journal Of Pharmaceutical And Biomedical Analysis ; 51 : 327-345.

**Gorinstein S.,1, Martin-Belloso, O., Park, Y.S., Haruenkit, R., Lojek, A., Ciz, M., Liabam, I., Trakhtenberg, S. (2001).** Comparison Of Some Biochemical Characteristics Of Different Citrus Fruits. Food Chemistry 74(3), 309–315.

**Grigoraş. (2012).** « valorisation des fruits et des sous-produits de l'industrie de transformaton des fruits par extraction des composes bioactifs » [thèse de doctorat, école doctorale sciences et technologies, bacău.

**Guiraud J.P. (1999).** Microbiologie Alimentaire. Dunod, Paris.

**Guignard J L. (2001).** In Botanique Systematique Moleculaire.12eme Edition Masson (Paris). Pp 304.

**Guiraud Jp (2003).** *Microbiologie Alimentaire.* Paris : Edition Dunod : 42-63.

**Guiraud, J. P (2004).** Pratique de normes en microbiologie alimentaire. Saint Dennis la plaine : afnor. france.

## Bibliographie

---

**Gurak P. D., Cabral L.C., Leao Mhm.R., Matta V-M., Freitas S.P.(2010).**Quality Evaluation Of Grape Juice Concentrated By Reserve Osmosis. *Journal Of Food Engineering* 96.Pp421-426.

### H

**Hayat, K., Hussain, S., Abbas, S., Farooq, U., Ding, B., Xia, S., Ji, C., Zhang, X., Xia, W., (2009).** Optimized Microwave-Assisted Extraction Of Phenolic Acids From Citrus Mandarin Peels And Evaluation Of Antioxidant Activity In Vitro. *Separation And Purification Technology*. 70, 63-70.

**Hollman P., Cassidy A., Comte B., Hatzold T., Heinonen M., Richling E. (2010).** Antioxidant Activity Of Polyphenols And Cardiovascular Health: Application Of The Passclaim Criteria. *Journal Of Nutrition*, 29, 989-1009.

**Hosni. K, N. Zahed, R. Chrif, I. Abid, W. Medfei, M. Kallel, N. Ben Brahim, H. Sebei (2010),** Composition Of Peel Essential Oils From Four Selected Tunisian Citrus Species: Evidence For The Genotypic Influence, *Food Chem.*, 123 1098–1104.

**Huang et al. (2006)**Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **47**: 3954-3962

**Huang Y. S. C. Ho (2010),** Polymethoxy flavones are responsible for the anti-inflammatory activity of citrus fruit peel, *Food Chem.*, 119 868-873.

**Huglin P. (1986).** Biologie et Ecologie de la Vigne. Ed. Payot Lausanne. Lavoisier, Paris.

### I

**Ignat I., Volf I., Popa V (2011).** A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chemistry*. 126, 1821-1835.

### K

**Kader A.A. (1992).**Post harvest technology of horticultural crops. Ed. Oakland, Florida.

## Bibliographie

---

**Kammoun Bejar, A., Ghanem, N., Mihoubi, D., Kechaou, N., Boudhrioua Mihoubi, N., (2011).** Effect of Infrared Drying on Drying Kinetics, Color, Total Phenols and Water and Oil Holding Capacities of Orange (*Citrus Sinensis*) Peel and Leaves. *Journal of Food Engineering*. 7, 5, 1-25.

**Kelebek H., Canbas A. et Selli, S. (2008).** Détermination de la composition phénolique et de la capacité antioxydante des jus d'orange sanguine obtenus à partir de cvs. Moro et Sanguinello (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) cultivés en Turquie. *chimie alimentaire*, 107(4) :1710-1716.

**Kholkhal F., Lazouni H.A., Bendahou M., Boublenza I., Chabane S.D. Et Chaouch T. (2013).** Etude Phytochimique Et Evaluation De L'activité Antioxydante De *Thymus Ciliatus* Ssp. *Coloratus*. *Afrique Science*. 9(01) : 151-158.

**Kimball A.D. (1999).** Description of Citrus Fruit. In : << Citrus Processing : A Complete Guide >> juice and orange wine made from a Turkish cv. Kozan. *Food Chemistry*, (107) :1710-1716.

**Klimczak I., Malecka M., Szlachta M., Gliszczynska-Swiglo A. (2007).** Effect of storage on the content of polyphenols; vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20 : 313-322

### L

**Ladaniya S.M. (2008).** Citrus fruit biology, technology, and evaluation. Ed: Elsevier : 13-26

**Lee S.K. et Kader A.A. (2000).** Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C Content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, (20):207-220.

**Lee J., Koo N., Min D.B. 2004.** Reactive oxygen species, aging ; and antioxidative nutraceuticals. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* : 21-32.

**Leitsner Et Gould, (2002)** Hurdler Technologies. Combinations Treatments For Food Stability, Safety And Quality. Kluwer Academic/ Plenum Publishers. New York, Usa.

**Liu Y., Heying E. et Tanumihardjo S. A. (2012).** History, global distribution, and nutritional importance of citrus fruits. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11(6): 530-545.

## Bibliographie

---

**Lo Piero. (2015).** L'état de l'art de la biosynthèse des anthocyanes et de sa régulation dans les oranges douces pigmentées [(Citrus sinensis ) L. Osbeck]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (63): 4031 – 4041.

**Lozano, (2006).** Caractérisation et optimisation de la flaveur de jus d'orange non fait deconcentré

### M

**Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Remesy, C., Jimenez, L.(2004).** Polyphenols: food sources and bioavailability. *Journal of Clinical Nutrition*. 79 (5), 727-747.

**Manish K, Mahesha R, Somashekhar M(2013).** Evaluation Of Antitubercular Activity Of Methanolic Extract Of Citrus Sinensis. *International Journal Of Pharma Research & Review* 2(8) : 18-22.

**Macheix J.J., Fleuriet A., Sarni-Manchado P (2006).** Composés Phénoliques Dans La Plante-Structure, Biosynthèse, Répartition Et Rôles. In *Les Polyphénols En Agroalimentaire*, 398 P. Sarni-Manchado P., Cheynier V., Eds. Paris: Lavoisier. 1-28.

**Meyer A, Deiana J, Bernard A (2004)** *Cours De Microbiologie Général : Avec Problèmes Et Exercices Corrigés*. Paris : Editions Doin : 102 – 152.

**Maherani, B.; Khlifi, M.A.; Salmieri, S.; Lacroix, M(2019).** Design Of Biosystems To Provide Healthy And Safe Food—Part B: Effect On Microbial Flora And Sensory Quality Of Orange Juice. *European Food Research And Technol.* 245, 581-591.

**Masci, A. ; Coccia, A. ; Lendaro, E. ; Mosca, L. ; Paolicelli, P. ; Cesa, S (2016).** Evaluation Of Different Extraction Methods From Pomegranate Whole Fruit Or Peels And The Antioxidant And Antiproliferative Activity Of The Polyphenolic Fraction. *Food Chemistry* 202, 59-69.

**Mulero, J., Pardo, F. and Zafrilla, P. (2010),** "Antioxidant activity and phenolic composition of organic and conventional grapes and wines", *Journal of Food Composition and Analysis*, Vol.23 n°6, p.569-574.

**Multon J-L & Bureau G., (1998).** L'emballage Des Denrées Alimentaires De Grande Consommation. 11ème Ed Lavoisier, (Paris). P : 829.



## Bibliographie

---

**Muthuselvi S., Sathishkumar T., Kumaresan K. Et Mohan Rajeshkumar M. (2012).** Improved Inulinase Activity By *Penicillium Purpurogenum* Grown In Microwave Pretreated Coffee Spent By Orthogonal Design Of Experiment. Innovative Romanian Food Biotechnology. (11) : 44-50.

**Moulehi, S. Bourgou, I. Ourghemmi, T. M. Saidani,(2012)** Variety And Ripening Impact On Phenolic Composition And Antioxidant Activity Of Mandarin (*Citrus Reticulate Blanco*) And Bitter Orange (*Citrusaurantium L.*) Seeds Extracts, Ind. Crops Prod., 39 74- 80.

### N

**Navarre J-P. Et Navarre C. (1986).** Manuel D'cnologie, Ed. 4me J-B. Baillière, Paris.

**Nout R., Honnhonigan J-D., Boekel T-V. (2003).** Les Aliments:Transformation, Conservation Et Qualité. Ed. Cta, Germany. Pp 37 -42, 134-261, 109-119.

**Nout R., Honnhoniganj D., Boekelt V. (2003)** Les Aliments: Transformation. Conservation Et Qualité. Ed., Cta, Germany, Pp 37-42, 109-119, 134-261.

### O

**Oboh A, Osun O.** Characterization Of The Antioxidant Properties Of Phenolics Extractsfrom Some Citrus Peels. Food Sci Technol 2012 ; 49(6) : 729-736.

**Okwnd E, Emenike In.** Evaluation Of Phytonutrients And Vitamins Contents Of Citrus Fruits. International Journal Of Molecular Medecine And Advance Science 2006; 1: 1-6.

**Ollitrault P., Dambier D., Froelicher Y., Luro F. Et Cottin, R. (2000).** La Diversité Des Agrumes : Structuration Et Exploitationpar Hybridation Somatique. Compte Rendu D'académie D'agriculture De France. 86 (8) : 197-221.

### P

**Pavithra G.M., Saba S., Abhishiktha S.N Et Prashith K.T.R. (2013).**

Antioxidant And Antimicrobial Activity Of Flowers Of *Wendlandia Thyrsoides*, *Olea Dioica*, *Lagerstroemia Speciosa* And *Bombax Malabaricum*. Journal Of Applied Pharmaceutical

## Bibliographie

---

Science. 3(6) : 114-120.

### R

**Rao, P.; Rathod, V(2019).** Valorization Of Food And Agricultural Waste: A Step Towards Greener Future. *Chem. Rec.* 19, 1858–1871.

**Ribéreau-Gayon J., Peynaud E., Ribéreau-Gayon P. Et Sudraud P. (1975).** Sciences Et Echniques Du Vin, Tome 2, Ed. Dunod. Paris.

**Rutledge P.,(1996).** Production Of Non-Fermented Fruit Products. In: Arthey D Et Ashurst P R. Fruit Processing. 1ère Edition. Springer Science+Business Media, P93

### S

**Saidani M, Marzouk B(2003).** Biochemical Characterization Of Blood Orange, Sweet Orange, Lemon, Bergamot And Bitter Orange. *Phytochemistry* ; 62: 1283-1289.

**Sevinc Akca Et Asli Akpinar. (2021).** Les Effets Du Raisin, De La Grenade, De La Poudre De Graines De Sésame Et De Leurs Huiles Sur La Crème Glacée Probiotique : Teneur Totale En Phénols, Activité Antioxydante Et Viabilité Probiotique. *Biosciences Alimentaires.* 42 (101203).

**Sharique A. Et Beigh S.H. (2009).** Ascorbic Acid, Carotenoids, Total Phenolic Content And Antioxidant Activity Of Various Genotypes Of Brassica Oleracea Encephala. *Journal Of Medical And Biological Sciences,* 3(1): 3-8

**Smith. B.Li. B, M. D. M. Hossain(2006),** Extraction Of Phenolics From Citrus Peels I. Solvent Extraction Method, *Sep. Purif. Technol.,* 48 182-188.

**Springer-verlag** France. (2014). Citrus limon(L) Burm. F(Rutacées) citronniers. Enseignement de phytothérapie. Paris-9017 Bobigny ce de x : 01

### T

**Tchango J. (1996).** Qualité microbiologique des jus et nectars de fruits exotiques croissance et thermoresistance des levures d'altération. Thèse de doctorat en Microbiologie. L'université des sciences et technologies, Lille, 217p

## Bibliographie

---

**Tounsi, M.S W. A. Wannes. I. Ouerghemmi et al. (2011).** “Juice components and antioxidant capacity of four Tunisian Citrus varieties,” *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 91, no. 1, pp. 142–151, 2011.

**Türkmen, İ., & Ekşi, A. (2011).** Brix degree and sorbitol/xylitol level of authentic pomegranate (*Punica granatum*) juice. *Food chemistry*, 127(3), 1404-1407

### V

**Variyar., Limaye. et Sharma. (2004).** Augmentation radio-induite de la teneur en antioxydants du soja (*Glycine max* Merrill). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. (52) :3385 – 3388.

**Vierling E. (2008)** .Science des aliments, 3e édition .Ed .Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine .Bordeaux .PP 236-237.

### W

**Wang, Y. C. Chuang, H. W. Hsu (2008),** The flavonoid, carotenoid and pectin content in peels of citrus cultivated in Taiwan, *Food Chem.* 106 277-284.

**Wissam Z., Ghada B., Wassim A. et Warid K. (2012).** Effective extraction of polyphenols and proanthocyanidins from pomegranate's peel. *International Journal of Pharmaceutics*. 4(3) : 675- 682.

### X

**Xu G., Liu D., Chen J., Ye X., Ma Y. et Shi J. (2008).** Juice components and antioxidant capacity of citrus varieties cultivated in China. *Food Chemistry*. 106:545-551.

### Y

**Ye X (2017).** Chapter 9 : Health benefits of orange juice and citrus flavonoids. In *Phytochemicals in Citrus: Applications in Functional Foods*. Boca Raton : CRC Press, 737 p.

### Z

## Bibliographie

---

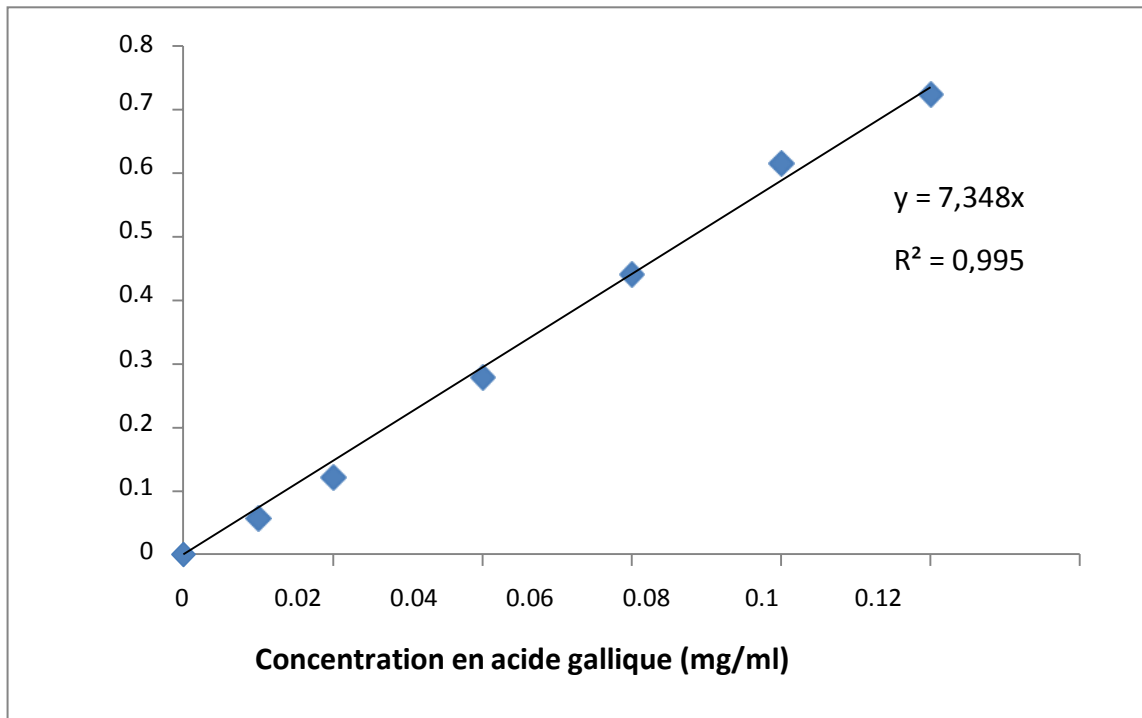
**Zhang, Z. Y., Liu, X.J., Hong, X.Y.(2007).** Effects of home preparation on pesticide residues in cabbage. *Food Control*. 18, 1484-1487.

### Références électroniques

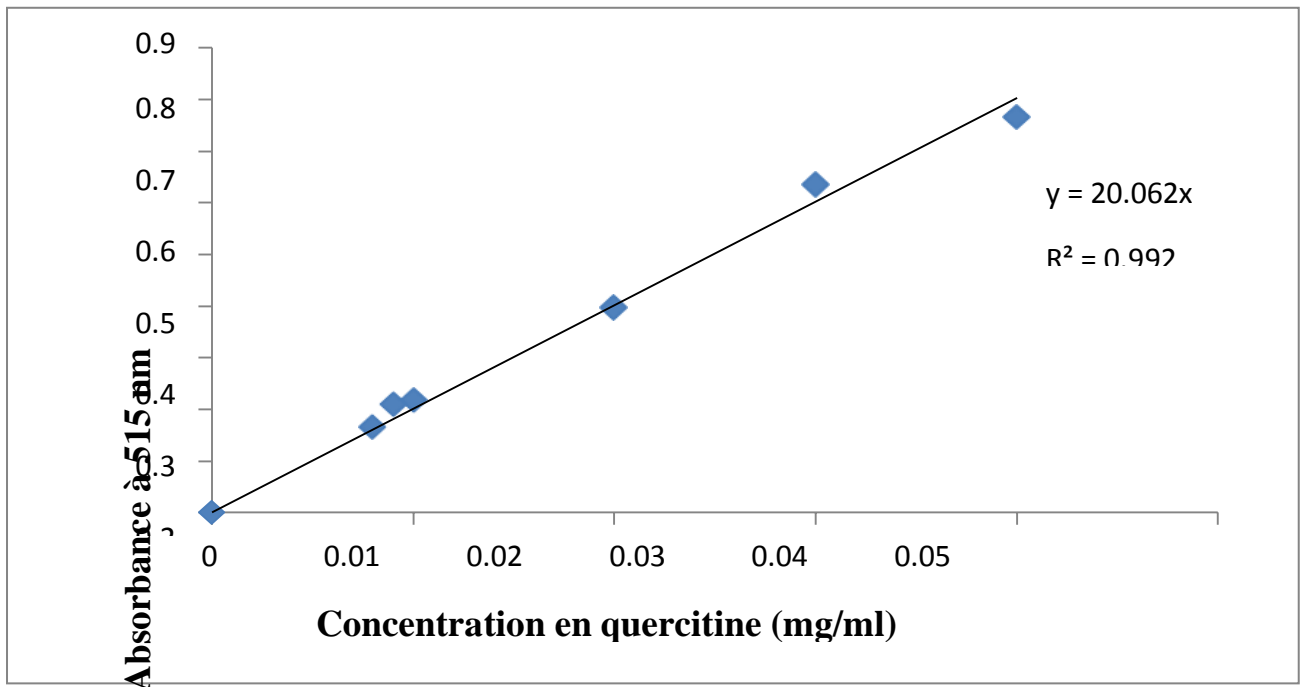
**FAOSTAT:** [faostat.org](http://faostat.org)

# **Annexes**

## Annexes

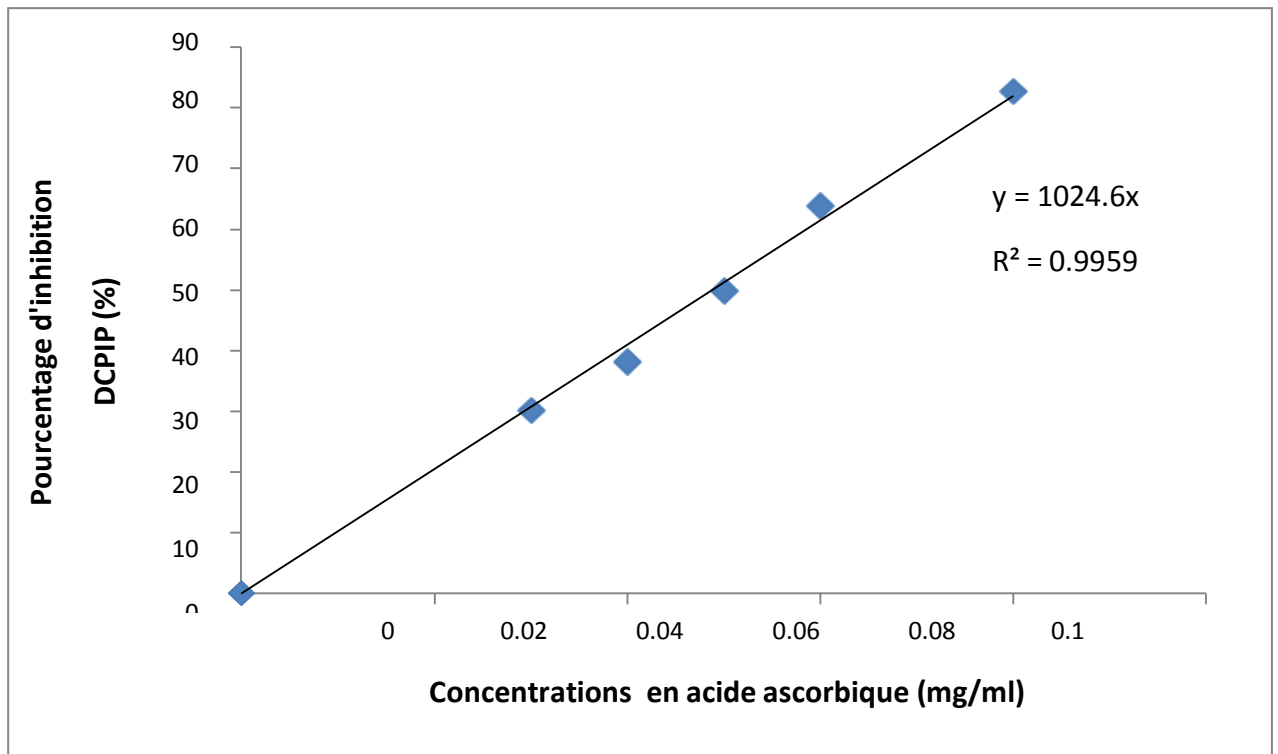


**ANNEXE 1:** Courbe d'étalonnage pour le dosage des polyphénols totaux.

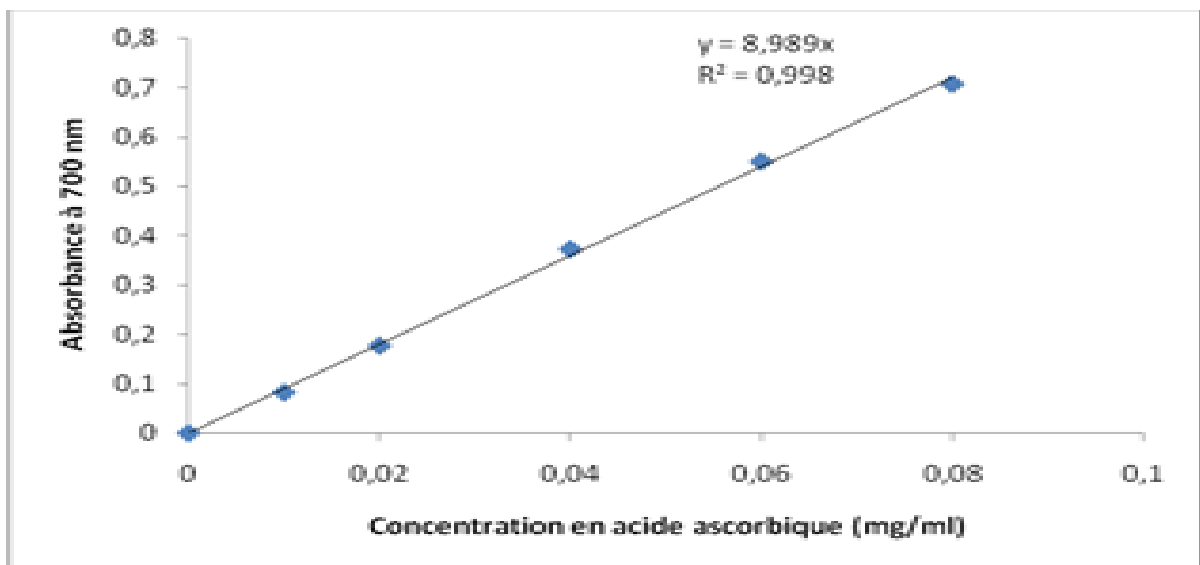


**ANNEXE 2:** Courbe d'étalonnage des flavonoïdes.

## Annexes



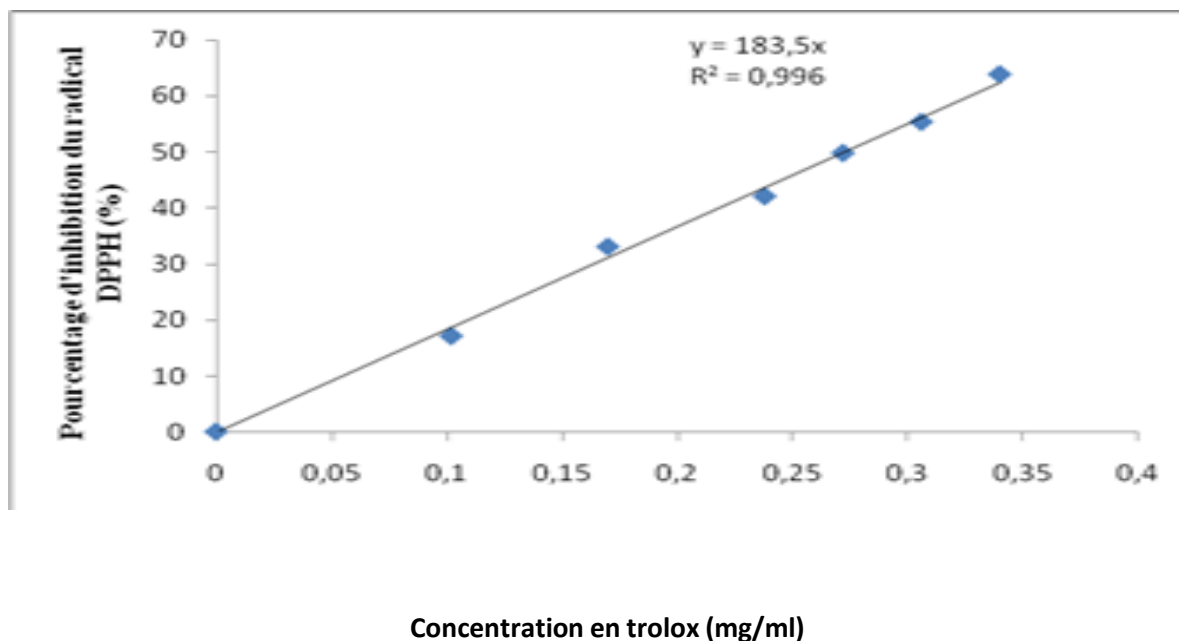
**ANNEXE 3:** Courbe d'étalonnage de la vitamine C.



**ANNEXE 4:** Courbe d'étalonnage du pouvoir réducteur.

## Annexes

---



**ANNEXE 5:** Courbe d'étalonnage de la neutralisation du radical DPPH



# Résumé

La production d'orange est assez importante en Algérie. C'est pourquoi il paraît intéressant de procéder à la valorisation de ce fruit par l'élaboration d'une boisson de type jus de fruits 100% naturelle.

Notre étude consiste à transformer l'orange (*Citrus sinensis*) en jus 100% nature enrichi avec différentes matrices végétales telle que les écorces d'orange, citron et pépins de raisin. Ces préparations préliminaires ont été présentées à des jurys de dégustation qui ont choisi les meilleures sur lesquelles nous avons mené notre étude. En premier lieu, nous avons effectué des analyses physico-chimiques sur jus d'orange puis sur les jus préparés qui sont stockés à 4°C durant 5 jours, ainsi qu'une analyse microbiologique et sensorielle sur ces produits.

Les résultats obtenus ont montré que l'enrichissement avec les matrices végétales a permis de prolonger la durée de conservations des jus préparés, d'améliorer la qualité microbiologique et organoleptique.

**Mots clés :** Valorisation, *Citrus sinensis*, qualité physico-chimiques, jus de fruit.

## Abstrat

Orange production is quite important in Algeria. This is why it seems interesting to proceed to the valorization of this fruit by the elaboration of a drink of type fruit juice 100% natural.

Our study consists in transforming the orange (*Citrus sinensis*) into 100% natural juice and enriched with different matrices such as orange peel, lemon and grape seeds. These preliminary preparations were presented to tasting juries who chose the best ones on which we conducted our study. First, we carried out physico-chemical analyses on orange juice and then on prepared juices that are stored at 4°C for 5 days, as well as microbiological and sensory analysis on these products.

The results obtained showed that enrichment with plant matrices made it possible to extend the shelf life of prepared juices, to improve microbiological and organoleptic quality

**Keywords:** Valorization, fruit juice, Physicochemical quality, *Citrus sinensis*