

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE  
L'UNIVERS  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



## Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité/Option : Qualité des produits et Sécurité Alimentaire

---

### EFFETS DES TRAITEMENTS TECHNOLOGIQUES SUR LA VITAMINE C DU JUS D'ORANGE

---

Présenté par :

BEZZAZI Sihem

MERBAI Bibia

Devant le jury composé de :

Présidente : LEKSIR Choubaila M.A.B Université de Guelma

Examinatrice : AYAD Hayat M.A.A Université de Guelma

Promoteur : MEZROUAA Yamine M.A.A Université de Guelma

Juin 2014

## Remerciement

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos remerciements et notre profonde gratitude, avant tout à Dieu le tout puissant qui nous a donné le courage et la force pour mener à bout ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre respectueux remerciement, et profonde reconnaissance à notre encadreur Mr. MEZROUAA Elyamine; qui nous a orienté et conseillé tout au long de ce travail, qu'il soit vivement remercié.

Nous remercierons également les membres de jury tout d'abord Melle LEKSSIR Choubaila, présidente de jury et Mme AYAD Hayat comme examinatrice qui nous ont fait l'honneur de juger notre travail.

Nous sommes redevables à l'ensemble des enseignants qui ont contribué à notre formation durant ces cinq dernières années.

Nous souhaitons à adresser nos remerciements les plus sincères de l'unité SIJIKO - SKIKDA où nous avons fait notre stage.

Nous remercierons le docteur BERAHMOUNI Adel de nous avoir acceptées dans son laboratoire, où une partie de ce travail a été réalisée.

Nous voulons à exprimer nos remerciements et notre gratitude à toutes les techniciennes des laboratoires pédagogiques – faculté de biologie – Guelma.

Nous remercierons également le docteur SEBBAGH Abd Elnour pour son aide et ses conseils, docteur en automatique, université 8 mai 1945-GUELMA.

Un remerciement particulier à nos parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches amis, qui nous ont apporté leur support moral et intellectuel tout au long de notre démarche.

Merci à toutes les personnes qui nous ont accompagnés de près ou de loin dans ce parcours de formation.

# *Dédicace*

*Je souhaite dédier ce modeste travail synonyme de concrétisation de tous mes efforts fournis ces dernières années :*

*A celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère ...*

*A mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.*

*A mes chers frères Abd Elouahab, Lazhar et Nadir et leurs épouses.*

*A mes chères sœurs Saida, Nadia et Samira et leurs époux.*

*A chaque membre de la famille (Bezzazi et Mohamdatni) qu'ils trouvent ici l'expression de mes remerciements.*

*Une dédicace spéciale pour les charmants Samir, Mohicen, Zaki, Ilyes, Abdou, Mouad Louay, Mohamed Amir, Dayaa et Imad El Dine.*

*Sans oublier les petites fleurs de la famille Besma, Amani et Ines.*

*A mes adorables amies Amira, Besma, Manel, Nabila et Zeineb à qui je souhaite beaucoup de réussite et de prospérité.*

*Une dédicace parfumée pour mon fiancé Aladin et ma belle famille.*

*A tous mes camarades de promotion.*

*A tous ceux qui m'aiment.*

*A tous ceux que j'aime.*

***Bezzazi Sihem***

## *Dédicaces*

*On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volante d'entamer et d'achever ce mémoire.*

*À ceux qui m'ont donné la vie, mon exemple éternel, mon soutien et source de joie et de bonheur, ceux qui sont toujours sacrifiés pour me voir réussir. A mes parents aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler. Que dieu le tout puissant vous accueille dans son vaste paradis.*

*À ma très chère tante Yasmina, la source de mes efforts, le symbole de tendresse, qui a été mon ombre durant toutes les années d'études et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager à me donner l'aide et à me protéger. Que dieu te garde et te protège.*

*À celui que j'aime beaucoup, la lumière de mes jours, ma vie et mon bonheur et qui ma soutenue tout au long de ce projet : mon très cher époux Mohamed. Que dieu te procure santé et longue vie.*

*À ma belle-famille symbole d'affection et de compréhension, à qui je souhaite une longue et heureuse vie.*

*Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés de près ou de loin mes aimables amis, collègues d'étude, ma cousine et ma sœur de cœur Nouzha.*

*Merhaba Babu*



# Table des matières

## Introduction

## Partie I

### Synthèse bibliographique

#### Chapitre 1 : Le jus d'orange

<b>1. Définition du jus d'orange</b> .....	1
<b>2. Catégories du jus d'orange</b> .....	1
2.1. Les jus de fruits naturels .....	1
2.2. Les jus de fruits à base de concentré .....	2
2.3. Les nectars de fruits .....	2
<b>3. Le jus d'orange</b> .....	2
3.1. Définition .....	2
3.2. Composition .....	3
3.3. Valeur nutritionnelle .....	4
3.4. Fabrication .....	4

#### Chapitre 2 : La vitamine C

<b>1. Les vitamines</b> .....	6
1.1. Définition et nomenclature .....	6
<b>2. La vitamine C</b> .....	7
2.1. Historique .....	7
2.2. Définition .....	7
2.3. Structure chimique .....	8
2.4. Caractéristiques .....	8
2.5. Métabolisme de la vitamine C dans l'organisme .....	9
2.6. Rôle physiologique .....	9

2.7.	Source de la vitamine C .....	10
2.8.	Apports recommandés .....	11
2.9.	Carence en vitamine C .....	12
2.9.1.	Scorbut.....	12
2.10.	Surdose de vitamine C .....	13
<b>3.</b>	<b>Dégradation de la vitamine C dans le jus d'orange et son lien avec le brunissement non enzymatique.....</b>	<b>13</b>
3.1.	Voie de dégradation aérobie .....	14
3.2.	Voie de dégradation anaérobie.....	15
3.3.	Modifications de la couleur du jus : brunissement non-enzymatique .....	16

## Partie II

### Matériel et méthodes

<b>1.</b>	<b>Historique et situation géographique de SJICO .....</b>	<b>20</b>
<b>2.</b>	<b>Fabrication du jus d'orange .....</b>	<b>21</b>
2.1.	Fabrication de la pulpe .....	21
2.2.	Fabrication du jus d'orange .....	22
2.2.1.	Formulation du jus .....	22
2.2.2.	Lavage des bouteilles .....	22
2.2.3.	Remplissage et bouchage.....	22
2.2.4.	Pasteu-refroidissement .....	22
2.2.5.	Séchage des bouteilles.....	22
2.2.6.	Etiquetage .....	23
<b>3.</b>	<b>Prélèvement .....</b>	<b>23</b>
3.1.	Etapas de prélèvement .....	23
3.2.	Modalités de prélèvement.....	25
3.3.	Conservation et acheminement .....	25
<b>4.</b>	<b>Les analyses physicochimiques du jus d'orange .....</b>	<b>25</b>
4.1.	Mesure de pH.....	25

4.2.	Acidité titrable.....	25
4.3.	Mesure du Brix.....	26
4.4.	Densité.....	26
4.5.	Température.....	26
4.6.	Dosage de la vitamine C.....	27
4.6.1.	Matériels.....	27
4.6.1.1.	Préparation de la solution de diiode.....	27
4.6.1.2.	Préparation d'empois d'amidon.....	27
4.6.1.3.	La solution de thiosulfate de sodium.....	27
4.6.2.	Dosage direct de la vitamine C.....	28
4.6.3.	Dosage indirect de la vitamine C.....	29

### **Partie III**

#### **Résultats et discussions**

<b>1.</b>	<b>Analyses physicochimiques.....</b>	<b>31</b>
1.1.	Potentiel d'hydrogène.....	31
1.2.	Acidité titrable.....	32
1.3.	Densité.....	32
1.4.	Brix.....	33
1.5.	Température.....	34
<b>2.</b>	<b>Dosage de la vitamine C.....</b>	<b>35</b>
2.1.	Dosage direct.....	35
2.2.	Dosage indirect.....	36
	<b>Conclusion.....</b>	<b>39</b>
	<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>41</b>

#### **Annexes**

## Liste des figures

N° de figure	Le titre	N° de page
01	Procédé de fabrication du jus d'orange et du concentré d'orange.	5
02	La structure chimique de la vitamine C	8
03	Structure chimique d'une réductone	13
04	Voies de dégradation de la vitamine C et effets sur la qualité du jus d'orange	14
05	Voie de dégradation aérobie de la vitamine C en solution aqueuse	15
06	Voie de dégradation anaérobie de la vitamine C en solution aqueuse	16
07	Schéma général de la réaction de Maillard	17
08	Structure du trans- $\beta$ -carotène	18
09	Diagramme de fabrication de la pulpe d'orange	20
10	Site de prélèvement n°1	23
11	Site de prélèvement n°2	
12	Site de prélèvement n°3	
13	Site de prélèvement n°4	
14	Site de prélèvement n°5	
15	Site de prélèvement n°6	
16	Site de prélèvement n°7	
17	Variation de pH au niveau des sites de prélèvement	32
18	Variation d'acidité titrable au niveau des sites de prélèvement	33
19	Variation de la densité entre les sites de prélèvement	34
20	Variation du Brix entre les sites de prélèvement	35
21	Variation de la température entre les sites de prélèvement	36
22	Masse de la vitamine C contenue dans le jus dans les sept sites de prélèvement par le dosage direct	37
23	Masse de la vitamine C contenue dans le jus dans les sept sites de prélèvement par le dosage indirect	38

## Liste des tableaux

<b>N° de tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>N° de page</b>
01	Composition chimique du jus d'orange	3
02	Nomenclature des vitamines	7
03	Aliments source de la vitamine C	10
04	Apports nutritionnels recommandés pour tous les âges	11

## Liste des abréviations

<b>AA</b>	Acide ascorbique.
<b>Aq</b>	Aqueuse.
<b>BPF</b>	Bonne pratique de fabrication.
<b>DA</b>	Dinard Algérien.
<b>DLC</b>	Date limite de consommation.
<b>ENAJUC</b>	Entreprise nationale des jus et des conserves.
<b>ENASUCRE</b>	Entreprise nationale de sucre.
<b>ENCG</b>	Entreprise nationale des corps gras.
<b>Eq</b>	Equivalent.
<b>EURL</b>	Entreprise à un nom unique et à responsabilité limitée.
<b>FAO</b>	Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.
<b>OMS</b>	Organisation mondiale de la santé.
<b>PE</b>	Polyéthylène.
<b>pH</b>	Potentiel d'hydrogène.
<b>PS</b>	Polystyrène.
<b>SIJICO</b>	Skikda – Jijel – conserves.
<b>SOAICO</b>	Société Algérienne des conserves.
<b>SOGEDIA</b>	Société chargée de la gestion et du développement des industries alimentaires.
<b>SPA</b>	Société par action.

---

# Introduction

---

## **Introduction**

Une bonne santé débute par une bonne nutrition elle-même, synonyme d'une alimentation équilibrée. Cette alimentation ne doit pas seulement être une source d'énergie, mais doit couvrir un apport en éléments indispensables au bon fonctionnement de l'organisme (LEMERINI, 2005).

La consommation des fruits et des légumes a un effet sur la santé reconnu qui peut être associé à leur potentiel antioxydant. Ils contribuent à renforcer l'organisme par des pluri-substances nutritives telles que les glucides, les vitamines, les minéraux, les oligo-éléments et des fibres alimentaires. D'après le codex alimentarius (2005), les jus de fruits contiennent essentiellement les caractéristiques physiques, chimiques, organoleptiques et nutritionnelles que les fruits dont ils sont constitués. C'est à travers leur composition complexe, les jus de fruits sont des véritables sources de vitalité [1].

En effet, les vitamines ne peuvent être synthétisées par l'homme et sont par ce fait des nutriments essentiels. Il est généralement admis que la quantité indispensable de vitamines nécessaire à l'homme est couverte par une alimentation équilibrée. Il a été montré qu'une part non négligeable de la population mondiale présente un risque de non couverture de leur besoin en vitamine C. Cette molécule prend depuis plusieurs années une part importante dans différents domaines tels que l'industrie agroalimentaire ou bien pharmaceutique.

Par ailleurs, l'intérêt de la vitamine C est prouvé ; son utilisation en prévention des états infectieux est entrée dans la pratique courante (bien que les résultats des études soient controversés). Et elle est maintenant évaluée dans des pathologies graves comme le sida, le cancer, le tétanos chez l'enfant. Du fait de son implication dans le système antioxydant, il faut veiller à un apport quotidien suffisant, et pourquoi pas supérieur pour des enfants à risque de troubles cardiovasculaires ou de diabète en rapport avec des antécédents familiaux, ou la présence d'une obésité. Dans tous les cas, veillons à inciter nos patients à consommer des aliments à forte densité nutritionnelle et à densité calorique basse, alors que l'alimentation actuelle est plutôt à faible densité nutritionnelle et à densité calorique élevée (NATHAN, 2009).

En outre, l'acide L-ascorbique (AA) est une vitamine thermolabile soluble dans l'eau qui est particulièrement sensible à la fois à l'oxydation enzymatique et chimique, sa concentration peut être considérée comme un facteur de qualité dans les jus de fruits.

De ce fait, la teneur en acide ascorbique diminue avec l'augmentation du temps de chauffage et les traitements thermiques. De même, en présence d'oxygène, l'acide ascorbique est



facilement dégradé en acide déhydroascorbique. De plus, l'oxydation de ce dernier est favorisée par la présence d'ions métalliques et la teneur en oxygène dissous. Aussi, la lumière avait un effet sur les pertes en vitamine C dans des jus d'orange, ceci nous incite à confirmer que cette molécule est très sensible donc, il faut être prudent et intelligent au cours de la fabrication des jus, afin d'éviter les pertes et la dégradation de cette molécule.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la dégradation de la vitamine C au cours de la fabrication du jus d'orange, cette étude est structurée en trois parties:

- Une synthèse bibliographique sur le jus d'orange et la vitamine C.
- La partie matériel et méthodes qui montre le site d'étude, l'échantillonnage ainsi que la méthode d'étude de la dégradation de la vitamine C.
- La partie résultats et discussion qui présente les résultats et leur interprétation.

---

**SYNTHESE**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

---

# Chapitre 1 : Jus d'orange

## 1. Définition du jus de fruits

Le jus de fruits est le liquide non fermenté, mais fermentescible, tiré de la partie comestible des fruits frais et sains, parvenus au degré de maturation approprié ou des fruits conservés dans des saines conditions par des moyens adaptés et/ou par des traitements post-récolte (FAO et OMS, 2013).

Certains jus peuvent être obtenus à partir de fruits comprenant des pépins, des graines et des peaux qui ne sont pas habituellement incorporés dans le jus, bien que des parties ou composants de pépins, de graines et de peaux impossibles à retirer par des bonnes pratiques de fabrication (BPF) soient acceptés (FAO et OMS, 2013).

Le jus est obtenu par des procédés adaptés qui conservent les caractéristiques physiques, chimiques, organoleptiques et nutritionnelles essentielles des jus du fruit dont il provient. Le jus peut être trouble ou clair et peut contenir des substances aromatiques et des composés volatils restitués, à condition qu'ils proviennent des mêmes espèces de fruits et soient obtenus par des moyens physiques adaptés (FAO et OMS, 2013).

Un jus simple est obtenu à partir d'un seul type de fruit. Un jus mélangé est obtenu en mélangeant deux ou plusieurs jus ou jus et purées obtenus à partir de différents types de fruits (HAMANI, 2011).

## 2. Catégories du jus d'orange

1.

2.

### 2.1. Jus de fruits naturels

Ils sont obtenus à partir d'une simple pression des fruits mûrs, sains et frais et ne doivent contenir aucun ingrédient supplémentaire autorisé : sucre, jus, pulpe, minéraux et vitamines. La mention « sucré » doit être inscrite en cas d'ajout de sucre et aucun additif autorisé, ni colorant, ni conservateur (BEDOUEY, 2013).

### 2.2. Jus de fruits à base de concentré

La matière première est un jus de fruits pressé dont on a retiré 80% d'eau. La reconstitution se fait au moment du conditionnement. La mention « à base de concentré » doit être claire et lisible (CENDRES, 2011).

### **2.3. Nectars de fruits**

Le nectar de fruits est une boisson non fermentée mais fermentescible, obtenue à partir de jus de fruits, de jus de fruits concentré, de purée de fruits, de purée de fruits concentrée ou d'un mélange de ces produits, dilué dans de l'eau potable avec ou sans adjonction de sucres, de miel et/ou de sirops, et/ou d'édulcorants, ou à un mélange de ces produits. Des substances aromatiques, des composés aromatisants volatils, de la pulpe et des cellules peuvent être ajoutés, et doivent être obtenus à partir du même type de fruit (ANONYME, 2005).

## **3. Jus d'orange**

### **3.1. Définition**

L'orange est un aliment de grande qualité (Figure 1- Annexe 1) par sa richesse en nutriments indispensables à l'organisme tels que la vitamine C : l'homme doit absolument la trouver dans son alimentation. Or, le consommateur d'aujourd'hui a pris conscience du rôle capital de l'alimentation dans le maintien d'une bonne santé (BENAICHE, 2001).

L'idéal reste le fruit que l'on presse juste avant consommation. Encore faut-il qu'il soit mature, fraîchement cueilli et exempt de pesticides afin de profiter de tous ses bienfaits. Cependant il ne faut pas confondre entre un véritable jus d'orange et les boissons aux oranges qui n'ont qu'un faible pourcentage de fruits (BENAICHE, 2001).

Parmi tous les jus de fruits, le jus d'orange reste toujours le jus de prédilection au monde, avec une consommation de 11,8 litres par personne en 2007 et plus de 55 milliards de litres de jus d'orange sont bus chaque jour dans le monde suivi du jus de pomme à raison de 6,0 litres par personne [2].

### **3.2. Composition**

Le jus d'orange est un produit complexe dont les propriétés physiques, chimiques et sensorielles évoluent à travers le processus de fabrication (AURELIO, 2002).

Environ 76 % de la matière sèche hydrosoluble du jus d'orange est constituée principalement par des glucides et 21 % d'acides organiques, d'acides aminés, de sels minéraux, de vitamines et de lipides. Le 3 % restant est constitué par un grand nombre de composés divers, dont les flavonoïdes, les composés volatiles et les caroténoïdes, (Tableau 1) etc., qui ont une importante influence sur les propriétés sensorielles de ce produit (BOUROKAA, 2012).

**Tableau 1:** Composition chimique du jus d'orange (BOUROKAA ,2012).

Constituants	Unité	Quantité par 100 g de jus	Moyenne
Eau	g	87.0 - 92.0	88.3
Glucides	g	10.0 - 12.0	10.6
Protéines	g	0.58 - 1.29	0.91
Lipides	g	0.0 - 0.56	0.20
Cendres	g	0.25 - 0.48	0.35
Composés volatils	mg	30.0 - 45.0	37.0
Flavonoïdes	mg	80.0 - 118.0	99.0
<b>Vitamines</b>			
Acide ascorbique	mg	44.5 - 68.8	55.5
Niacine	mg	0.13 - 0.46	0.26
b-carotène	mg	0.04 - 0.37	0.13
Acide pantothénique	mg	0.06 - 0.30	0.13
Thiamine (B1)	mg	0.64 - 0.96	0.76
Riboflavine (B2)	mg	0.01 - 0.06	0.02
Pyridoxine (B6)	mg	0.02 - 0.09	0.04

### 3.3. Valeur nutritionnelle

- Pour 100 g du jus d'orange : 42 Calories [1].
- Jus d'orange hautement considéré comme un moyen fiable de scorbut et de la grippe [3].
- Indispensable pendant la saison froide et de la prévention de la grippe [3].

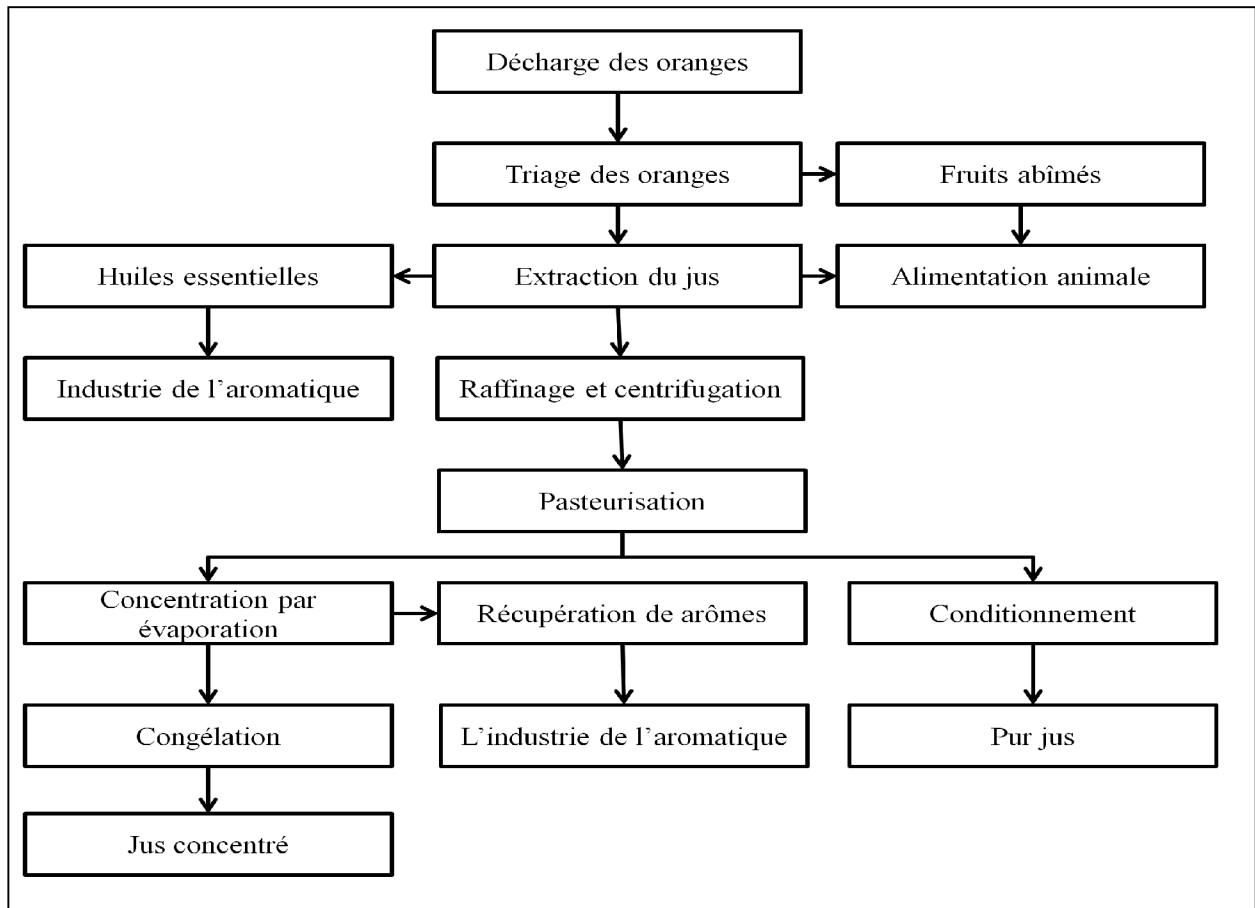
- Renforce les vaisseaux sanguins et abaisse la pression artérielle élevée (hypertension) [3].
- Améliore la digestion [3].
- Stimule le cerveau et le métabolisme cellulaire [3].
- Brule les graisses [3].
- Augmente le système immunitaire et tue les bactéries. En effet, elle à un fort effet anti-cancer, la protection immunitaire et réduit la fatigue [3].

### **3.4. Fabrication**

L'industrie du jus d'orange comporte un grand nombre d'opérations qui peuvent se regrouper en trois filières :

La production agricole, l'industrie d'extraction et de conditionnement et la filière de stockage, de transport et de commercialisation du jus conditionné.

La figure 1 représente les différentes étapes de fabrication d'un jus d'orange et d'un concentré à partir de l'étape d'extraction du jus.



**Figure 01** : Procédé de fabrication du jus d'orange et du son concentré (BERLINET, 2006).

## Chapitre 2 : Vitamine C

### 1. Vitamines

Les vitamines sont des catalyseurs indispensables au bon fonctionnement de notre organisme. Certaines vitamines ont un rôle antioxydant, c'est à dire qu'elles protègent l'organisme des agressions extérieures et du vieillissement cellulaire.

Il existe deux catégories de vitamines :

- Hydrosolubles : B, C, P ;
- Liposolubles : A, D, E, K.

Les premières s'éliminent facilement par la peau et les reins et les secondes se stockent plus facilement. Plus l'aliment subit de transformations (épluchage, découpe, cuisson, raffinage, ionisation, irradiation, additifs, traitements industriels), plus le taux de vitamines diminue. Il faut donc privilégier la consommation d'aliments frais, crus et entiers [4].

#### 1.1. Définition et nomenclature

Étymologiquement, « amines nécessaires à la vie », les vitamines ont en fait des structures variées et ne sont pas toutes des amines. Contrairement aux nutriments habituels utilisés pour la production d'énergie ou incorporés au cours de la synthèse des constituants de l'organisme (glucides, acides aminés ou acides gras essentiels), les besoins quotidiens en vitamines ne sont que de quelques fractions de microgramme à quelques milligrammes. Ceci est dû au fait que la plupart agissent comme des coenzymes ou des cofacteurs au cours des réactions enzymatiques. À la différence des oligo-éléments, ce sont des substances organiques. Les vitamines doivent être apportées en faible quantité dans l'alimentation [5].

Quelques vitamines font exception car il existe pour elles d'autres sources pouvant remplacer les apports alimentaires : exposition de la peau aux ultra-violetts solaires pour la vitamine D, synthèse à partir du tryptophane pour la niacine, synthèse par la flore microbienne digestive pour la vitamine K. La nomenclature peut, au début, prêter à confusion car, à côté des dénominations chimiques des molécules, des notations abrégées sous forme de lettre sont également utilisées (Tableau.2). De même les unités sont parfois exprimées en unités internationales (GRASSET, 1994).



**Tableau 2** : Nomenclature des vitamines [6].

	Molécule	Abréviation	Unité usuelle
Vitamines hydrosolubles	Thiamine	Vitamine B1	mg
	Riboflavine	Vitamine B2	mg
	Acide pantothénique	Vitamine B5*	mg
	Pyridoxine	Vitamine B 6	mg
	Niacine	Vitamine B3* ou P6	mg
	Acide folique	Vitamine B9	µg
	Cobalamine	Vitamine B12	µg
	Acide ascorbique	Vitamine C	mg
	Biotine	Vitamine H ou B8	µg
Vitamines liposolubles	Rétinol	Vitamine A	1UI=0 ,3 µg
	Calciférol	Vitamine D	1UI=0 ,025 µg
	Tocophérol	Vitamine E	1UI=1mg
	Phytoménadione	Vitamine K	µg
	Phylloquinone		

\* Attention, dénomination à éviter car aux USA B3 = l'acide pantothénique

## 2. Vitamine C

### 2.

#### 2.1. Historique

HAWORTH fut le premier à déterminer la structure précise de la vitamine C et le suisse REICHSTEIN réussit à la synthétiser, en 1934. Le rôle de la vitamine C a été limité à la prévention du scorbut jusqu'à la fin des années 60. C'est Linus PAULING, un scientifique hongrois qui a découvert les bienfaits de la vitamine C sur les rhumes et fait paraître "Vitamin C and the Common Cold" en 1970, ouvrage contesté par la communauté médicale [7].

### 1.

### 2.

#### 2.1.

#### 2.2. Définition

La vitamine C est la vitamine la plus conseillée par les médecins, notamment à l'approche de l'hiver, ou en cas de fatigue passagère. Une consommation de cinq fruits et légumes frais permet d'apporter chaque jour une quantité suffisante de la vitamine C [8].

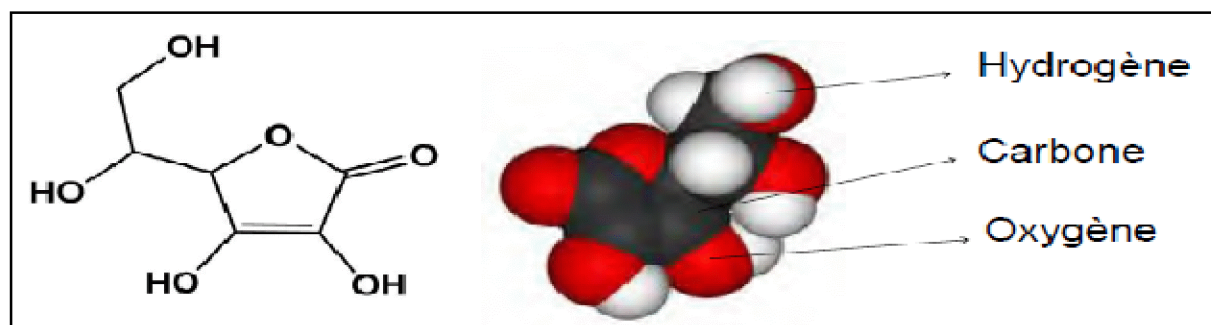
La vitamine C, aussi appelée « acide ascorbique », elle est certainement la vitamine la plus connue et la plus utilisée en complément alimentaire. C'est une vitamine hydrosoluble, que le corps ne sait ni stocker ni fabriquer, et qui doit être apportée quotidiennement par l'alimentation [9].

La vitamine C est connue pour son action antifatique, mais ce n'est qu'une des facettes de cette vitamine, qui dispose de très nombreuses actions, comme la prévention des petites maladies, type rhume ou maux de gorge, mais aussi des maladies cardio-vasculaires, ainsi qu'un fort rôle antioxydant [10].

La vitamine C est une vitamine très présente dans les fruits et légumes frais. Tous les animaux et les végétaux peuvent la produire, sauf les humains, qui doivent donc la consommer tous les jours, car le stock de cette molécule dans le corps est très faible (CACHAU-HERREILLAT, 2009).

### 2.3. Structure chimique

La vitamine C, de formule brute  $C_6H_8O_6$  (Figure 03), est le nom communément donné à l'acide ascorbique. Sa masse molaire moléculaire est  $M=176 \text{ g. mol}^{-1}$  (LEMERINI, 2005).



### 2.4. Caractéristiques

L'acide ascorbique se présente sous la forme d'une poudre cristalline blanche chimiquement proche du glucose. La plupart des animaux et des plantes la fabriquent à partir du glucose, excepté la plupart des primates dont les Hommes, les cochons d'Inde, certains poissons (truites et saumons) et oiseaux qui doivent la puiser dans leur alimentation. Elle est soluble dans l'eau, plus difficilement dans l'alcool et pas du tout dans l'éther ou le chloroforme. Les additifs alimentaires correspondant à la vitamine C sont les additifs E300, E301 et E302 [11].

La vitamine C est extrêmement sensible à l'oxygène de l'air, à la chaleur, à l'ionisation et au pH neutre ou alcalin, c'est pour cela qu'en fonction des procédés utilisés pour la fabrication du jus d'orange, il est parfois nécessaire de rajouter des vitamines de synthèse pour en garantir sa teneur [12].

## **2.5. Métabolisme de la vitamine C dans l'organisme**

L'acide L ascorbique est absorbé directement dans le sang par le biais de l'appareil digestif. L'organisme stocke la vitamine C à raison de 20 à 50 mg/kg essentiellement dans les globules blancs, le foie, la rate, les glandes endocrines, les tissus péri- dentaires et le cristallin de l'œil.

La quantité assimilée dépend beaucoup de la quantité consommée. Les différentes études sont globalement concordantes et indiquent qu'un apport de 100 mg de vitamine C constitue la quantité maximale totalement efficace pour l'organisme : à cette dose, l'absorption est presque totale et l'excrétion urinaire encore très faible [11].

## **2.6. Rôle physiologique**

La vitamine C est un puissant antioxydant : l'oxydation est un processus nécessaire à l'assimilation de la nourriture, au fonctionnement des organes et du système immunitaire. Mais elle doit être régulée, c'est là qu'interviennent les mécanismes de défense antioxydants. La vitamine C bloque la production de radicaux libres. Elle protège les acides gras insaturés de la membrane des cellules et agit directement à l'intérieur des cellules et indirectement en régénérant la vitamine E, le principal anti- oxydant de la membrane cellulaire.

La vitamine C stimule la synthèse et l'entretien du collagène et, par conséquent, la résistance et la santé de tous les tissus dans lequel celui- ci est impliqué : peau, cartilages, ligaments, parois des vaisseaux sanguins, dents et os...

Elle participe à la synthèse de certains neurotransmetteurs comme la noradrénaline, impliquée dans l'éveil, la concentration, l'attention et les situations de stress.

Elle est nécessaire aux défenses anti-infectieuses et réduit les réactions allergiques en diminuant le taux d'histamine dans le sang.

Elle intervient dans la conversion du cholestérol en acides biliaires. Il faut savoir que cette conversion est la principale voie utilisée par l'organisme pour se débarrasser du cholestérol en excès. De même, elle contribue par un mode d'action similaire, à la dégradation de substances toxiques comme les polluants et les médicaments, et à leur élimination urinaire (BOUDOUHI *et al.*, 2005).

## 2.7. Source de la vitamine C

La vitamine C se trouve essentiellement dans les végétaux frais et plus particulièrement dans les agrumes, les fruits frais et les légumes verts.

Un bon apport alimentaire doit suffire à couvrir les besoins quotidiens. On peut les compléter soit par complémentation sous forme d'extraits de fruits (cynorhodon, acérola, kiwi) (Tableau 3), soit par de la vitamine pure de synthèse de façon à atteindre un apport journalier moyen de 100 mg [13].

**Tableau 3** : Aliments source de la vitamine C [6].

	Aliments	Portion	Vitamine C (mg)
Légumes	Poivron rouge et jaune, cru	125 mg (½ tasse)	101-144
	Poivron rouges et verts, cuits	125 mg (½ tasse)	121-132
	Poivrons verts, crus	125 mg (½ tasse)	63
	Chou rouge, cru	250 mg (½ tasse)	54
	Choux de Bruxelles, cuits	125 mg (½ tasse)	38-52
	Chou – rave, cuit	125 mg (½ tasse)	47
	Brocoli, cru	125 mg (½ tasse)	42
	Pois mange- tout, cuit	125 mg (½ tasse)	41
	Brocoli congelé, cuit	125 mg (½ tasse)	39
	Chou, cuit	125 mg (½ tasse)	30
	Chou- fleur, cuit	125 mg (½ tasse)	29
	Rapini, cuit	125 mg (½ tasse)	24
	Pomme de terre, avec pelure, cuit	1 moyenne	17-24
	Bok choy( pak-choï), cuit	125 mg (½ tasse)	23
	Patate douce avec pelure, cuite	1 moyenne	22
Asperges, congelés, cuites	6 pointes	22	

	Magose / melon amer	125 mg (½ tasse)	22
	Feuilles de navet, cuites	125 mg (½ tasse)	21
	Pois mange – toute, cru	125 mg (½ tasse)	20
	Chou cavalier, cuit	125 mg (½ tasse)	18
	Tomate, crue	1 moyenne	16
	Sauce de tomate, en conserve	125 mg (½ tasse)	15
Fruits	Goyave	1 fruit	206
	Papaye	½ fruit (½ tasse)	94
	Kiwi	1 gros	84

## 2.8. Apports recommandés

Les doses journalières recommandées en vitamine C varient selon l'âge, le sexe, le groupe à risque et les critères en vigueur dans chaque pays (Tableau 4). Des doses plus élevées de vitamine C sont recommandées pour les femmes enceintes et celles qui allaitent.

**Tableau 4 :** Apports nutritionnels recommandés pour tous les âges (CESARIN, 2004).

Groupes d'âge	Besoins en vitamine C (mg/jour)
<b><i>Nourrissons</i></b>	
0-6 mois	40
7-12 mois	50
<b><i>Enfants</i></b>	
1-3 ans	15
4-8 ans	25
<b><i>Hommes</i></b>	
9-13 ans	45
14-18 ans	75
19 ans et plus	90
<b><i>Femmes</i></b>	
9-13 ans	45
14-18 ans	65
19 ans et plus	75
<b><i>Grossesse</i></b>	
18 ans et moins	80
19-50 ans	85
<b><i>Allaitement</i></b>	

18 ans et moins	115
19-50 ans	120

1.

2.

2.1.

2.2.

2.3.

2.4.

2.5.

2.6.

2.7.

2.8.

### 2.9. Carence en vitamine C

Bien que des carences graves soient rares dans les pays industrialisés, certaines données indiquent que de nombreuses personnes pourraient souffrir d'une légère carence en vitamine C.

Le tabac diminue la quantité de vitamine C dans l'organisme, exposant ainsi les fumeurs à un risque de carence plus élevée.

Une carence en vitamine se traduit entre autres par des cheveux secs et cassants, une inflammation et un saignement de la gencive, une peau rugueuse, sèche et squameuse, un taux de guérison des plaies réduit, des contusions plus fréquentes, des saignements de nez et une diminution de la résistance aux infections. Le scorbut est la forme sévère d'une carence en vitamine C [14].

3.

1.

2.

2.1.

2.2.

2.3.

2.4.

2.5.

2.6.

2.7.

2.8.

2.9.

### **2.9.1. Scorbut**

C'est la maladie, pouvant mener au décès, qui découle de la carence en vitamine C. Cette carence intervient par insuffisance d'apport (régime anarchique, anorexie, trouble du goût ...) diminution de l'absorption (maladie du tube digestif, interaction médicamenteuse), augmentation des besoins (infection, escarre, hypercatabolisme) ou augmentation de l'élimination (hémodialyse) (GAULIER., 2010).

Les premiers signes cliniques de scorbut se manifestent après 1 à 3 mois de carence d'apport absolue. En cas de régime totalement carencé, le taux de vitamine C est nul au 41<sup>ème</sup> jour, la déplétion cellulaire est atteinte au 121<sup>ème</sup> jour et les signes cliniques apparaissent au 132<sup>ème</sup> jour. Le tableau clinique est peu spécifique et s'enrichit progressivement (GAULIER., 2010).

Le diagnostic est confirmé biologiquement par un taux plasmatique de vitamine C inférieur à 10 µmol/L, mais il faut relativiser ce marqueur.

Le traitement du scorbut est simple : 1 g/j de vitamine C de synthèse, réparti en deux prises, permet la disparition des signes cliniques en 15 jours (GAULIER, 2010).

La prévention du scorbut doit se faire essentiellement par une alimentation riche en vitamine C ou une supplémentation systématique quotidienne si les mesures diététiques ne peuvent pas être appliquées (GAULIER, 2010).

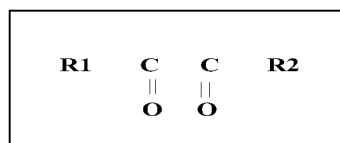
### **2.10. Surdose de la vitamine C**

La vitamine C, même à fortes doses, a peu d'effets indésirables : quelques troubles digestifs, un léger effet excitant empêchant l'endormissement (il est donc conseillé de la prendre le matin et non le soir), une faible augmentation du risque de formation de calculs urinaires oxaliques. La vitamine C est déconseillée aux malades qui ont une surcharge en fer, la prise répétée de vitamine C augmente l'absorption du fer et entraîne des manifestations toxiques [15].

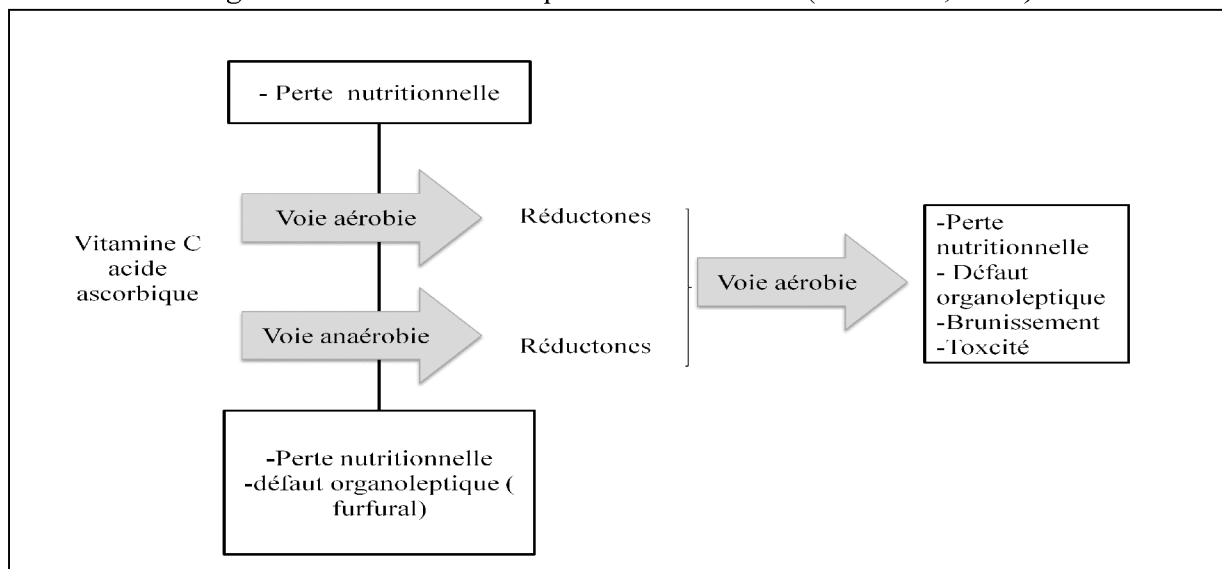
3.

## **3. Dégradation de la vitamine C dans le jus d'orange et son lien avec le brunissement non enzymatique**

La seule forme de vitamine C active est la forme lévogyre ou acide L-ascorbique. La vitamine C naturelle est d'ailleurs sous la forme lévogyre alors que la vitamine C artificielle est constituée de 50 % de L-ascorbate (lévogyre) et 50 % de D-ascorbate (dextrogyre). La dégradation de la vitamine C dans le jus d'orange provoque une perte de qualité nutritionnelle, mais aussi l'apparition de composés volatils odorants à impact négatif et la formation de composés bruns responsables de la modification de la couleur des produits (Figure 4). Lors de son évolution dans le jus, la vitamine C peut donner naissance à différentes formes de réductones (Figure 3) qui ont la structure chimique suivante:



**Figure 3** : Structure chimique d'une réductone (HUBERT, 2010).



**Figure 4** : Voies de dégradation de la vitamine C et effets sur la qualité du jus d'orange (BERLINET, 2006)

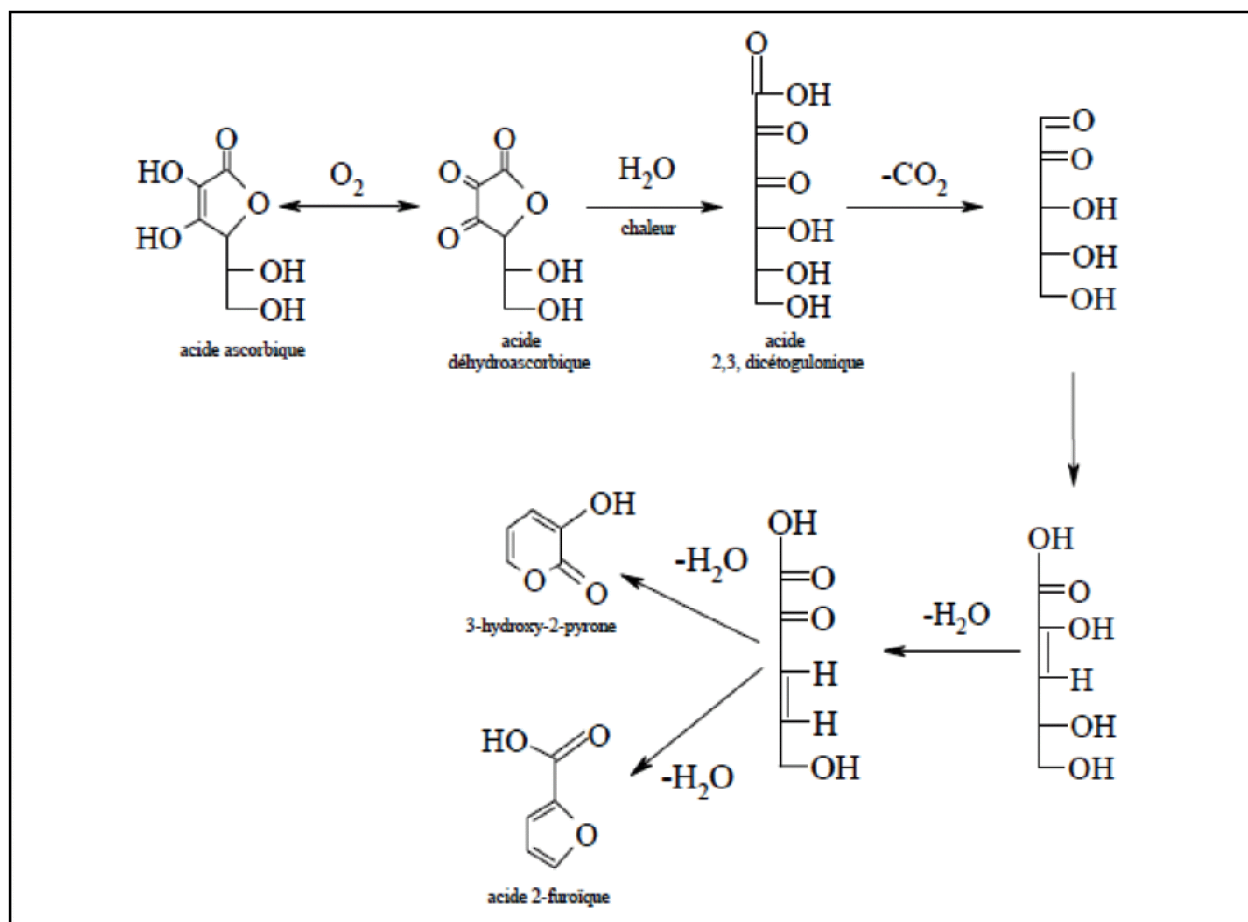
Il existe ainsi deux voies de dégradation de la vitamine C : la voie aérobie et la voie anaérobie qui conduisent à l'apparition de réductones, qui sont des intermédiaires dans la réaction de Maillard et participent à la formation du brunissement non-enzymatique (BERLINET, 2006).

- 1.
- 2.
- 3.

### 3.1. Voie de dégradation aérobie



L'acide ascorbique par oxydation donne naissance à l'acide déhydroascorbique (Figure 5), qui a la même activité biologique que l'acide ascorbique. Cette oxydation est réversible mais dans les aliments, l'acide déhydroascorbique subit le plus souvent une hydrolyse irréversible qui conduit à la formation de l'acide 2,3-dicétogulonique. Ce dernier, en solution aqueuse, après décarboxylation, peut donner la 3-hydroxy-2-pyrone et l'acide 2-furoïque (Yuan et Chen, 1998 cité par BERLINET, 2006). L'acide 2-furoïque est pratiquement sans odeur (ARCTANDER, 1969)

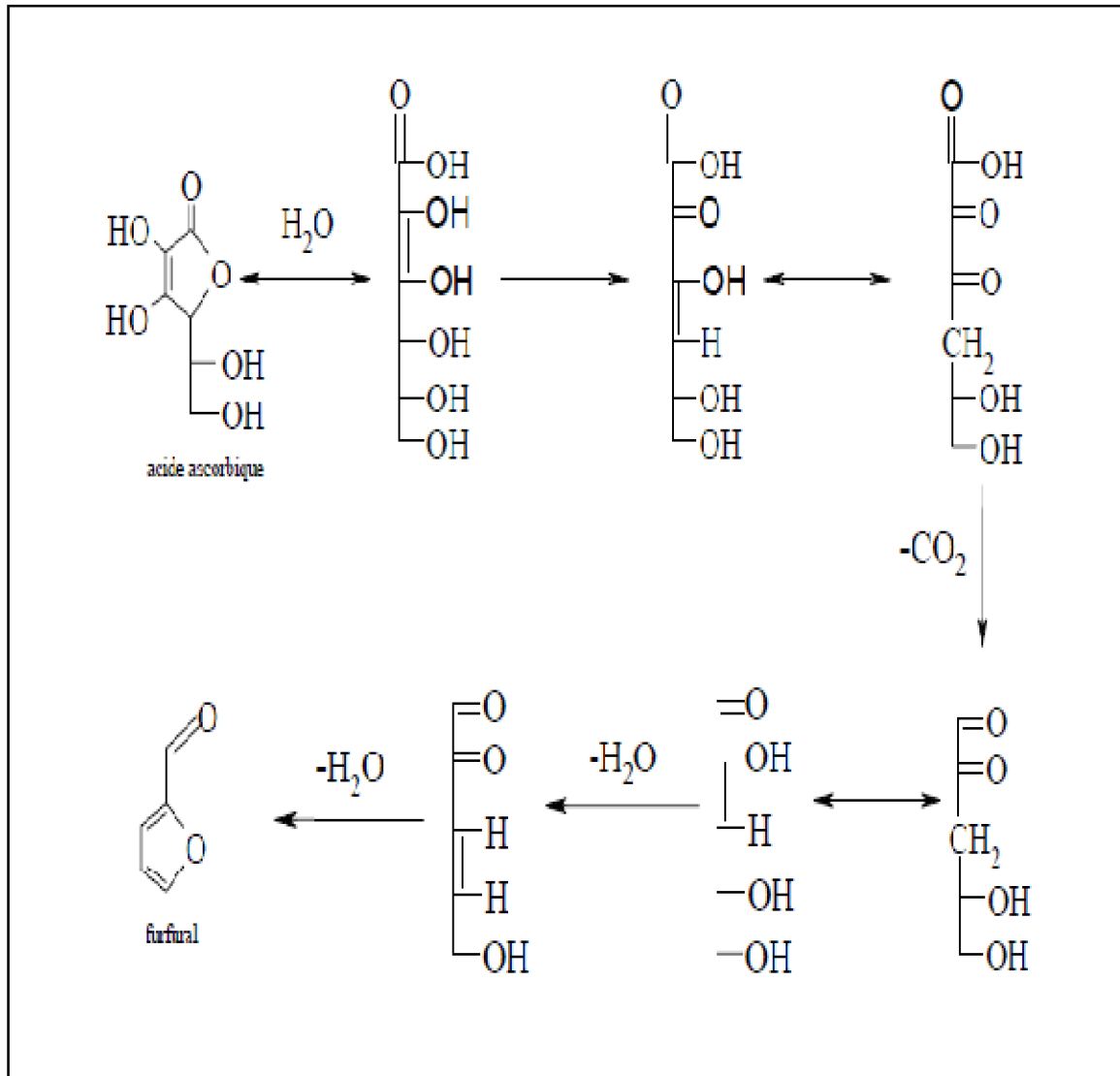


**Figure 5** : Voie de dégradation aérobie de la vitamine C en solution aqueuse (BERLINET, 2006).

### 3.2. Voie de dégradation anaérobie

L'acide ascorbique peut aussi se dégrader en absence d'oxygène (Figure 6). En milieu acide et à chaud, l'acide ascorbique subit une déshydratation et une décarboxylation qui conduisent à la formation de produits intermédiaires, de gaz carbonique et de furfural.

Cette dégradation anaérobie a été observée dans les jus d'orange au cours de leur stockage. Dans le cas où le jus d'orange contient encore de l'oxygène dissous, une dégradation rapide de l'acide ascorbique par l'oxygène est observée suivie d'une dégradation plus lente et anaérobie. La voie anaérobie conduit, de la même manière que la voie aérobie, à la formation de produits intermédiaires qui peuvent être des réductones (ARCTANDER, 1969).



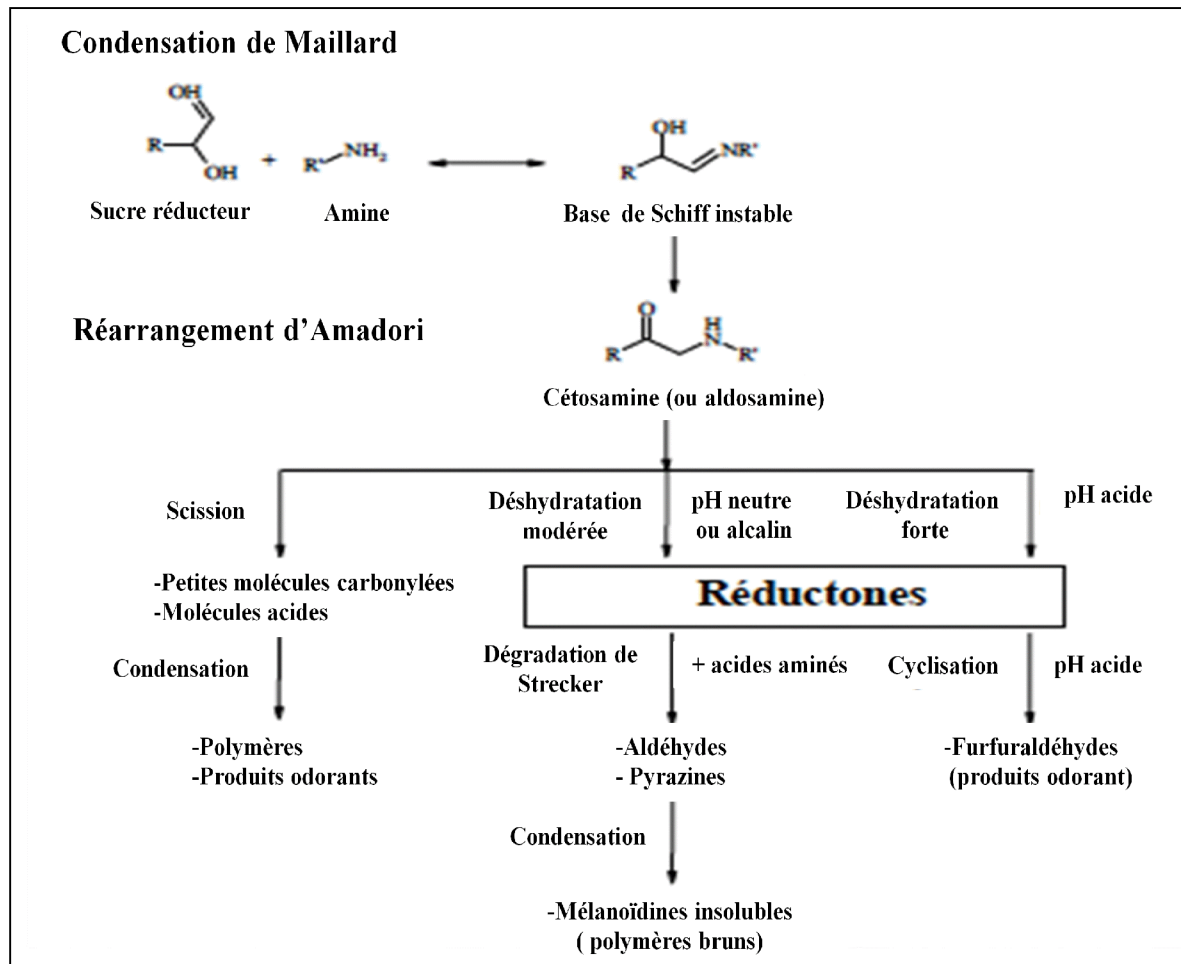
**Figure 6 :** Voie de dégradation anaérobie de la vitamine C en solution aqueuse, d'après YUAN et CHEN, 1998 cités par BERLINET, 2006

### 3.3. Modifications de la couleur du jus : Brunissement non-enzymatique

Les réductones formées par les voies de dégradation aérobie et anaérobie de la vitamine C peuvent participer au brunissement non-enzymatique généralement attribué à des réactions de

Maillard. Comme présenté dans la Figure 7, la réaction de Maillard comporte plusieurs étapes complexes qui aboutissent à :

- La synthèse de composés carbonyles très réactifs (furfuraldéhydes, réductones),
- La formation de polymères bruns, aussi appelés mélanoidines,
- Formation de composés volatils et odorants (NOUET *et al.*, 2003).



**Figure 7** : Schéma général de la réaction de Maillard (RICHARD *et al.*, 2000).

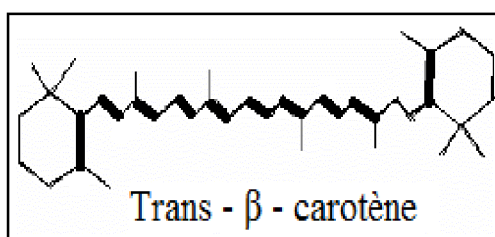
Les composés connus pour limiter le brunissement sont les sulfites et les thiols (NAIM *et al.*, 1997). Les sulfites réagissent avec les composés carbonyles intermédiaires et forment des sulfonates beaucoup moins aptes à participer au brunissement. L'ajout de ces composés n'est pas autorisé dans le jus d'orange.

Dans les jus d'orange, plusieurs études ont mesuré l'évolution des teneurs en sucres pendant le stockage. KAAANANE *et al.* (1998) cité par BERLINET (2006), ont observé que la teneur en sucres totaux restait stable dans un jus d'orange conservé 14 semaines à des températures comprises entre 4 et 45°C.

ROIG *et al.* (1999) cité par BERLINET (2006), ont également observé une valeur constante des sucres totaux, excluant une réaction de Maillard entre les acides aminés et les sucres réducteurs. Ces auteurs ont donc suggéré que le brunissement était majoritairement dû à la dégradation de la vitamine C.

La couleur du jus d'orange est liée à la présence de caroténoïdes comme le  $\beta$ -carotène (Figure 8). CHOI *et al.* (2002) cité par BERLINET (2006), ont montré que la teneur en caroténoïdes totaux d'un jus d'orange n'était pas affectée pendant le stockage, excluant ainsi leur implication dans la formation du brunissement non-enzymatique. Par contre, une isomérisation des caroténoïdes peut être observée. En général, le pourcentage d'isomérisation cis est beaucoup plus faible que le pourcentage d'isomérisation trans.

Etant donné le nombre important de doubles liaisons, il existe un grand nombre d'isomères pour chaque caroténoïde. Le pourcentage d'isomérisation cis est connu pour augmenter nettement après exposition à la chaleur ou à la lumière. L'isomérisation des caroténoïdes sous leur forme cis tend vers un éclaircissement des produits. Cet éclaircissement pourrait mettre d'autant plus en évidence les pigments bruns apparaissant dans le jus d'orange pendant son stockage.



**Figure 8 :** Structure du trans- $\beta$ -carotène

De nombreux travaux montrent une corrélation entre les pertes en acide ascorbique et le développement de pigments bruns dans le jus d'orange (KACEM *et al.*, 1987). L'acide ascorbique se dégrade, donne naissance à des produits de dégradation (réductones) qui réagissent avec les acides aminés par la dégradation de STRECKER (KACEM *et al.*, 1987) et contribuent au brunissement. La présence d'acide citrique favorise également ce brunissement et les sucres influent peu sur ces réactions. Enfin, des valeurs de pH faibles augmentent le brunissement.

Les produits intermédiaires du brunissement non-enzymatique qui peuvent se polymériser ou se combiner avec des acides aminés pour donner des pigments mélanoïdiques bruns sont, en plus des réductones, la 3-hydroxy-2-pyrone, des furfuraldéhydes dont le 5-(hydroxyméthyl)-furfural (5-HMF), le furfural, et l'acide 2-furoïque (BERLINET, 2006).

Selon NAGY et DINSMORE (1974) cité par BERLINET (2006), la formation du furfural est à rapprocher de l'apparition des notes désagréables de vieux jus apparaissant au cours de son stockage. Ainsi, l'apparition des composés d'arôme intermédiaires du brunissement non-enzymatique peut modifier le profil aromatique des jus et nuire à leur qualité organoleptique.

---

# MATERIEL ET METHODES

---

Ce chapitre comporte l'histoire et la situation géographique de l'unité SIJIKO -SKIKDA, ainsi que les différentes étapes de la fabrication du jus d'orange dès la préparation de la pulpe jusqu'au produit fini, ainsi que les analyses physicochimiques et plus particulièrement le dosage de la vitamine C de nos échantillons.

Notre travail a été réalisé dans plusieurs laboratoires :

- Laboratoire de l'unité de production de jus SIJICO, SKIKDA. Pendant deux mois allant du 17/12/2013 au 17/02/2014.
- Laboratoire privé du contrôle de qualité, BERAHMOUNI, ELBOUNI-ANNABA.
- Laboratoire de la biochimie, université de GUELMA.

## **1. Historique et situation géographique de SIJICO**

Après l'indépendance, quelques conserveries étaient dirigées par la « SOAICO » (Société algérienne des conserves). Puis en 1973, elles étaient gérées par la société « SOGEDIA » (Société chargée de la gestion et du développement des industries alimentaires).

La SOGEDIA a été restructurée par le décret n° 82-452 du 11/12/1982 en trois nouvelles entreprises : ENAJUC, ENASUCRE et ENCG.

Ces entreprises regroupent les 14 unités réparties sur le territoire national, dont l'unité de RAMDANE Djamel fait partie.

En 1997 l'ENAJUC a été restructurée par le décret n° 93 – 08 du 25/04/1993 et l'ordonnance 97-27 du 09/12/1996 modifiant et complétant l'ordonnance 75-59 du 26/09/1975.

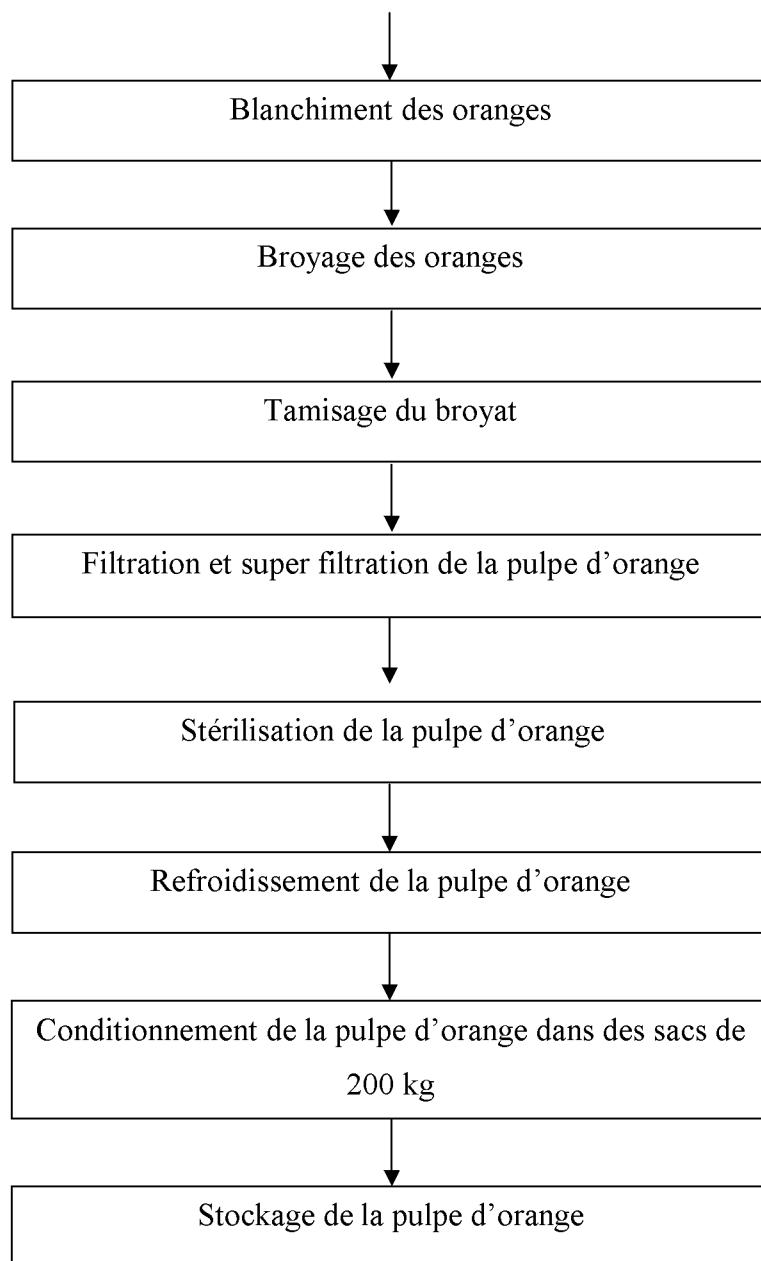
A partir du 2006, la société EURL SIJICO est devenue une S.P.A (Société par action) où le siège sociale se situe au niveau de l'unité de RAMDANE DJAMEL.

Cette unité est située à 17 Km au sud de la wilaya de Skikda sur l'axe routier de la route national n°44 (Figure 2- Annexe 2). Son capital social est estimé à 332.000.000 DA (SIJICO, 2014).

## **2. Fabrication du jus d'orange**

### **2.1. Fabrication de la pulpe**

Lavage et triage des oranges



**Figure 09** : Diagramme de fabrication de la pulpe d'orange.

➤ **Remarque :**

Les figures qui expliquent le diagramme de fabrication de la pulpe d'orange (allant de la figure 03 jusqu'à la figure 11) sont illustrées dans l'annexe 3.

## **2.2. Fabrication du jus**

### **2.2.1. Formulation du jus**



La pulpe d'orange, le jus d'orange naturel, l'eau traitée, le sucre et l'acide citrique (Figure 12-Annexe 4), sont mis dans le bac de préparation, dont il existe un agitateur qui sert à homogénéiser les ingrédients pendant 30 minutes. Ensuite, le jus sera filtré dans un autre bac. Puis, il sera stocké dans des réservoirs spéciaux jusqu'à la distribution du jus à la remplisseuse.

### **2.2.2. Lavage des bouteilles**

Les bouteilles seront lavées dans une laveuse dont elles restent 25 minutes sous une température de 80°C (Figure 13– Annexe 4).

Après le lavage des bouteilles, on trouve le poste d'inspection n°1(Figure 14– Annexe 4), qui sert à éliminer les bouteilles mal lavé ou cassées.

### **2.2.3. Remplissage et bouchage**

Les bouteilles vont directement vers la remplisseuse afin de les remplir par le jus d'orange, cette étape est suivie directement par le bouchage (Figure 15– Annexe 4).

Puis, on trouve le deuxième poste d'inspection qui sert à éliminer par son tour les bouteilles insuffisamment remplies (Figure16– Annexe 4).

### **2.2.4. Pasteur-refroidissement**

Celle-ci comporte quatre zones :

- Préchauffage : 65°C pendant 5 minutes.
- Pasteurisation : 95°C pendant 25 minutes.
- Pré-refroidissement : 65°C pendant 5 minutes.
- Refroidissement : 35°C pendant 10 minutes (Figure 17 – Annexe 4).

### **2.2.5. Séchage des bouteilles**

Le séchage des bouteilles se fait grâce à des ventilateurs qui se localisent à la fin du tapis de la chaîne de fabrication (Figure 18– Annexe 4). A la fin de cette étape, on trouve le poste d'inspection n°3, ce dernier sert à éliminer les bouteilles fissurées qui se désignent par l'apparition d'une mousse qui indique le développement des moisissures.

### **2.2.6. Etiquetage**

Les bouteilles vont vers l'étiqueteuse pour mettre les étiquettes (Figure 19– Annexe 4), elle est un élément essentiel :

- Elle informe le consommateur sur le produit.
- Elle contribue à la qualité de la présentation du produit.
- Elle véhicule l'image de l'entreprise.

Les informations reportées sur l'étiquette doivent être claires et doivent répondre aux normes préétablies. Mais, la réalité aujourd'hui est que même les boissons aromatisées ne contenant aucune trace de jus de fruits sont étiquetées (MESSAOUDI, 2007).

Ensuite, on trouve le datage des bouteilles et on termine par le stockage (Figure 20,21 – Annexe 4).

### **3. Prélèvement des échantillons**

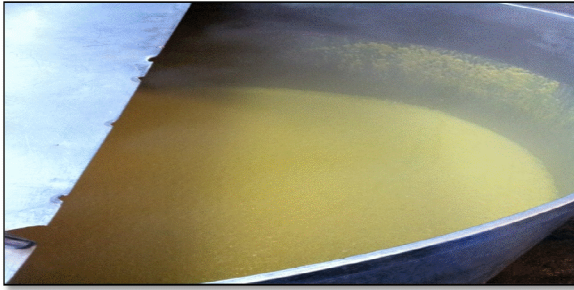
Il est préférable d'effectuer le prélèvement en fin de la fabrication ou en cours de distribution et d'indiquer sur la fiche de demande si le prélèvement a eu lieu sur la chaîne de fabrication ou au moment de la remise au consommateur en précisant l'heure de prélèvement [17]. Mais, pour rependre à notre objectif, nous avons fait plusieurs prélèvements à différents sites.

- 1.
- 2.
- 3.

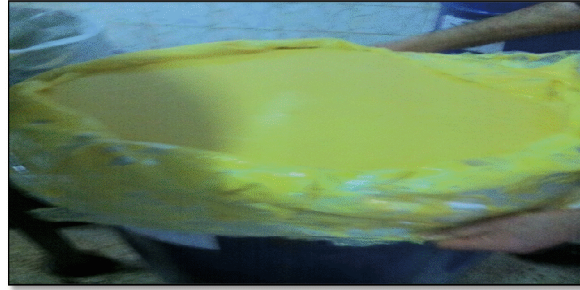
#### **3.1. Sites de prélèvement**

Nous avons fait les prélèvements au niveau de sept sites:

- Site de prélèvement n°1 : Pulpe avant stérilisation (Figure 10).
- Site de prélèvement n°2 : Pulpe après stérilisation (Figure 11).
- Site de prélèvement n°3 : Jus naturel pressé (Figure 12).
- Site de prélèvement n°4 : Jus d'orange avant pasteurisation (Figure 13).
- Site de prélèvement n°5 : Jus d'orange après pasteurisation (Figure 14).
- Site de prélèvement n°6 : Stock du jus d'orange fabriqué en Septembre (Figure 15).
- Site de prélèvement n°7 : Stock du jus d'orange fabriqué en Novembre (Figure 16).



**Figure 10** : Site de prélèvement n°1.



**Figure 11** : Site de prélèvement n°2.



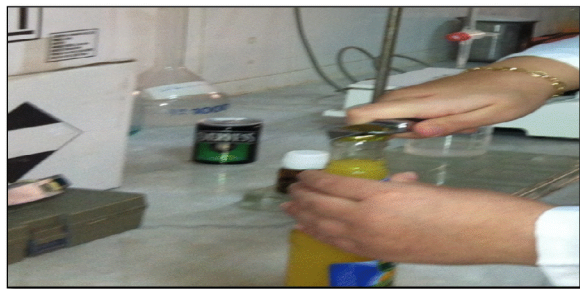
**Figure 12** : Site de prélèvement n°3.



**Figure 13** : Site de prélèvement n°4.



**Figure 14** : Site de prélèvement n°5.



**Figure 15** : Site de prélèvement n°6.



**Figure 16** : Site de prélèvement n°7.

Après chaque prélèvement, l'étiquetage est primordial pour éviter tout risque de confusion. Sur chaque étiquette l'heure, la date et l'ordre du prélèvement doivent être mentionnées. Pour assurer une bonne conservation des échantillons, il faut les transporter dans une glacière contenant des poches de glace, afin d'éviter la destruction de l'échantillon.

### **3.2. Modalités de prélèvement**

- Se laver les mains ou se désinfecter avec une lingette (ou gel hydro alcoolique).
- Utiliser des outils propres ou un ustensile du site prévu pour le service. Pour des prélèvements particuliers, désinfecter avec une lingette désinfectante.
- Mesurer la température du produit en désinfectant préalablement la sonde (en cas d'utilisation d'un thermomètre à sonde).
- Identifier les échantillons sur le conditionnement [17].

### **3.3. Conservation et acheminement**

- Si le transport peut être assuré par vos soins, utiliser des contenants isothermes munis de conservateur de froid.
- Respecter la chaîne du froid et acheminez vos échantillons le plus vite possible (durée < 1 journée) [16].

## **4. Analyses physicochimiques du jus d'orange**

1.

2.

3.

4.

### **4.1. Mesure de pH**

Le pH se mesure avec du papier pH, dont la couleur change au contact du produit à tester.

#### **➤ Protocole**

Déposer, à l'aide d'une pipette une goutte de solution à tester sur le papier pH puis observer la couleur (Figure 22– Annexe 5).

1.

2.

3.

4.

4.1.

### **4.2. Acidité titrable**

L'acidité totale se mesure par la quantité d'hydroxyde nécessaire pour amener le pH à 7,0. Par convention, le dioxyde de carbone ne fait pas partie de l'acidité totale. L'expression naturelle du résultat de la mesure d'acidité totale est en mol/L (on préfère en fait les mmol/l) [18].

Le titrage désigne le processus chimique de dosage volumétrique d'une substance constitutive dans un échantillon (par exemple les acides) à l'aide d'un réactif standard neutralisant, par exemple un alcali (NaOH) (OECD, 2005).

#### ➤ **Protocole**

- ✓ Préparer une solution composée de 10 ml de jus d'orange et 90 ml d'eau distillée.
- ✓ Faire chauffer la solution à l'aide d'une plaque chauffante pour libérer les gaz
- ✓ Ajouter 3 gouttes de phénolphtaléine.

S'assurer que le robinet de la burette est fermé, puis verser la solution de NaOH 0.1M dans la burette à l'aide d'un entonnoir jusqu'à ce qu'elle atteigne la graduation zéro.

Effectuer le titrage en versant lentement la solution de NaOH dans la solution (jus/eau) (à l'aide d'une burette de 25 ml ou d'une burette automatique) en assurant une agitation afin d'homogénéiser la solution. Cette opération est essentielle, en particulier lorsque la solution se rapproche de la neutralité. Il est important de déterminer très exactement le point de neutralité c'est-à-dire la fin du titrage, car comme la phénolphthaléine passe très rapidement de l'incolore au rose, on peut facilement dépasser la fin de la réaction, ce qui faussera le résultat du test. Il est donc important que vers la fin du titrage, la solution de NaOH soit versée goutte à goutte (Figure 23– Annexe 5) (OECD, 2005).

#### **4.3. Mesure du Brix**

Le degré Brix mesure le poids en gramme de la matière sèche soluble (principalement du sucre pour les pulpes de fruit) contenue dans 100 g de produits [18].

#### ➤ **Protocole**

Le degré Brix se mesure à l'aide d'un réfractomètre, dont on met quelques gouttes de jus d'orange sur le réfractomètre et on fait la lecture (Figure 24– Annexe 5).

#### 4.4. Densité

A l'aide d'un densimètre, dont on met ce dernier dans une pipette jaugée de 200 ml remplie avec le jus d'orange et on fait la lecture (Figure 25– Annexe 5).

#### 4.5. Température

La mesure de la température se fait à l'aide d'un thermomètre qui nous permet d'avoir la température du produit (Figure 26 – Annexe 5).

#### 4.6. Dosage de la vitamine C

4.2.

4.3.

4.4.

4.5.

4.6.

##### 4.6.1. Matériel

- ✓ Balance magnétique, agitateur magnétique
- ✓ Erlenmeyers, éprouvettes graduée, pipettes jaugée, burette graduée, béchers, bocaux opaques, verre de montre.
- ✓ Spatules.

##### ➤ Réactifs

Une solution de diiode de concentration  $C = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$  et l'empois d'amidon, nous avons utilisé ces deux réactifs pour les deux méthodes de dosage direct et indirect. Un autre réactif est le thiosulfate de sodium de concentration  $C = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$  qui est utilisé pour le dosage indirect de la vitamine C.

##### 4.6.1.1. Préparation de la solution de diiode

- Dissoudre dans une petite quantité d'eau 2,5g de KI ( $M=166,01\text{g/mol}$ ).
- Ajouter 1,27g de  $I_2$  ( $M= 253,8\text{g/mol}$ ).

- Ajouter de l'eau pour avoir un litre de solution en tout dans un bocal.

#### **4.6.1.2. Préparation d'empois d'amidon**

- Dissoudre dans 20 ml d'eau froide 2g d'amidon et bien agiter.
- Faire bouillir un litre d'eau. Lorsque celle-ci bouilli, éloigner de la source de chaleur et ajouter les 20 ml d'eau contenant l'amidon en solution, bien agiter encore une fois.
- Remettre le tout à bouillir encore quelques minutes (2 à 3 minutes).

4.

4.1.

4.2.

4.3.

4.4.

4.5.

4.6.

4.6.1.

4.6.1.1.

4.6.1.2.

#### **4.6.1.3. préparation de thiosulfate de sodium**

- Peser 0,63g de thiosulfate de sodium.
- Dissoudre dans une petite quantité d'eau distillée.
- Ajouter de l'eau distillée pour avoir 500 ml de solution.

1.

2.

3.

4.

4.1.

4.2.

4.3.

4.4.

4.5.

4.6.

4.6.1.

#### 4.6.2. Dosage direct de la vitamine C

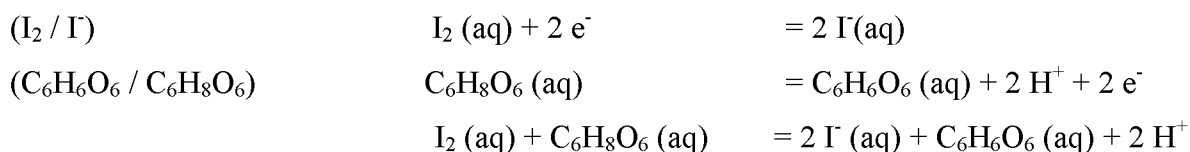
##### ➤ Principe du dosage

On fait réagir un volume connu de jus d'orange filtré avec du diiode introduit en quantité connue. Le diiode dissous étant la seule espèce colorée en solution, l'équivalence est repérée par le changement de teinte dû au changement de la nature du réactif limitant [19].

##### • Protocole

- Introduire dans un erlenmeyer, un volume  $V_1 = 10$  ml de jus et 2,5 ml d'empois d'amidon.
- Ajouter 50 ml d'eau distillée.
- Remplir une burette graduée avec la solution de diiode de concentration  $C_2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$ .
- Faire un dosage rapide puis un dosage précis. Soit  $V_{2E}$  le volume équivalent mesuré (Figure 27- Annexe 6).

##### • Equation de la réaction du dosage





- **Expression des résultats**

Le volume de diiode versé est mesuré pour les sept sites, sachant que la manipulation est répétée trois fois, en calculant la moyenne et l'écart-type pour chaque site (Tableau 1 –Annexe 8).

- La quantité  $n_1$  de vitamine C présente dans le prélèvement dosé

Pour  $V_1 = 10,0$  ml du jus d'orange:  $n_1 (\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = n_{\text{eq}} (\text{I}_2)$   $n_1 (\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = C_2 \times V_{2,\text{eq}}$  (Tableau 2-Annexe 8).

- La quantité  $n_0$  de vitamine C dans le jus d'orange

Pour un volume de 100 ml du jus d'orange:  $n_0 = (n_1 \times v_0) / v_1$ , pour  $v_0 = 100$  ml (Tableau 3-Annexe 8).

- La masse de la vitamine C contenue dans le jus

$m = n_0 \times M$  (Tableau 4 - Annexe 8)

$n_1$  : quantité de la vitamine C présente dans le prélèvement dosé.

$V_1$  : Volume du prélèvement dosé.

$n_{\text{eq}}$  : Quantité de  $\text{I}_2$  mesurée.

$C_2$  : Concentration de la solution de diiode.

$V_{2,\text{eq}}$  : Volume équivalent mesuré.

$n_0$  : Quantité de vitamine c dans le jus d'orange.

$V_0$  : Volume du jus d'orange.

$m$  : Masse de la vitamine c.

$M$  : La masse molaire de l'acide ascorbique.

#### **4.6.3. Dosage indirect de la vitamine C**

- Principe du dosage

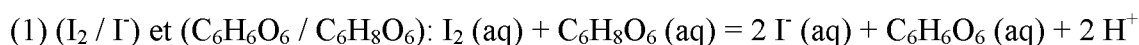
La technique utilisée est celle du dosage rédox par retour. Un volume connu de jus de fruit est mis en présence d'une quantité connue de diiode en excès. La totalité de la vitamine C réagit avec le diiode en excès et le diiode restant est dosé par une solution de thiosulfate de sodium  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  [19].

- Protocole

Dans un erlenmeyer, introduire avec une pipette jaugée  $V_1 = 10,0$  ml de jus. Ajouter 2,5 ml d'empois d'amidon. Ajouter avec la burette graduée, un volume  $V_2 = 15,0$  ml de diiode de concentration  $C_2$ . La solution est alors noire. Nettoyer la burette graduée, la rincer et la remplir avec une solution de thiosulfate de sodium à  $C_3 = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$  et doser la solution jusqu'à disparition complète de la coloration noire. Faire un dosage rapide puis un dosage précis. Noter le volume  $V_{3E}$  de thiosulfate de sodium versé à l'équivalence (Figure 28 –Annexe 7).

➤ **Expression des résultats**

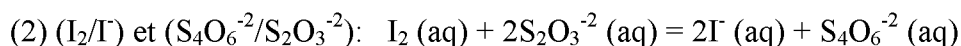
- L'équation bilan de la réaction d'oxydoréduction entre  $(\text{I}_2 / \text{I}^-)$  et  $(\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6 / \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)$  :



- La relation entre  $n(\text{I}_2)$  ayant réagi avec la vitamine C et  $n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)$  :

De l'équation (1) on a:  $n_1(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = n(\text{I}_2)$  ayant réagi avec la vitamine C

- L'équation bilan de la réaction d'oxydoréduction entre  $(\text{I}_2 / \text{I}^-)$  et  $(\text{S}_4\text{O}_6^{2-} / \text{S}_2\text{O}_3^{2-})$  :



- La relation entre  $n(\text{I}_2)$  ayant réagi avec la vitamine C et  $n(\text{I}_2)$  ayant réagi avec l'ion thiosulfate

De l'équation (2) on a :  $n(\text{I}_2)$  ayant réagi avec l'ion thiosulfate =  $n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})/2$

- La relation entre:  $n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)$ ,  $n(\text{I}_2)$  total et  $n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$  à l'équivalence

$n(\text{I}_2)$  total =  $n(\text{I}_2)$  ayant réagit avec la vitamine C +  $n(\text{I}_2)$  ayant réagit avec l'ion thiosulfate.

On en déduit la relation entre:  $n(\text{I}_2)$  total =  $n_1(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) + n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$ .

- La quantité  $n_1$  de vitamine C pour le volume  $V_1$  de jus d'orange

Pour un volume d'équivalence :  $V_{3,eq}$  (Tableau 5 – Annexe 9).

$$n_1(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = n(\text{I}_2) \text{ total} - n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) / 2$$

$$n_1(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = C_2 \times V_2 - (C_3 \times V_{3,eq}) / 2 \text{ (Tableau 6- Annexe 9).}$$

- Quantité  $n_0$  de vitamine C pour le volume  $V_0 = 100$  mL de jus d'orange

$$n_0 = (n_1 \times v_0) / V_1 \text{ (Tableau 7 -Annexe 9).}$$

- La masse de vitamine C, en mg, dans la totalité du jus d'orange :

$$\text{La masse de vitamine C, } m = n_0 \times M \text{ (Tableau 8 – Annexe 9).}$$

**✚ Remarque**

Les deux méthodes sont appliquées sur les sept échantillons et nous avons refait la manipulation trois fois pour chaque prélèvement.



# RESULTATS ET DISCUSSION

---

Cette partie est consacrée à la discussion des résultats des analyses physico-chimiques et du dosage direct et indirect de la vitamine C effectuées sur les échantillons des jus au mois de février 2014.

## **1. Analyses physicochimiques**

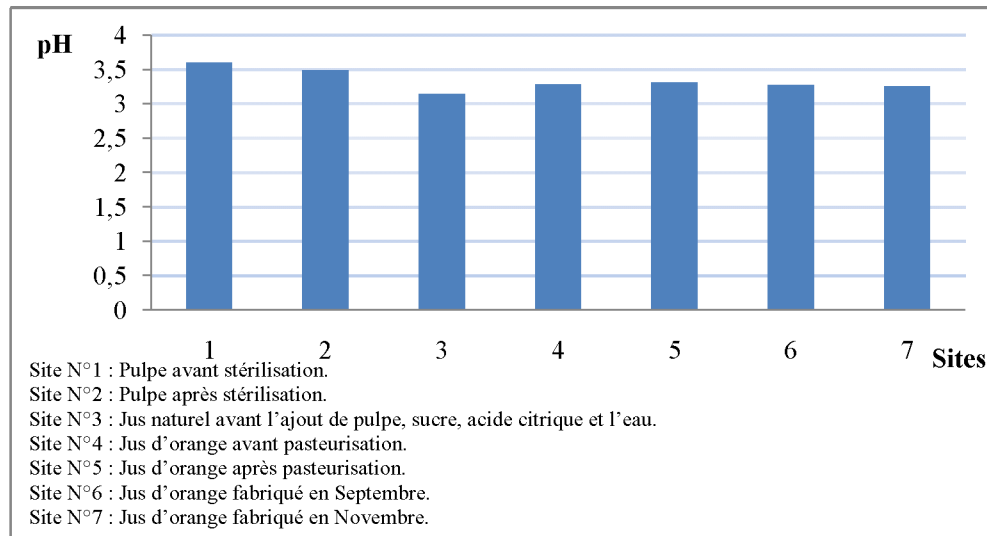
### **1.1. Potentiel d'hydrogène**

Les valeurs obtenues au niveau des sept sites indiquent que le pH est en général acide [3,14 - 3,6] (Figure 17).

Nous notons que la variation de ces valeurs n'est pas vraiment sensible dans tous les sites de prélèvement, en restant toujours dans la norme Algérienne qui impose un pH entre 3 - 4.

Les sites 1 et 2 présentent le pH le plus élevé par rapport aux sites 4, 5, 6 et 7, le site 3 qui présente le pH le plus bas car le jus naturel riche en acides organiques par rapport à la pulpe ou aux produits de formulation où connaissent une addition d'eau traitée.

Le pH de la pulpe reste stable après la stérilisation. De même, le pH du jus d'orange n'est pas influencé par la pasteurisation. Nous constatons dans le stock du mois de septembre et de novembre, que le pH reste stable ce qui signifie que celui-ci dépend essentiellement de la matière première du produit et sa teneur en acides organiques.

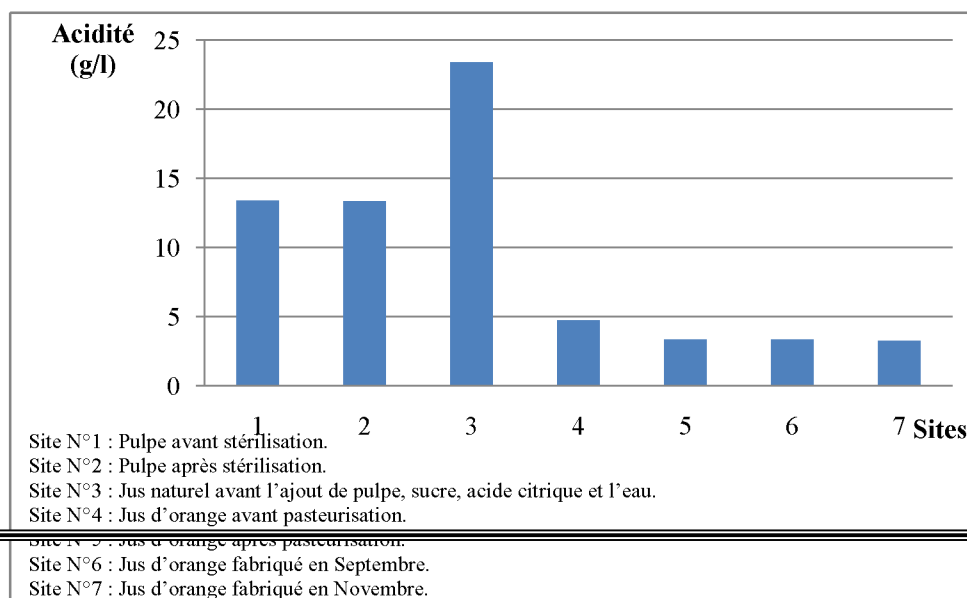


**Figure 17:** Variation de pH au niveau des sites de prélèvement.

## 1.2. Acidité titrable

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que l'acidité titrable des sites : 1, 2 et 3 est plus élevée par rapport aux autres sites (Figure 18). On peut expliquer ça par la richesse des trois

produits  
acides



par les

organiques par rapport aux autres produit qui connaissent une dilution par l'addition de l'eau traitée au cours de formulation de jus d'orange au niveau des trois premiers sites de prélèvements, à cause de l'addition de l'acide citrique quant aux les autres sites restent toujours dans la norme Algérienne qui recommande une teneur comprise entre 6 – 16 g/l.

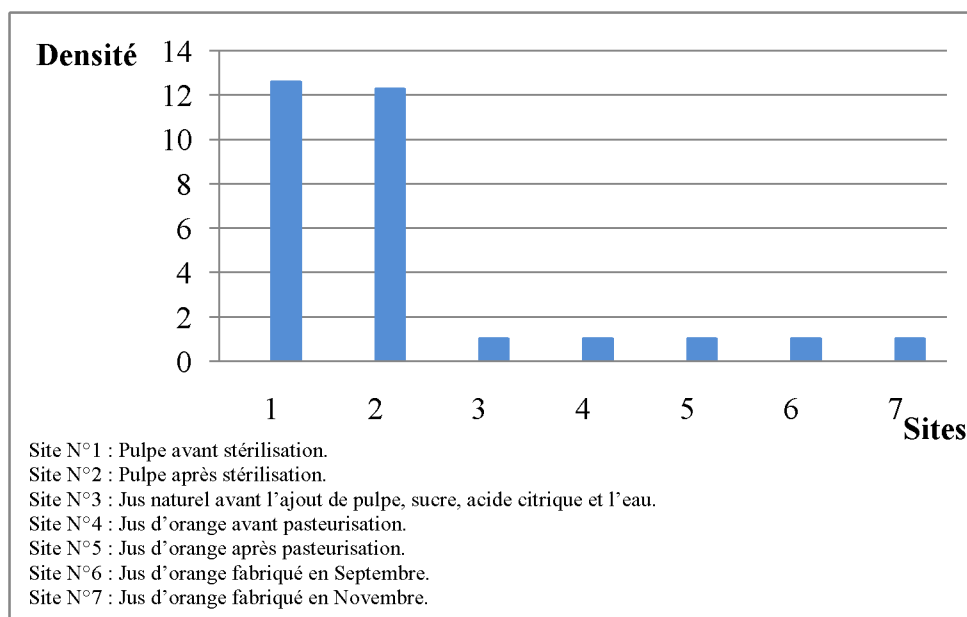
**Figure 18:** Variation d'acidité titrable au niveau des sites de prélèvement.

### **1.3. Densité**

Selon les valeurs requises, nous observons une variance remarquable entre les deux premiers sites et les autres échantillons (Figure 19). Cela peut être justifié par la texture de la

pulpe qui est évidemment plus élevée et plus dense que celle du jus d'orange dans les autres sites. Quant à la densité des autres sites reste toujours dans la norme Algérienne qui impose une valeur supérieure ou égale à 1,04 à 20°C. Nous remarquons également une légère diminution de la densité entre les sites 1 et 2 et cela due à la dégradation des cellules de la pulpe sous l'influence de la stérilisation.

L'analyse de la figure 19 montre que la pasteurisation n'a pas d'influence remarquable sur la densité du jus d'orange. La diminution brutale de la densité entre les sites 1 et 2 et les autres sites due à la dilution par l'addition de l'eau.

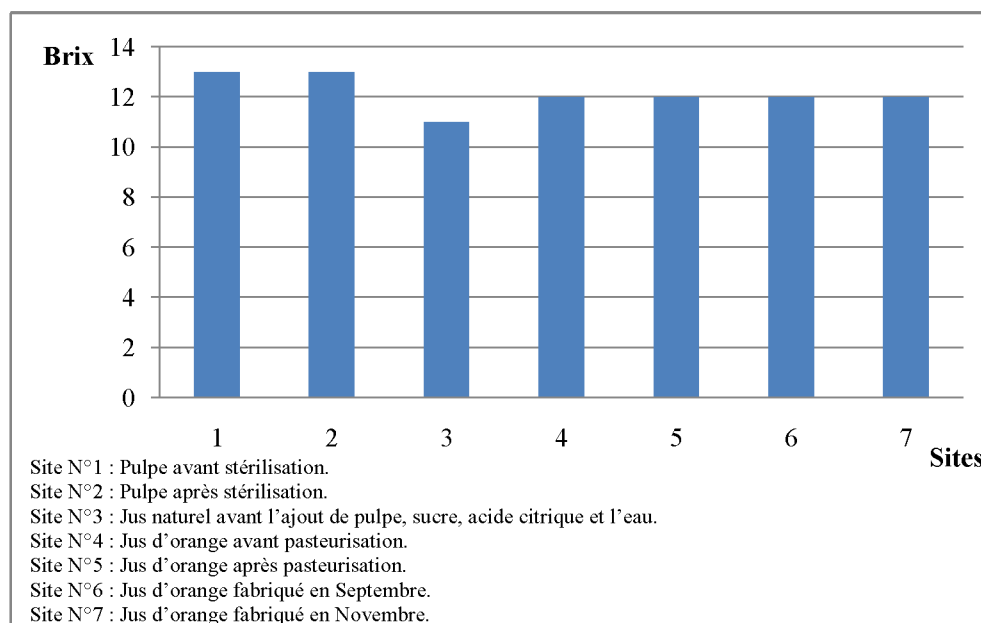


**Figure 19 :** Variation de la densité entre les sites de prélèvement.

#### 1.4. Brix

Les résultats acquis démontrent que le Brix est généralement constant entre tous les sites de prélèvements dans un intervalle [11-13], en se tenant continuellement dans la norme Algérienne qui tolère le taux supérieur ou égal à 10,2%. (Figure 20).

Nous constatons que le Brix de la pulpe est plus élevé que d'autres produits et cela due à la concentration des sucres de pulpe, contrairement au produit 3 qui connaît une dilution. Le Brix des sites 4, 5, 6, 7 est plus grand que le produit du site 3 et cela revient à l'addition du saccharose dans ces produits au cours de formulation.



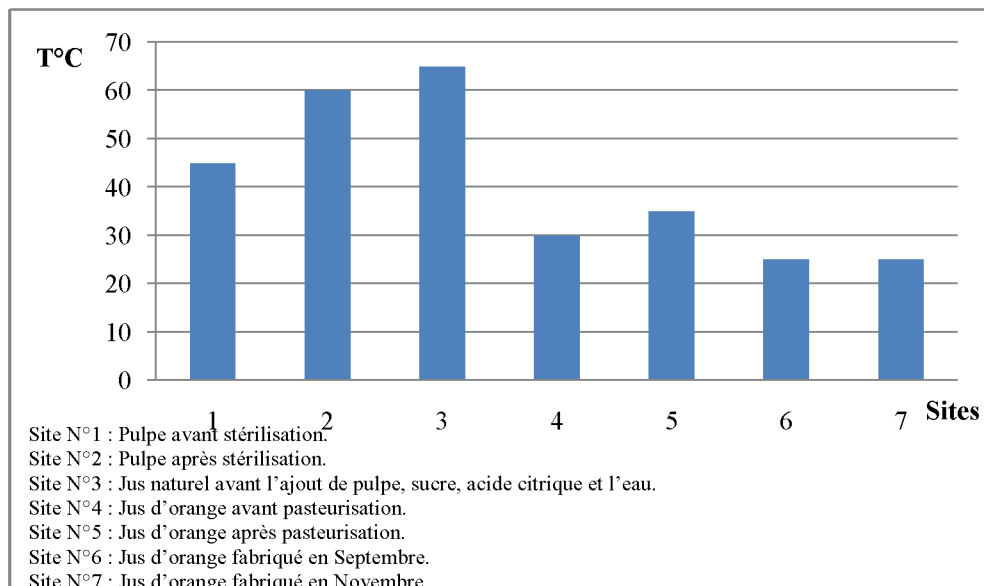
**Figure 20 :** Variation du Brix entre les sites de prélèvement.

### 1.5. Température

D'après les résultats des analyses (Figure 21), nous constatons que la température de la pulpe en site 2 est plus élevée à celle de la pulpe en site 1 et cela due au traitement de stérilisation que la pulpe a déjà subi.

Nous remarquons, également une augmentation de la température du jus d'orange au site 5 par rapport au site 4 car, le premier a connaît préalablement un traitement de pasteurisation (traitement thermique). Par contre, la température de jus d'orange est au voisinage de 25°C. C'est la température de stockage de produit (stockage à température ambiante).



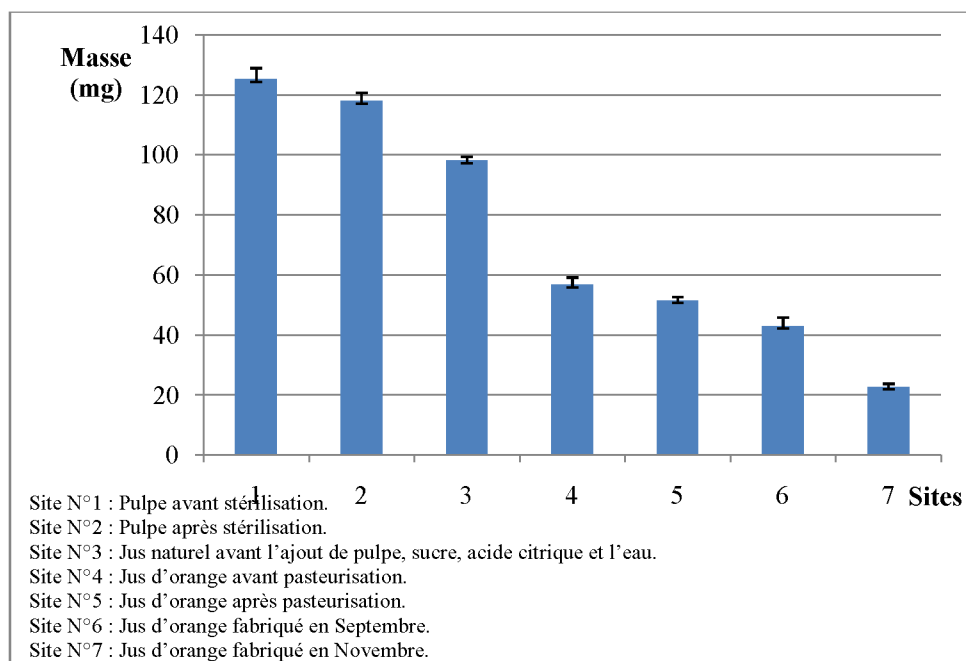


**Figure 21:** Variation de la température entre les sites de prélèvement.

## 2. Dosage de la vitamine C

### 2.1. Dosage direct

D'après les résultats obtenus du dosage direct, on remarque que le taux de la vitamine C se dégrade ou bien se diminue après chaque étape de fabrication de jus dont on trouve dans la figure 22 :

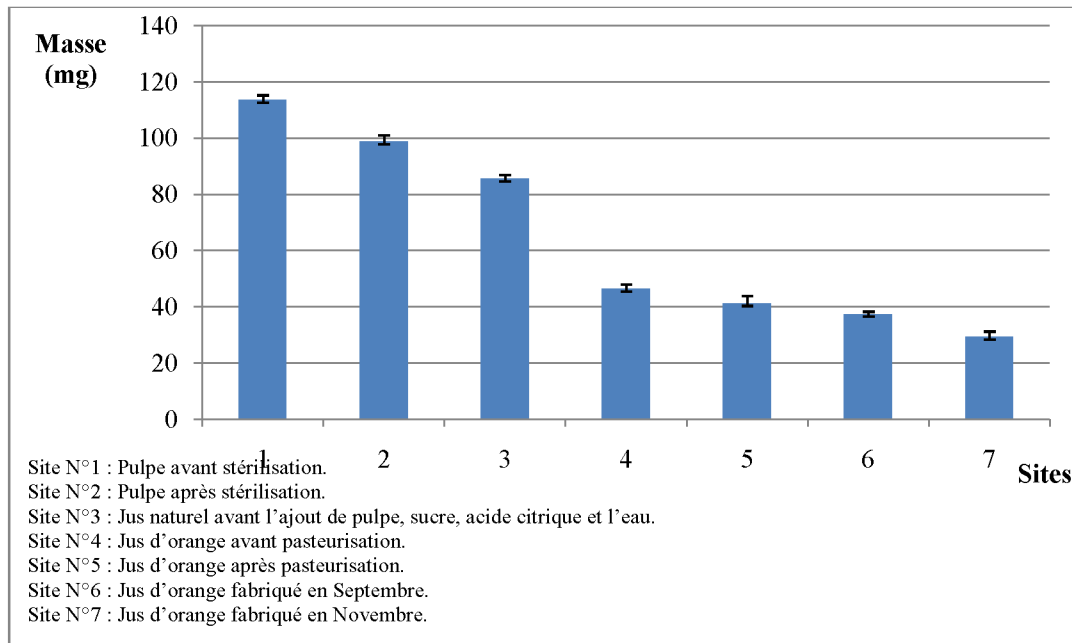


**Figure 22 :** Masse de la vitamine C contenue dans le jus dans les sept sites de prélèvement.

## 2.2. Dosage indirect

D'après les valeurs acquises du dosage indirect, on remarque que le taux de la vitamine C se diminue après chaque étape de fabrication de jus dont on trouve dans la figure 22 :

- 1.
2.
  - 2.1.
  - 2.2.



**Figure 23** : Masse de la vitamine C contenue dans le jus dans les sept sites de prélèvement.

A la lumière des résultats obtenus du dosage direct et indirect de la vitamine C, nous remarquons que le taux de cette molécule diffère d'un site à un autre dont on trouve sa teneur dans le site 1 qui représente la pulpe avant stérilisation est supérieure à celle du deuxième site (pulpe après stérilisation). Et ceci due à la présence d'un traitement thermique qui dégrade la vitamine C. Selon BERLINE (2006), l'oxydation de l'acide ascorbique est favorisée par la température.

Le procédé thermique a un effet négatif sur les caractéristiques nutritionnelles et sensorielles des jus (POLYDERA *et al.* 2003). Ceci nous incite à penser que le procédé de pasteurisation a un fort effet sur la perte de la vitamine C.

Aussi, nous observons une diminution appréciable dans le troisième site qui désigne le jus naturel pressé. Cette diminution peut être expliquée par l'application de la chaleur et de la

pression lors de pressage de fruit afin d'obtenir du jus naturel. Ces conditions favorisent l'oxydation de la vitamine C et sa dégradation en diminuant sa teneur dans le jus naturel.

Au niveau des sites 4 et 5 (jus avant et après pasteurisation), nous constatons une diminution brutale par rapport aux sites 1,2 et 3, cette constatation peut être justifiée par la dégradation de la vitamine C par une oxydation au cours de la fabrication de jus d'orange à partir du jus naturel, de pulpe, de sucre et de l'eau. Cette dernière qui a une influence sur cette vitamine en favorisant son oxydation en présence des ions métalliques.

Egalement, il ne faut pas oublier l'effet d'agitation lors de la formulation du jus d'orange, ce qui incorpore l'oxygène et par conséquent favorisant la dégradation de la vitamine C. Selon BERLINET (2006), l'oxydation de l'acide ascorbique est favorisée par la présence d'ions métalliques et la teneur en oxygène dissous.

Selon DHUIQUE-MAYER *et al.* (2007) cité par VAN BREE *et al.* (2012) le taux de dégradation de la vitamine C est fortement affecté par la concentration en oxygène dissous.

En effet, nous voyons une perte importante sur le plan du sixième et septième site (jus fabriqué en septembre et jus fabriqué en novembre).

Ces écarts dans les résultats obtenus peuvent s'expliquer par divers facteurs, en précisant les procédés de fabrication du jus d'orange.

La différence entre les sites 1, 2, 3, 4 et 5 peut être expliquée par le procédé de pasteurisation qui a une influence sur la vitamine C, sachant que cette dernière est une molécule thermolabile alors elle est très sensible à la chaleur.

NAIM *et al.* (1997), à l'échelle pilote, observe une dégradation d'acide L-ascorbique de 11 % après une pasteurisation à 90- 92°C pendant 30s.

Il s'avère donc, que les teneurs en vitamine C sont peu affectées par le traitement de flash-pasteurisation.

Aussi, la vitamine C est extrêmement sensible à l'oxygène de l'air, à la chaleur, à l'ionisation et au pH neutre ou alcalin

Selon BERLINET (2006), la fabrication du jus à base de concentré, la qualité de l'eau utilisée (ions métalliques) est de première importance. Lors de la dilution du concentré et lors de l'ajout des fractions aromatiques, l'agitation et la vitesse de pompage doivent être soigneusement contrôlées afin de limiter l'incorporation d'oxygène dans le jus.

Par contre, la dégradation de la vitamine C au niveau des sites 6 et 7 peut être due à un entreposage de longue durée où le produit est soumis à des conditions climatiques défavorables (chaleur, lumière).

L'effet de l'exposition à la lumière sur la stabilité de la vitamine C reste controversé. SATARR *et al.* (1989) cité par BERLINET (2006) ont montré que la lumière artificielle (lumière fluorescente d'intensité 540-650 lux) avait un effet sur les pertes en vitamine C dans des jus d'orange modèles (contenant de l'acide citrique, du sucre, de l'acide ascorbique et de l'eau) stockées dans des bouteilles en verre à température ambiante (25-30°C) pendant 32 jours.

En outre, pendant le stockage des jus l'acide ascorbique est dégradé, après deux voies consécutives ou parallèles, aérobies et anaérobies, en fonction des conditions du stockage, l'emballage et la méthode de traitement utilisée lors de la production (POLYDERA *et al.* 2003).

D'autres auteurs ont signalé que la vitamine C est plus stable dans les jus de fruits stockés dans des bouteilles en verre par rapport à l'entreposage dans des matériaux d'emballage de polymère comme le polyéthylène (PE), polystyrène (PS) et même des conteneurs en carton en raison de la perméabilité à l'oxygène qui est plus élevée dans ces matériaux (AYHAN *et al.*, 2001 cité par VAN BREE *et al.* 2012).

---

# Conclusion

---

## **Conclusion**

Au cours de ce travail, nous avons contribué à la détermination d'éventuelle dégradation de la vitamine C du jus d'orange préparé au niveau de l'unité SIJIKO – SKIKDA en fonction du procédé de fabrication.

A travers les résultats obtenus au cours de cette étude, il semble que les paramètres physicochimiques : pH, Brix, acidité, densité et température du jus d'orange reste conforme à la norme Algérienne.

Notant que le pH et le Brix restent pratiquement stables pendant toutes les étapes de fabrication du jus d'orange par rapport à l'acidité, à la densité et à la température qui diffèrent d'un site à un autre.

Les résultats du dosage direct et indirect de la vitamine C, ont montré qu'il existe une dégradation de cette molécule au fur et à mesure des différentes étapes de fabrication du jus d'orange.

Il s'avère que les traitements thermiques tels que la pasteurisation et la stérilisation ont une influence majeure sur la dégradation d'une partie de l'acide ascorbique. Cette dégradation s'effectue en milieu acide soit en aérobiose ou en anaérobiose.

De même, l'incorporation d'oxygène de l'air peut facilement altérer la vitamine C, surtout lors de l'agitation et du pompage du jus d'orange.

De plus, la durée du stockage joue un rôle très important dans la perte de la vitamine C, dont nous avons trouvé une chute dans la quantité de la vitamine C au niveau du jus stocké.

Une bonne qualité nutritionnelle du produit est possible, si les paramètres sont parfaitement maîtrisés :

- ✓ Respecter les conditions de préparation ;
- ✓ Effectuer une bonne désaération ;
- ✓ Conserver le produit à des températures modérées ;

- ✓ Consommer le jus d'orange à l'état frais pour bénéficier de l'activité de la vitamine C ;
- ✓ Ajouter de l'acide ascorbique à la fin du procédé de formulation du jus d'orange afin de récupérer la quantité de la vitamine C perdue lors du traitement thermique.

Enfin, cette étude peut être complétée par :

- ✓ Evaluer la qualité nutritionnelle du produit ;
- ✓ Evaluer la qualité organoleptique du jus d'orange ;
- ✓ Optimiser les conditions du stockage ;
- ✓ Déterminer l'effet de l'emballage sur la stabilité de la vitamine C.

---

Références

Bibliographiques



---

## Références Bibliographiques

1. **ANONYME, 2005.** Ordonnance du D.F.I. sur les boissons sans alcool en particulier thé, infusions, café, jus, sirops, limonades. Ed. DFI, 36 pages.
2. **ARCTANDER S., 1969.** Perfume and Flavor Chemicals. Ed. Montclair, 367 pages.
3. **AURELIO D. L., 2002. Caractérisation et optimisation de la flaveur du jus d'orange non fait de concentré.** Thèse de doctorat. Ed. Université LAVAL, 191 pages.
4. **BEDOUET M., 2013.** Les jus de fruits, a boire et a manger. Ed. l'IRSA, 24 pages.
5. **BENAICHE J., 2001.** Jus d'orange concentré : extraction et conservation. [<http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agro-th2/filiere-de-production-produits-d-origine-vegetale-42433210/jus-d-orange-concentre-extraction-et-conservation-f6280/#>] Consulté le 12 /11/2013
6. **BERLINET C., 2006.** Etude de l'influence de l'emballage et de la matrice sur la qualité du jus d'orange. Thèse de doctorat, Ed. ENSIA, 286 pages.
7. **BILLIAU L., CONSTANT M., MATTAIGNE A., NZEZA R., VANHAMME E., VERACHTEN P., VERCAUTEREN A. et WUIDART A., 2011.** La vitamine C porte ses fruits. Université libre de Bruxelles, 1 page.
8. **BOUDOUHI R., FERREIRA C., MOREL E., SZYMANSKI A. et TIZAOUI S., 2005.** Aliments Fonctionnels : « Réalité et/ou Allégation ». Ed. USTL-Lille, 179 pages.
9. **BOUROKAA A., 2012.** Etude biochimique de l'adultération du jus de fruits. Ed. Université de Carthage, 89 pages.

10. **CACHAU-HERREILLAT D., 2009.** Des expériences de la famille acide-base: Réussir, exploiter et commenter 50 manipulations de chimie. Ed. Boeck, 336 pages.
11. **CENDRES A., 2011.** Procédé novateur d'extraction de jus de fruits par micro-onde : viabilité de fabrication et qualité nutritionnelle des jus. Ed. INRA, 227 pages.
12. **CESARIN J. P., 2005.** Le sélénium: actualités. Ed. John Libby, 123 pages.
13. **FAO et OMS., 2013.** Norme générale codex pour les jus et les nectars de fruits. Ed. FAO, Italie, 19 pages.
14. **GAULIER C., 2010.** Lutte contre la carence en vitamine C : Les moyens d'action du médecin coordonnateur mémoire de doctorat ; Ed. Université René Descartes- Paris 5, 112 pages.
15. **GRASSET E. in BOULLIER A., 1994.** Enseignement de la nutrition. Ed. CORLET, 121 pages.
16. **HAMANI A., 2011.** Industrie algérienne des jus de fruits, nectars et produits dérivés. Ed. APAB, 43 pages.
17. **HUBERT R., 2010.** Réactions de Maillard et production d'arômes endogènes. Ed. ENSIA, 105 pages.
18. **KACEM B., CORNELL J.A., MARSHALL M.R., SHIREMAN R.B., MATTHEWS R.F., 1987.** Nonenzymatic browning in aseptically packaged orange drinks: effect of ascorbic acid, amino acids and oxygen. *Journal of Food Science*, 52 (6), p: 1668-1672.
19. **LEMERINI W., 2005.** Contribution à l'étude des paramètres cinétiques de l'ascorbate oxydase de courgette verte (*Cucurbita pepo medullosa* ). Ebauche d'un capteur optique pour le dosage de l'acide ascorbique. Mémoire de magister. Ed. Université Abou-Bekr Belkaid, Tlemcen, 147 pages.
20. **MESSAOUDI Z., 2007.** Les règles d'étiquetage des jus, nectars et boissons aux fruits [<http://www.mincommerce.gov.dz/seminaire/etiqtjus.pdf>] Consulté le 17/03/2014.
21. **NAIM M., SCHUTZ O., ZEHAVI U., ROUSEFF R.L. et HALEVA-TOLEDO E., 1997.** Effects of orange juice fortification with thiols on p-vinylguaiacol formation, ascorbic-acid degradation, browning, and acceptance during pasteurization and storage under moderate conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45 (5), p:1861-1867.

22. **NATHAN P., 2009.** Le point sur la vitamine C, éviter les carences.[  
[http://www.docvadis.fr/paule-nathan/document/paule-nathan/le\\_point\\_sur\\_la\\_vitamine\\_c/fr/metadata/files/0/file/Nutrition%20%26%20P%C3%A9diatrie%20-%20La%20vitamine%20C.pdf](http://www.docvadis.fr/paule-nathan/document/paule-nathan/le_point_sur_la_vitamine_c/fr/metadata/files/0/file/Nutrition%20%26%20P%C3%A9diatrie%20-%20La%20vitamine%20C.pdf)] consulté le 12 /11/2013
23. **NOUT R., Van BOEKEL T. et HOUNHOUGAN J. 2003.** Les aliments transformation, conservation et qualité. Ed. BACKHUYS, p 39.
24. **OECD, 2005.** Orientation pour la réalisation des tests objectifs visant à déterminer la qualité interne des fruits et légumes frais et secs et séchés. OECD, 38 pages.
25. **POLYDERA A.C., STOFOROS N.G. ET TAOUKIS P.S., 2003.** Comparative shelf life study and vitamin C loss kinetics in pasteurised and high pressure processed reconstituted orange juice. Journal of Food Engineering 60, p 21–29.
26. **RICHARD H., GIAMPAOLI P., TOULEMONDE B. et DUQUENOY A., 2000.** Flaveurs et procédés de caisson. Ed. ENSIA, 68 pages.
27. **VAN BREE I., BAETENS J.M., SAMAPUNDO S., DEVLIEGHIERE F., LALEMAN R., VANDEKINDEREN I., NOSEDA B., XHAFERI R., DE BAETS B. ET DE MEULENAER B., 2012.** Modelling the degradation kinetics of vitamin C in fruit juice in relation to the initial headspace oxygen concentration. Food Chemistry 134, p 207-2014.

### **Sites web**

[1] Vitamine C - Julien Tap

[[julientap.free.fr/travail\\_fichiers/Vitamine\\_C.pdf](http://julientap.free.fr/travail_fichiers/Vitamine_C.pdf)] Consulté le 12 /11/2013.

[2] Les jus

[<http://fcorpet.free.fr/Denis/CoursHidaoaHaccpHygieneSécuritéQualitéAliments.html>] Consulté le 16/11/2013.

[3] Excellente composition d'oranges

[[http://de-citron.ertk.info/index/excellente\\_composition\\_d39oranges.html](http://de-citron.ertk.info/index/excellente_composition_d39oranges.html)] Consulté le 12 /11/2013.

[4] Les Vitamines - Bio C'bon

[<http://www.bio-c-bon.eu/images/fiches/vitamines.pdf>] Consulté le 12 /11/2013.

[5] Les vitamines

[[http://umvf.univ-nantes.fr/nutrition/enseignement/nutrition\\_10/site/html/cours.pdf](http://umvf.univ-nantes.fr/nutrition/enseignement/nutrition_10/site/html/cours.pdf)] Consulté le 25 /11/2013.

**[6] Cours - un3s - campus numeriques**

[[http://umvf.univ-nantes.fr/nutrition/enseignement/nutrition\\_10/site/html/1.html](http://umvf.univ-nantes.fr/nutrition/enseignement/nutrition_10/site/html/1.html)] Consulté le 12 /11/2013.

**[7] La vitamine C ou Acide L-ascorbique (2ème partie)**

[<http://www.caducee.net/Fiches-techniques/vitamineC-2.asp#livre1>] Consulté le 12 /11/2013.

**[8] Health**

[<http://www.zumex.be/health.jsf?nav=6&lang=3>] Consulté le 12 /11/2013.

**[9] Les vitamines**

[<http://www.lacuisinedeluna.com/trucs-et-astuces/les-vitamines/16-les-vitamines.html>] Consulté le 12 /11/2013.

**[10] Attention aux excès carnassiers !**

[<http://ma-sante-naturelle.com/index.php?/articles/blog/Page-3.html>] Consulté le 12 /11/2013.

**[11] La vitamine C - Le Jus d'orange**

[[jus-d-orange.e-monsite.com/pages/la-vitamine-c.html](http://jus-d-orange.e-monsite.com/pages/la-vitamine-c.html)] Consulté le 25 /11/2013.

**[12] La vitamine C dans tous ses états**

[<http://www.bassinperinee.net/article-35.html>] Consulté le 25 /11/2013.

**[13] Vitamine C : fonction, besoins et carence - Caducee**

[[www.caducee.net/Fiches-techniques/vitamineC-1.asp](http://www.caducee.net/Fiches-techniques/vitamineC-1.asp)] Consulté le 12 /11/2013.

**[14] Vitamine C - Nutri-Facts.org**

[[http://www.nutri-facts.org/fileadmin/redacteur/pdf/PDF\\_At\\_a\\_Glance/FR/Vitamine\\_C\\_PDF.pdf](http://www.nutri-facts.org/fileadmin/redacteur/pdf/PDF_At_a_Glance/FR/Vitamine_C_PDF.pdf)] Consulté le 25 /11/2013.

**[15] Vitamines et minéraux - Paroles Vivantes**

[[www.parolesvivantes.com/sante\\_complements.htm](http://www.parolesvivantes.com/sante_complements.htm)] Consulté le 12 /11/2013.

**[16] Les jus et boissons à l'ananas**

[<http://infotpa.gret.org/fileadmin/fiches/cta26.pdf>] Consulté le 15/03/2014.

**[17]** Informations relatives au prélèvement et à l'acheminement des échantillons alimentaires et de surfaces en vue d'une analyse bactériologique.

[[www.labo-veto-haute-garonne.fr/site\\_docs/.../I-TE-05\\_BACRev01.pdf](http://www.labo-veto-haute-garonne.fr/site_docs/.../I-TE-05_BACRev01.pdf)] Consulté le 17/03/2014.

**[18]** Dosage de l'acidité totale

[<http://www.vignevin-sudouest.com/services-professionnels/methode-analyse/dosage-acidite-totale.php>] Consulté le 15/03/2014.

**[19]** Dosage de la vitamine C

[<http://webetab.ac-bordeaux.fr/Etablissement/LJay/pedagogie/disciplines/phychi/chimie/divers/SEQUENCE05%20dosagevitamineC1STL.pdf>] Consulté le 15/03/2014.

---

# Annexes

---

## Annexes

### Annexe 1

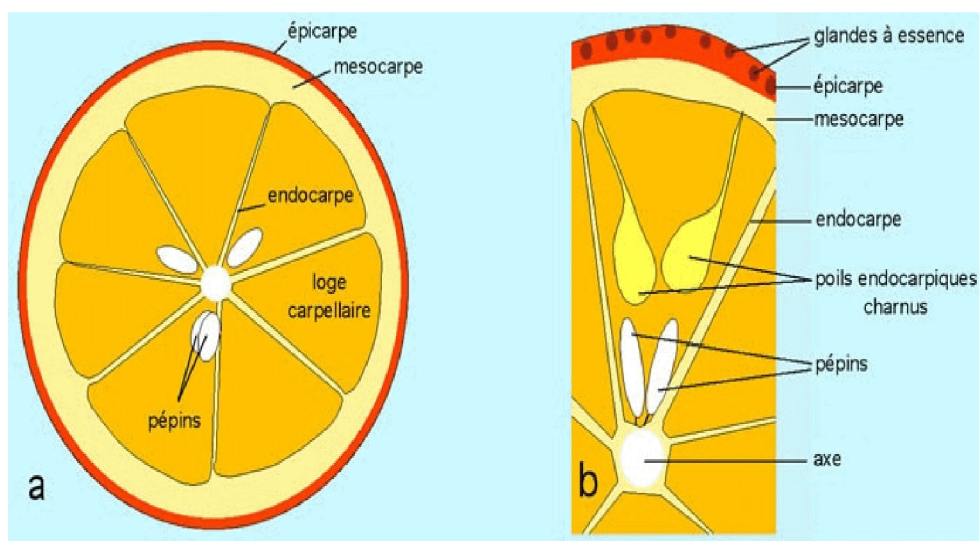


Figure 01: Coupe transversale schématique d'une orange (a) et détail (b)

### Annexe 2





**Figure 02** : Situation géographique de l'usine SJICO. (Google earth ,2014)

### **Annexe 3**



**Figure 03** : Lavage et triage des oranges.



**Figure 04** : Broyage des oranges



**Figure 05** : Tamisage du broyat.



**Figure 06** : Tamis de la pulpe.

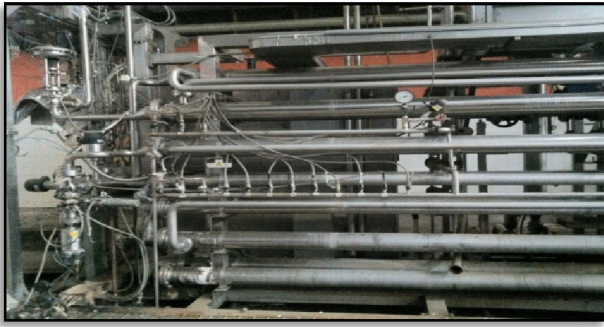


**Figure 07** : Monobloc aseptique.

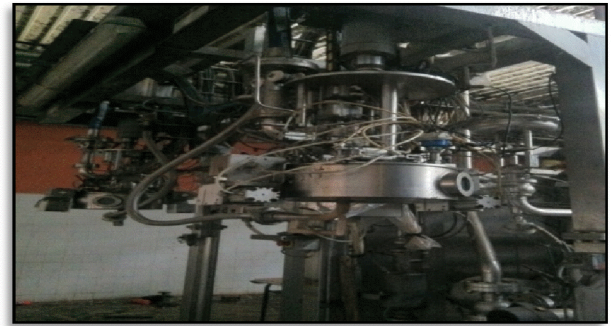


**Figure 08** : Désaérateur.





**Figure 09 :**  
chaude dans  
Remplisseuse.  
des  
courant.



Stérilisation par l'eau  
**Figure 10 :**  
tuyaux à contre

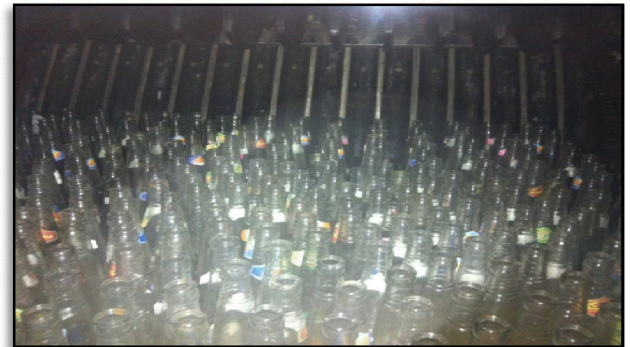


**Figure 11 :** Stocke de la pulpe.

#### Annexe 4



**Figure 12 :** Préparation du jus d'orange.



**Figure 13 :** Lavage des bouteilles.



**Figure 14 :** Poste d'inspection n°1.

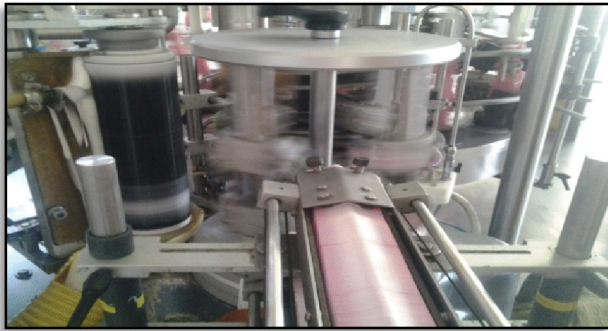


**Figure 15 :** Remplissage des bouteilles





**Figure 16 :**  
Bouchage des bouteilles



s. **Figure 17 :** Pasteurisation du jus d'orange .

**Figure 18:** Séchage des bouteilles

**Figure 19:** Etiquetage des bouteilles du jus



**Figure 20 :** Dateur.



**Figure 21 :** Stocke du jus d'orange.

## Annexe 5



Figure 22 : Mesure du pH du jus d'orange avec du papier pH

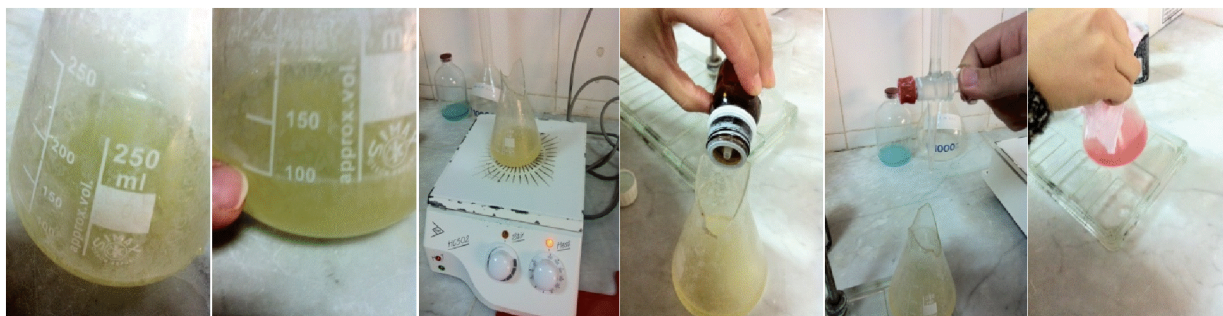


Figure 23 : Mesure de l'acidité titrable du jus

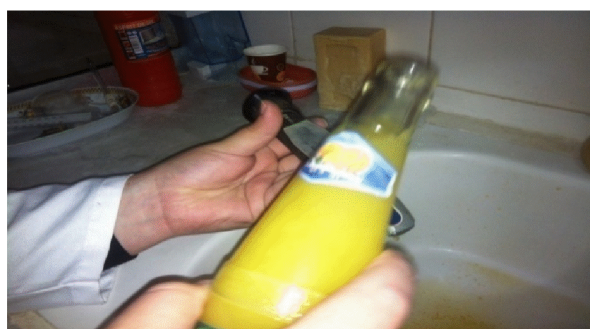


Figure 24 : Mesure du Brix du jus d'orange.

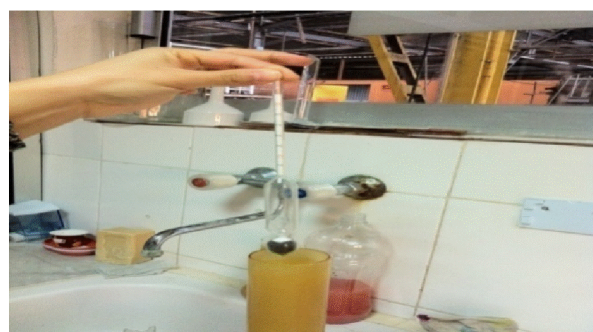
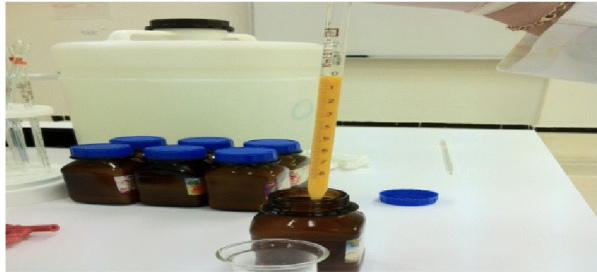


Figure 25 : Mesure de densité.

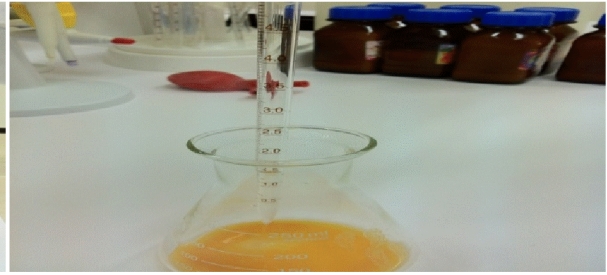
## Annexe 6

d'orange

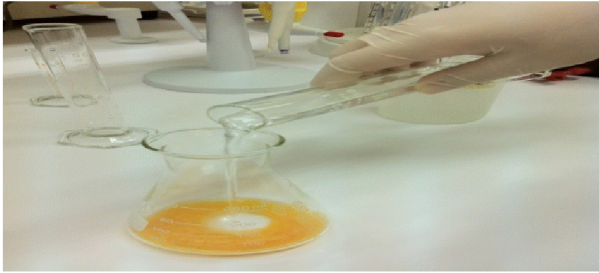




**Etape 1**



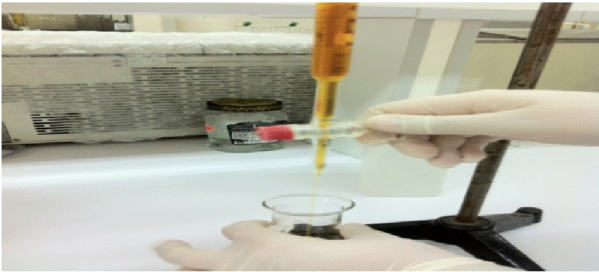
**Etape 2**



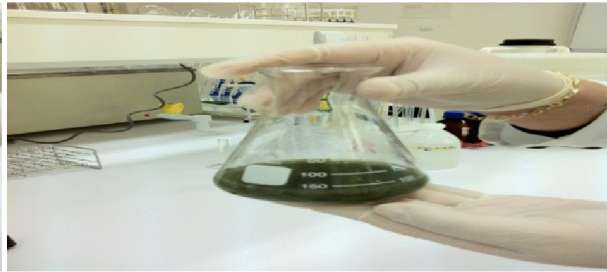
**Etape 3**



**Etape 4**



**Etape 5**



**Etape 6**

**Figure 27 : Etapes du dosage direct de la vitamine C.**

**Annexe 7**



**Etape 1**

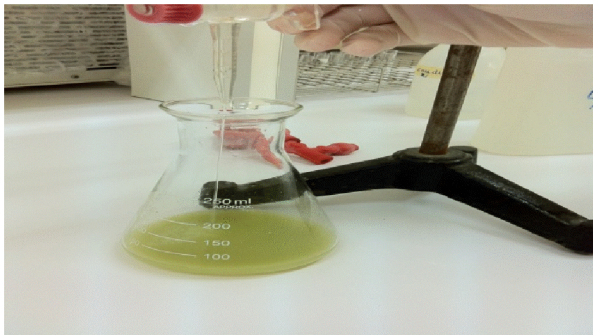
**Etape 2**



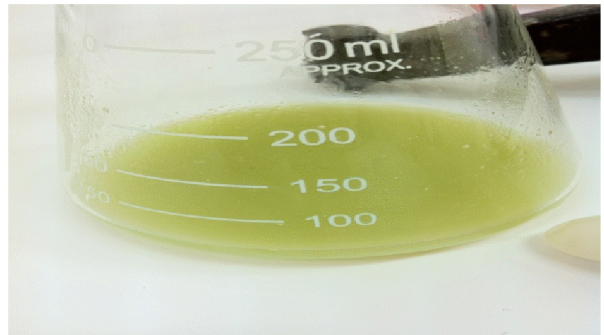
**Etape 3**



**Etape 4**



**Etape 5**



**Etape 6**

**Figure 28** : Etapes du dosage indirect de la vitamine C.

## **Annexe 8**

**Tableau 1** : Volume  $V_2$  équivalent de la solution de d'iode.

Volumés	Veq pour un $V_1 = 10,0\text{ml}$ de jus d'orange (ml)			Moyenne (ml)	Ecart-type
	Sites	1	2		
1	14,3	14,6	13,8	14,23	0,32
2	13,7	13,1	13,4	13,4	0,24
3	13,8	11,1	11,3	12,066	1,22
4	6,5	6,7	6,2	6,46	0,20
5	6,0	5,8	5,6	5,8	0,16
6	2,7	2,5	2,6	2,6	0,08
7	5,2	4,9	4,6	4,9	0,24

**Tableau 2** : Quantité  $n_1$  de vitamine C présente dans le prélèvement dosé.

$n_1$ (mol)	La quantité $n_1$ de vitamine C présente dans le prélèvement dosé (mol)			Moyenne	Ecart-type
	Sites	1	2		
1	$7,15 \cdot 10^{-5}$	$7,3 \cdot 10^{-5}$	$6,9 \cdot 10^{-5}$	$7,23 \cdot 10^{-5}$	$3,46 \cdot 10^{-6}$
2	$6,85 \cdot 10^{-5}$	$6,55 \cdot 10^{-5}$	$6,7 \cdot 10^{-5}$	$6,7 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-6}$
3	$6,9 \cdot 10^{-5}$	$5,55 \cdot 10^{-5}$	$5,65 \cdot 10^{-5}$	$6,03 \cdot 10^{-5}$	$1,35 \cdot 10^{-5}$
4	$3,25 \cdot 10^{-5}$	$3,35 \cdot 10^{-5}$	$3,1 \cdot 10^{-5}$	$3,23 \cdot 10^{-5}$	$2,14 \cdot 10^{-6}$
5	$3 \cdot 10^{-5}$	$2,9 \cdot 10^{-5}$	$2,8 \cdot 10^{-5}$	$2,9 \cdot 10^{-5}$	$1,66 \cdot 10^{-6}$
6	$1,35 \cdot 10^{-5}$	$1,25 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$8,33 \cdot 10^{-7}$
7	$2,6 \cdot 10^{-5}$	$2,45 \cdot 10^{-5}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$	$2,45 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-6}$

**Tableau 3** : Quantité  $n_0$  de la vitamine C dans le jus d'orange.

$n_0$ (mol)	La quantité $n_1$ de vitamine C présente	Moyenne	Ecart-type

sites	dans le prélèvement dosé (mol)				
	1	2	3		
1	$7,15.10^{-4}$	$7,3.10^{-4}$	$6,9.10^{-4}$	$7,23.10^{-4}$	$3,46.10^{-5}$
2	$6,85.10^{-4}$	$6,55.10^{-4}$	$6,7.10^{-4}$	$6,7.10^{-4}$	$2,5.10^{-5}$
3	$6,9.10^{-4}$	$5,55.10^{-4}$	$5,65.10^{-4}$	$6,03.10^{-4}$	$1,35.10^{-4}$
4	$3,25.10^{-4}$	$3,35.10^{-4}$	$3,1.10^{-4}$	$3,23.10^{-4}$	$2,14.10^{-5}$
5	$3.10^{-4}$	$2,9.10^{-4}$	$2,8.10^{-4}$	$2,9.10^{-4}$	$1,66.10^{-5}$
6	$1,35.10^{-4}$	$1,25.10^{-4}$	$1,3.10^{-4}$	$1,3.10^{-4}$	$8,33.10^{-6}$
7	$2,6.10^{-4}$	$2,45.10^{-4}$	$2,3.10^{-4}$	$2,45.10^{-4}$	$2,5.10^{-5}$

**Tableau 4** : Masse de la vitamine C contenue dans le jus d'orange.

Masses Sites	La masse de la vitamine C (mg)			La moyenne (mg)	L'ecart-type
	1	2	3		
1	125,91	128,55	121,50	125,32	3,56
2	120,62	115,34	117,98	117,98	2,64
3	99,49	97,73	97,73	98,31	1,01
4	57,23	58,99	54,59	56,93	2,21
5	52,83	51,06	51,06	51,65	1,02
6	45,78	43,14	40,50	43,14	2,64
7	23,77	22,01	22,89	22,89	0,87

**Tableau 5** : Volume équivalent de la solution de thiosulfate de sodium.

Volumés	V <sub>eq</sub> pour un v <sub>1</sub> = 10,0ml de jus d'orange (ml)			Moyenne (ml)	Ecart-type
	Sites	1	2		
1	4,1	3,9	4,6	4,35	0,35
2	8	7,4	7,7	7,7	0,3
3	10,4	10,2	10,9	10,5	0,36
4	19,5	19,1	19,8	19,46	0,35
5	20,3	20,1	22,3	20,9	1,21
6	23,1	23,3	23,8	23,4	0,36
7	21,6	21,8	21,6	21,66	0,11

**Tableau 6** : Quantité n<sub>1</sub> de vitamine C pour le volume V<sub>1</sub> de jus d'orange.

n <sub>1</sub> (mol)	Quantité n <sub>1</sub> de vitamine C présente dans le prélèvement dosé (mol)			Moyenne	Ecart-type
	Sites	1	2		
1	6,47.10 <sup>-5</sup>	6,52.10 <sup>-5</sup>	6,35.10 <sup>-5</sup>	6,44.10 <sup>-5</sup>	8,73.10 <sup>-7</sup>
2	5,5.10 <sup>-5</sup>	5,65.10 <sup>-5</sup>	5,57.10 <sup>-5</sup>	5,57.10 <sup>-5</sup>	7,5.10 <sup>-7</sup>
3	4,9.10 <sup>-5</sup>	4,95.10 <sup>-5</sup>	4,77.10 <sup>-5</sup>	4,87.10 <sup>-5</sup>	9,29.10 <sup>-7</sup>
4	2,62.10 <sup>-5</sup>	2,72.10 <sup>-5</sup>	2,17.10 <sup>-5</sup>	2,5.10 <sup>-5</sup>	2,9.10 <sup>-6</sup>
5	2,42.10 <sup>-5</sup>	2,47.10 <sup>-5</sup>	1,92.10 <sup>-5</sup>	2,27.10 <sup>-5</sup>	3,041.10 <sup>-6</sup>
6	1,72.10 <sup>-5</sup>	1,67.10 <sup>-5</sup>	1,55.10 <sup>-5</sup>	1,64.10 <sup>-5</sup>	8,73.10 <sup>-7</sup>
7	2,1.10 <sup>-5</sup>	2,05.10 <sup>-5</sup>	2,1.10 <sup>-5</sup>	2,08.10 <sup>-5</sup>	2,88.10 <sup>-7</sup>

**Tableau 7** : Quantité n<sub>0</sub> de vitamine C pour le volume V<sub>0</sub> = 100 mL de jus d'orange.



Sites	La quantité $n_1$ de vitamine C présente dans le prélèvement dosé (mol)			Moyenne	Ecart-type
	1	2	3		
1	$6,47.10^{-4}$	$6,52.10^{-4}$	$6,35.10^{-4}$	$6,44.10^{-4}$	$7,13.10^{-6}$
2	$5,5.10^{-4}$	$5,65.10^{-4}$	$5,57.10^{-4}$	$5,57.10^{-4}$	$6,12.10^{-6}$
3	$4,9.10^{-4}$	$4,95.10^{-4}$	$2,5.10^{-4}$	$4,87.10^{-4}$	$7,58.10^{-6}$
4	$2,62.10^{-4}$	$2,72.10^{-4}$	$2,17.10^{-4}$	$2,5.10^{-4}$	$2,39.10^{-5}$
5	$2,42.10^{-4}$	$2,47.10^{-4}$	$4,75.10^{-4}$	$2,27.10^{-4}$	$2,48.10^{-5}$
6	$1,72.10^{-4}$	$1,67.10^{-4}$	$1,55.10^{-4}$	$1,64.10^{-4}$	$7,13.10^{-6}$
7	$2,1.10^{-4}$	$2,05.10^{-4}$	$2,1.10^{-4}$	$2,08.10^{-4}$	$2,35.10^{-6}$

**Tableau 8 :** Masse de vitamine C contenue dans le jus d'orange.

Masses sites	La masse de la vitamine C (mg)			La moyenne (mg)	L'ecart-type
	1	2	3		
1	114,90	114,02	111,82	113,58	1,586
2	101,25	96,85	98,17	98,75	2,257
3	86,28	86,28	84,08	85,54	1,270
4	47,98	46,22	44,90	46,36	1,545
5	42,70	42,70	38,30	41,23	2,540
6	38,30	36,98	36,98	37,42	0,762
7	30,37	30,37	27,29	29,34	1,778

## Résumé

Notre travail a concerné l'étude de la dégradation de la vitamine C lors de la fabrication du jus d'orange fabriqué au niveau de l'unité SIJIKO – SKIKDA.

L'acide L-ascorbique (AA) est une vitamine thermolabile soluble dans l'eau qui est particulièrement sensible à la fois à l'oxydation enzymatique et chimique, sa concentration peut être considérée comme un facteur de qualité dans les jus de fruits.

Les résultats des analyses physicochimiques (pH, densité, acidité titrable, brix et température) ont montré que le produit est généralement conforme à la norme algérienne.

La dégradation de la vitamine C est remarquée au niveau des sites de prélèvement après chaque étape de fabrication; ce qui confirme l'effet du traitement technologique sur la vitamine C, en précisant le traitement thermique au cours de la pasteurisation du jus, l'incorporation de l'oxygène au cours de l'agitation et du pompage du produit sans oublier l'effet de la lumière au cours du stockage.

Reste à dire que la vitamine C est une molécule sensible à l'ionisation, à la chaleur, à l'oxygène de l'air et à la lumière.

**Les mots clés :** Vitamine C, jus d'orange, dégradation de la vitamine C, traitements technologiques.

## **Summary**

Our work has involved the study of the degradation of vitamin C during the production of orange juice made at the unit SIJIKO-SKIKDA.

The L-ascorbic acid (AA) is a heat-labile vitamin soluble in water, which is particularly sensitive to both enzymatic and chemical oxidation, its concentration can be considered as a factor in the quality of fruit juice.

The results of the physicochemical analyzes (pH, density, titratable acidity, Brix and temperature) showed that the product generally conforms to the standard of Algeria.

Degradation of vitamin C is noticed at the sampling sites after each stage of manufacture; which confirms the effect of technological processing on vitamin C, indicating the thermal treatment during pasteurization of juice, the incorporation of oxygen during agitation and pumping of the product without forgetting the effect light during storage.

It's remain to say that the vitamin C is a molecule sensitive to irradiation, heat, oxygen from the area and light.

**Keywords:** Vitamin C, orange juice, vitamin C degradation, technological treatments.

## ملخص

يتمحور عملنا على دراسة تحلل الفيتامين وذلك خلال إنتاج عصير البرتقال المصنوع في وحدة سيجيكو- سكيكدة. حمض الاسكوربيك هو فيتامين قابل للتحلل في الماء و يتأثر بالحرارة و هو حساس للأكسدة الأنزيمية و الكيميائية و يعتبر تركيزه في عصائر البرتقال كعامل نوعية.

وقد أوضحت نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية (pH, حموضة, كثافة, حرارة و Brix ) أن المنتج يتوافق بصفة عامة مع القانون الجزائري.

نلاحظ أن هناك نقص في كمية الفيتامين C بعد كل مرحلة من مراحل صنع العصير و هذا من خلال مواقع احد العينات. مما يؤكد تأثير المعالجة التكنولوجية على الفيتامين تحديدا المعالجة الحرارية أثناء بسترة العصير, إدماج الأكسجين أثناء خلط و ضخ العصير, دون أن ننسى تأثير الإضاءة أثناء التخزين .

يبقى أن نقول أن الفيتامين C هو جزيء حساس للإشعاع , للحرارة , للأكسجين و الإضاءة

الكلمات المفتاحية : فيتامين C , عصير البرتقال , تحلل الفيتامين , المعالجة التكنولوجية